



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE
LA SALUD**

ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA

TESIS

**EFFECTO DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA
CONCENTRACIÓN DE YODO EN SAL DE MESA**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**PRESENTADO POR:
BANESSA CONDOR QUISPE**

**ASESOR:
Q.F. LISLY LEONCIO SEDANO INGA**

LIMA PERÚ, NOVIEMBRE 2018

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, por haberme dado la vida y permitirme lograr esta meta tan importante en mi formación profesional. A mis queridos padres por ser el pilar fundamental en mi vida y por su incondicional apoyo. A mi hermana Fabiola, a mí querido sobrino Yerald y a mi gran amor, por siempre estar dispuestos a escucharme además de compartir momentos significativos. Todo este trabajo ha sido posible gracias a ustedes.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi casa de estudios, la Universidad Alas Peruanas por contribuir en mi formación profesional.

A mis queridos y estimados profesores en especial a mi asesor Lisly Sedano por sus enseñanzas y sus exigencias que me llevaron hacer cada vez mejor.

A la metodóloga Cecilia Ignacio, por sus exigencias y por ser guía fundamental en la realización de la misma.

Así mismo a todas las personas que formaron parte de mi vida profesional, por sus consejos, apoyo y compañía, sin importar en donde se encuentren quiero agradecerles por haber contribuido en el éxito de esta meta.

ÍNDICE

<i>Dedicatoria</i>	<i>ii</i>
<i>Agradecimiento</i>	<i>iii</i>
<i>Índice</i>	<i>iv</i>
<i>Índice de tablas</i>	<i>viii</i>
<i>Índice de cuadros</i>	<i>ix</i>
<i>Índice de figuras</i>	<i>x</i>
<i>Índice de gráficos</i>	<i>xi</i>
<i>Resumen</i>	<i>xii</i>
<i>Abstract</i>	<i>xiii</i>
<i>Introducción</i>	<i>xiv</i>

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	16
1.2 Problemas de investigación.....	18
1.2.1 Problema General.....	18
1.2.2 Problema Especifico.....	18
1.3 Objetivos de la investigación.....	18
1.3.1 Objetivo General.....	18
1.3.2 Objetivos Específicos.....	18
1.4 Justificación, importancia y limitaciones de investigación.....	19
1.4.1 Justificación de la investigación.....	19
1.4.2 Importancia de la investigación.....	20
1.4.3 Limitaciones de la investigación.....	21

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Hipótesis de la investigación.....	22
2.1.1 Hipótesis general.....	22
2.1.2 Hipótesis especifica.....	22
2.2 Variable de la Investigación.....	23
2.2.1 Identificación y clasificación de variables.....	23

2.2.2 Operacionalización de variables.....	24
--	----

CAPÍTULO III: MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes del estudio	
3.1.1 A nivel Nacionales.....	25
3.1.2 A nivel Internacionales.....	28
3.2 Bases Teóricas.....	32
3.2.1 Sal de consumo humano.....	32
3.2.2 Historia de la fortificación de yodo en sal de mesa.....	32
3.2.2.1 Plan estratégico del ministerio de salud del Perú en la prevención y control de la deficiencia de yodo.....	34
3.2.3 Clasificación de la salde consumo humano.....	35
3.2.3.1 Requisitos para una sal de consumo humano.....	36
3.2.3.2 Sal yodada.....	39
3.2.3.2.1 Apoyo técnico de los pequeños productores.....	40
3.2.3.2.2 Oferta del mercado y demanda poblacional.....	40
3.2.3.2.3 Monitoreo de la calidad de la yodación de la Sal....	40
3.2.3.4 Sal en el organismo.....	40
3.2.3.5 Consumo de la sal yodada.....	41
3.2.3.6 Beneficios de consumir sal a diario.....	41
3.2.3.7 La sal en la sociedad actual.....	42
3.2.4 Yodo.....	42
3.2.4.1 Química del yodo.....	43
3.2.4.2 Estado natural y obtención.....	44
3.2.4.3 Propiedades del yodo.....	45
3.2.4.4 Importancia de yodo en el cuerpo humano.....	46
3.2.4.5 Deficiencia de yodo y su impacto en la salud pública.....	47
3.2.4.6 Consecuencia de la deficiencia de yodo.....	48
3.2.4.7 Legislación sobre la obligatoriedad de yodación de la sal..	48
3.2.4.8 Estabilidad de los compuestos yodo en la sal yodada.....	50
3.2.4.9 Sal yodada con yoduro.....	50

3.2.5 Condiciones ambientales.....	51
3.2.5.1 Características del deterioro de los alimentos.....	51
3.2.5.2 Vida útil.....	53
3.2.5.3 Condiciones ambientales modificadas y controladas para estudios acelerados de vida útil.....	54
3.2.5.4 Vida útil acelerada para productos no perecederos.....	54
3.3 Definición de términos básicos.....	55

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y Nivel de la investigación.....	58
4.1.1. Tipo de investigación.....	58
4.1.2. Nivel de investigación.....	59
4.2 Método y Diseño de la investigación.....	59
4.2.1 Método de la investigación.....	59
4.2.2 Diseño de la investigación.....	59
4.3 Población y Muestra de la investigación.....	60
4.3.1 Población.....	60
4.3.2 Muestra.....	60
4.4 Técnicas e Instrumentos de recolección de datos.....	60
4.4.1 Técnicas.....	60
4.4.2 Instrumentos.....	61
4.4.3 Procedimientos de recolección de datos.....	62

CAPÍTULO V: REPRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis de tablas y gráficos.....	67
5.2 Discusión de resultados.....	75
 CONCLUSIONES.....	 79

RECOMENDACIONES.....	80
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	81
ANEXOS.....	87
MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	104

ÍNDICE DE TABLA

TABLA N°1

Promedio de registro de temperatura de ambiente modificado.....67

TABLA N°2

Promedio de registro de humedad relativa de ambiente abierto.....68

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N°1:

Requisitos de la sal.....37

CUADRO N°2:

Contenido de yodo y flúor en sal.....38

CUADRO N°3:

Clasificación de los cambios indeseables que ocurren en los
alimentos.....52

CUADRO N°4:

Características de las muestras.....63

CUADRO N°5:

Determinación número uno del contenido de yodo según NTP
209. 237.1985 (revisado 2011).....69

CUADRO N°6:

Segunda determinación del contenido de yodo según NTP
209. 237.1985 (revisado 2011).....70

CUADRO N°7:

Tercera determinación del contenido de yodo según NTP
209. 237.1985 (revisado 2011).....71

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°1:

Ubicación de las plantas de yodación en el Perú.....39

FIGURA N°2:

Modelo del diseño experimental.....59

FIGURA N°3:

Muestras de sal adquiridas.....63

FIGURA N°4:

Sub-muestras expuestas a ambiente de temperatura
de 25°C.....65

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N°1:

Baja concentración de yodo en sal de mesa según
Normativa Técnica Peruana 209.015.2006.....72

GRÁFICO N°2:

Promedio de concentración de yodo en sal de mesa
con referencia al tiempo de exposición.....73

GRÁFICO N°3:

Relación entre las condiciones ambientales y la
concentración de yodo en sal de mesa.....74

RESUMEN

La sal de mesa es el alimento más accesible de nuestra población peruana la cual se encuentra fortificada con yodo en concentraciones de 30ppm a 40ppm, dicho contenido está aprobada en la Norma Técnica Peruana 209.015.2006, con la finalidad de evitar daños en la salud publicada como son los desórdenes por deficiencia de yodo, es por ello que surge la importancia de esta investigación. **Objetivo** determinar el efecto de las condiciones ambientales sobre la concentración de yodo en sal de mesa, realizado en el distrito de Magdalena del Mar, Lima; durante los meses de agosto y septiembre del año 2017. **Metodología:** el estudio fue de tipo analítico, cuantitativo y prospectivo con diseño experimental, se empleó la metodología propuesta por la Norma Técnica Peruana 209.237.1985 (revisada el 2011) para la determinación de yodo cuando se emplea yodato de potasio, se realizaron un total de 15 evaluaciones en diferentes tiempos, se utilizó un estabilizador para acondicionar el ambiente requerido de 25 °C. **Resultados:** disminución de la concentración de yodo en sal de mesa; expuestas a condiciones ambientales de 25°C fue de 15.3% y las muestras que fueron expuestas a humedad relativa de 73% disminuyeron en un 22%. Así mismo se evidenció que dos de los resultados sobrepasan el límite mínimo permitido por la Norma Técnica Peruana 209.015.2006 que corresponde a las condiciones ambientales de humedad con valores de 28.99ppm y 28.69ppm. **Conclusión:** se determinó que el efecto de las condiciones ambientales afecta significativamente en la disminución de la concentración de yodo en la sal de mesa.

Palabras Claves: Yodo, Yodato de Potasio, Condiciones Ambientales, sal de mesa.

ABSTRACT

Table salt is the most accessible food of our Peruvian population which is fortified with iodine in concentrations of 30ppm to 40ppm, this content is approved in the Peruvian Technical Standard 209.015.2006, in order to prevent health damage published As are iodine deficiency disorders, that is why the importance of this research arises. Objective To determine the effect of environmental conditions on the concentration of iodine in table salt, carried out in the Magdalena del Mar district, Lima; during the months of August and September of the year 2017. Methodology: the study was of analytical, quantitative and prospective type with experimental design, the methodology proposed by Peruvian Technical Standard 209.237.1985 (revised in 2011) was used for the determination of iodine when potassium iodate was used, a total of 15 evaluations were made at different times, a stabilizer was used to condition the required environment of 25 ° C. Results: decrease of iodine concentration in table salt; exposed to environmental conditions of 25 ° C was 15.3% and samples that were exposed to relative humidity of 73% decreased by 22%. Likewise, it was evidenced that two of the results exceed the minimum limit allowed by the Peruvian Technical Standard 209.015.2006 that corresponds to the environmental humidity conditions with values of 28.99ppm and 28.69ppm. Conclusion: it was determined that the effect of environmental conditions significantly affects the decrease in iodine concentration in table salt

Key Words: Iodine, Potassium Yodate, Environmental Conditions, table salt

INTRODUCCIÓN

El yodo se encuentra presente en algunos alimentos como los pescados, mariscos, algas, arándanos, frijoles, lentejas, ajo, entre otros; sin embargo las cantidades de yodo que poseen son muy bajas, esto debido a factores ambientales como la glaciación, la evaporación de yodo en los océanos y el deterioro de los suelos¹⁻².

Es por ello que debido a la baja disponibilidad de yodo presente en los alimentos, la Organización Mundial de la Salud recomienda la yodación universal de la sal y el uso de sal yodada para el consumo humano y animal, con el objetivo de prevenir y controlar la carencia de yodo².

La característica principal de esta problemática ocasiona desordenes de alto grado en el desarrollo del cuerpo humano (cretinismo y bocio endémico), convirtiéndose en una de las mayores amenazas para el desarrollo de muchas poblaciones¹⁻².

Por ese motivo es importante mantener un control de la calidad de la sal, determinando que la concentración del micronutriente yodo cumpla con el objetivo de su fortificación³. Muchas investigaciones nos dan referencia que hay factores que pueden disminuir el valor nutritivo de la sal, estos pueden ser: el tipo de agente utilizado (yodato o yoduro), la humedad ambiente, la temperatura, las soluciones ácidas e impurezas en el agua de elaboración.²⁻³

La investigación de esta problemática se realizó por el interés de determinar la concentración de yodo en sal de mesa con relación al tiempo de exposición a diferentes condiciones ambientales de humedad y temperatura, donde el objetivo principal es determinar los efectos de las condiciones ambientales sobre la concentración de yodo en sal de mesa.

Para cumplir con los objetivos de la investigación se llevó a cabo la recolección de muestras de sal de mesa más utilizadas en el Distrito de Magdalena del Mar, posteriormente fueron expuestas a condiciones ambientales de temperatura y humedad para luego ser evaluadas en el

laboratorio utilizando la metodología según Normativa Técnica Peruana 209.237.1985 (revisada el 2011) para determinación de yodo cuando se emplea yodato de potasio. Así mismo, nuestros resultados están respaldados por la entidad acreditada Certilab.

.

CAPÍTULO I:

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

Desde la década de los años cuarenta la concentración de yodo en el ser humano ha sido considerada el micronutriente más importante porque su deficiencia se convirtió en un problema de salud pública ya que la población presentó significativos desórdenes por deficiencia de yodo (DDI)⁴.

En el Perú se dictó el Decreto ley 9188 y su reglamento a través de Decretos Supremo 225-A del año 1961 obligando la yodación de la sal en las áreas de bocio endémico, el 21 de enero de 1969, el Decreto ley 17387 en su artículo primero declara obligatorio la producción y venta de sal yodada en todo el territorio nacional. Tanto para consumo humano, como animal, quedando absolutamente prohibida la venta de sal en estado natural. Pero, recién el 25 de noviembre 1971 se aprueba su reglamento por medio de Decreto Supremo 00223-71-SA, indicando los tipos de sal

que se expenderían, los procesos a los que serían sometidos y las proporciones de yodo (yodato de potasio) a adicionar en la sal⁵.

Durante muchos años se hicieron investigaciones en el afán de establecer la concentración de yodo en la fortificación de las sales. Teniendo actualmente la Norma Técnica Peruana 209.015.2006. En donde indica que la sal de mesa deberá ser yodada en las proporciones de 30ppm a 40ppm por vía húmeda, por la adición de yodato de potasio, Sin embargo existe otro agente de yodación que es el yoduro de potasio⁶.

A pesar que los métodos de yodación son procedimientos sencillos y poco costosos, investigaciones anteriores muestran que el estudio de vigilancia de la sal para consumo humano en el Perú en periodos 2009-2010, tuvo como resultado que del total de toneladas de sal controladas solo el 50,9% cumplió con los niveles de fortificación mientras que el 49,1% no cumplió, es decir que las posibles pérdidas de yodo que ocurren sea porque la sal no este seca una vez terminada su producción, este expuesta a la humedad de la atmosfera o ventilación excesiva, este expuesta a la luz del sol, este sometida al calor, tenga alguna reacción ácida o contenga impurezas del agua madre⁷⁻⁸.

Considerando que la sal es la fuente de yodo indispensable y probablemente el único aporte en algunos hogares, es necesario que su fortificación garantice los requerimientos diarios para la población en general, ya que actualmente no se pone mucho interés respecto a las buenas condiciones de almacenamiento de la sal de mesa, es por ello que factores como la temperatura y humedad pueden intervenir en la concentración de yodo poniendo en riesgo la salud de las personas que lo consumen⁷⁻⁸.

1.2 Problemas de investigación

1.2.1 Problema General.

¿Cuál es el efecto de las condiciones ambientales sobre la concentración de yodo en sal de mesa?

1.2.2 Problemas Específicos

1.2.2.1 ¿Cuál es el efecto de la temperatura a 25°C sobre la concentración de yodo en sal de mesa?

1.2.2.2 ¿Cuál es el efecto de la humedad ambiente sobre la concentración de yodo en sal de mesa?

1.2.2.3 ¿Cuál de las condiciones ambientales presenta mayor efecto sobre la concentración de yodo en sal de mesa?

1.3 Objetivo de la investigación

1.3.1 Objetivo General

Determinar el efecto de las condiciones ambientales sobre la concentración de yodo en sal de mesa.

1.3.2 Objetivos Específicos

1.3.2.1 Determinar la concentración de yodo expuesto a condiciones de temperatura a 25°C.

1.3.2.2 Determinar la concentración de yodo expuesto a condiciones de humedad ambiente.

1.3.2.3 Comparar el efecto de las condiciones ambientales sobre la concentración de yodo presente en sal de mesa.

1.4. Justificación, importancia y limitaciones de investigación

1.4.1 Justificación de la investigación

Los motivos que nos llevaron a investigar los efectos de las condiciones ambientales sobre la concentración de yodo en sal de mesa, se centran en la estabilidad del micronutriente en sal expuesto a temperatura y humedad ambiental, pues consideramos que los análisis previos que se realizan no son suficientes, ya que las evaluaciones son para muestras recién fortificadas y que están listas a la venta, sin abrir el sello de seguridad. Con los resultados del presente trabajo se pretende mejorar el diseño de control de manera que preste mayor atención a la vida útil de la sal de mesa en los hogares ya que la deficiencia de yodo tiene consecuencias de alto grado en el desarrollo del cuerpo humano, siendo las embarazadas, los neonatos y niños la población más vulnerable⁷⁻⁸.

Por otro lado se quiere alertar a la sociedad a acerca de las peligrosas consecuencias (cretinismo y bocio endémico), así como generar reflexión que ayuden a una mejor conservación y manipulación de la sal de mesa en hogares⁹. Es necesario resaltar la necesidad de proteger a la población que vive en las áreas yodo deficientes con un producto fortificado como es la sal yodada, cuya disponibilidad y consumo permanente debe vigilarse con la finalidad de prevenir un problema de salud pública reemergente⁸⁻⁹. Además, la investigación tendrá un aporte metodológico ya que, ayudará a nuevos estudios que tengan similares condiciones al evaluar un alimento.

1.4.2 Importancia de la investigación

En los últimos años, existe la necesidad de brindar productos de alta calidad, con el fin de satisfacer las exigencias del consumidor, sin embargo queda en segundo plano cuando se habla del contenido de micronutrientes en cada producto, pues existen varios factores que alteran la integridad y la estabilidad de estos, desde el momento de su fabricación hasta llegar al consumidor final.

La presente investigación es de gran importancia porque se enfoca en los efectos de las condiciones ambientales sobre la concentración de yodo en sal de mesa, con la finalidad de determinar la cantidad del micronutriente luego de la exposición a dichas condiciones ambientales verificando que cumpla con el contenido de yodo estipulada por la Norma Técnica Peruana para garantizar, que las personas reciban la cantidad diaria adecuada. Los valores de los resultados serán relevantes ya que representarán una importante aportación al conocimiento sobre la estabilidad del micronutriente yodo en sal de mesa, de tal manera que, generará discusión y reflexión a las Direcciones de salud, Organismos de control de la yodación de la sal y a la población en general para un mejor manejo y mantenimiento del alimento en hogares, realizando estrategias de conservación sin una excesiva exposición al calor y humedad, manteniendo a la sal de mesa en buenas condiciones de almacenamiento. Con esto se busca garantizar la sostenibilidad del control de los desórdenes por deficiencia de yodo.

1.4.3 Limitaciones de la investigación

La presente investigación tiene como limitantes:

- El tiempo en el desarrollo de la investigación, ya que hacer un seguimiento al consumo total del alimento en hogares sería ideal, sin embargo para resolver esta situación se utilizó la metodología de vida útil acelerada.
- Acceso a cantidades mínimas a reactivos químicamente puros (yodato de potasio, ácido clorhídrico y tiosulfato de sodio) por ser corrosivos y controlados, por lo que el número de determinaciones tuvo que ser limitadas. Para ello se solicitó apoyo al profesional químico farmacéutico para la obtención de las mismas.

CAPÍTULO II:

HIPÓTESIS Y VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Hipótesis de la Investigación

2.1.1 Hipótesis General

Las condiciones ambientales tienen un efecto en la concentración de yodo en sal de mesa.

2.1.2 Hipótesis específica

- La concentración de yodo en sal de mesa se modifica al ser expuesta a condiciones de temperatura a 25°C.
- La concentración de yodo en sal de mesa se modifica al ser expuesto a la humedad del ambiente.
- Las condiciones ambientales influyen de manera diferente sobre la concentración de yodo en sal de mesa.

2.2 variable de la investigación

2.2.1 Identificación y clasificación de variable

VARIABLES	CLASIFICACIÓN
Condiciones Ambientales	Independiente
Tiempo de exposición	Independiente
Concentración de yodo en sal de mesa	Dependiente

Fuente: Elaboración propia

2.2.2 Operacionalización de variables

	VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES	PUNTOS DE CORTE
I N D E P E N D I E N T E S	CONDICIONES AMBIENTALES	Son factores que condicionan la estructura y forma de vida en un espacio definido. En el estudio se utilizó un estabilizador a temperatura controlada y la humedad del medio ambiente.	Grados Celsius	Temperatura	25°C
			Porcentaje de Humedad	Humedad Relativa	73%
	TIEMPO DE EXPOSICION	Es el tiempo que puede modificar la concentración de yodo en sal de mesa.	Tiempo en días	Días, cuando se abre el sello de seguridad.	0 días.
				Días, de exposición a temperatura y humedad relativa.	0-30 días.
				Días, de exposición a temperatura y humedad relativa.	30- 60 días.
	D E P E N D I E N T E	CONCENTRACION DE YODO EN SAL DE MESA	Es la concentración de yodo en sal de mesa, que está estipulado por la Normativa Técnica Peruana (NTP) para asegurar que la fortificación cumpla con los estándares requeridos.	Concentración en partes por millón (ppm) del contenido de yodo.	Norma Técnica Peruana 209.237.1985 (revisada el 2011)
Norma Técnica Peruana 209.015.2006.					

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO III:

MARCO TEÓRICO

3.1 Antecedentes del estudio

3.1.1 A nivel Nacional

Mamani; C, Álvarez; D, Fernández; I. YUDURIA Y CONCENTRACION DE YODO EN SAL DE CONSUMO EN ESCOLARES PERUANOS DEL NIVEL PRIMARIO **2016**. Tesis para obtener el grado de doctor en Salud Pública. El objetivo de esta investigación se centra en determinar la yoduria y concentración de yodo en sal de consumo de escolares peruanos del nivel primario. La metodología del estudio fue transversal, se incluyó 8023 escolares, que participaron voluntariamente, se realizó un muestreo probabilístico, multietápico y estratificado, la selección fue por muestreo sistemático. La determinación de yoduria se realizó por espectrofotometría y la evaluación de

yodo en sal de consumo se realizó por volumetría. Dentro de los resultados a nivel nacional, la mediana de yoduria en los escolares fue 258.53 ug/L, siendo mayor en los varones (265.90 ug/L) que en las mujeres (250.77 ug/L). En el área urbana fue mayor (289.89 ug/L) que en el área rural (199.67 ug/L), mientras que en los colegios privados fue 315.48 ug/L y en los colegios públicos fue 241.56 ug/L. La mediana del contenido de yodo en sal fue 28.69 mg/Kg. Además que el 23.1% de las muestras de sal, tuvieron menos de 15 mg/Kg de yodo. Concluyendo la mediana de yoduria en los escolares de nivel primario presenta niveles superiores a las necesarias, según lo recomendado por la OMS, con diferencias entre la zona urbana, rural y colegios públicos y privados. Así mismo se evidencia que la concentración de yodo en sal de consumo es menor del rango permitido por la Norma Técnica Peruana⁹.

Cerrón; G. PRACTICAS SOBRE CONSUMO DE ALIMENTOS FUENTE DE YODO EN MADRES QUE DAN DE LACTAR Y EN NIÑOS MENORES DE 24 MESES, HUANCVELICA, **2014**. Tesis para obtener el grado de Licenciada en Nutrición. Su objetivo de esta investigación fue identificar las prácticas sobre consumo de alimentos fuente de yodo en madres que dan de lactar y en niños menores de 24 meses. La metodología del estudio fue descriptivo, observacional, transversal y prospectivo, se aplicó un cuestionario de 10 preguntas a 51 madres que dan de lactar y a sus niños, acerca de la frecuencia semanal de consumo de alimento que contienen yodo, frecuencia diaria de lactancia materna y consumo de sal yodada. Las principales medidas de resultados fueron según veces por semana de consumo de alimento que contiene yodo, tipo de prácticas de consumo de sal yodada y veces al día de lactancia materna según

grupo de edad, donde el 98% de madres consumen sal yodada todos los días, 72.2% de niños menores de 24 meses consumen sal yodada diariamente, 16% de las madres adicionan siempre sal yodada a las preparaciones servidas, el 90% de los niños reciben lactancia materna de 6 a más veces al día. Concluyendo que la principal fuente de yodo en la dieta de las madres que dan de lactar fue la sal yodada seguida por el pan. En niños menores de 12 meses su principal fuente de yodo fue la leche materna y en niños que consumen alimentos su principal fuente de yodo fue la sal yodada. La totalidad de las madres participantes utilizaron sal yodada refinada embolsada para la preparación de sus alimentos y los alimentos de sus niños¹⁰.

Valdivia; S, Robles; S, Ramírez; G. VIGILANCIA DE LA FORTIFICACION DE LA SAL PARA CONSUMO HUMANO EN EL PERU, PERIODO 2009-2010, **2012**. Boletín de investigación realizado en el Centro Nacional de Alimentos y Nutrición del Instituto Nacional Salud. El objetivo principal del estudio fue brindar información sobre los estudios de vigilancia de la fortificación de la sal de la sal para consumo humano, La metodología del estudio fue descriptivo, transversal, aplicando el método de ensayo; MET-CENAN-015, para determinar humedad; el MET-CENAN-016, para determinar cloruro de sodio; NOM-040 –SS A1- 1993, para la determinación del contenido de yodo en sal. Se analizaron 151 muestras en el periodo 2009 y 172 muestras en el periodo 2010 donde los resultados encontrados fueron una media de 26,9 mg/kg, el valor mínimo encontrado fue de 4,2 mg/kg y el valor máximo fue de 89.39 mg/kg, mientras que para las muestras recolectadas en el periodo 2010 se encontró una media de 27,6 mg/Kg, el valor mínimo encontrado fue de 2.3 mg/Kg y el valor máximo fue de 85.2 mg/Kg. El estudio

concluye que para el periodo de 2009 y 2010 el 50.9% cumple con los niveles de fortificación mientras que el 49.1% no cumplió¹¹.

Higa; A. YODACION UNIVERSAL DE LA SAL PARA LA ELIMINACION DE LOS DDI LECCIONES APRENDIDAS PERU 1986-2000 APORTES A LA SEGURIDAD ALIMENTARIA NUTRICIONAL, **2000**. Artículo de revisión sobre aportes a la Seguridad Alimentaria Nutricional. El objetivo principal fue analizar la evaluación periódica de los programas nacionales de control. En el estudio se desarrolló intervenciones establecidas en las normas técnicas Nacionales para la prevención y control de los desórdenes por deficiencias de yodo donde se aplicaron estrategias combinadas de suplementación, fortificación de alimentos y mejoramiento de la dieta. Además se desarrolló la metodología analítica, transversal y cuantitativa para analizar 40 marcas de sal del mercado. Los resultados fueron que el 35% de muestras analizadas, contenían yodo igual o mayor a 20ppm y un 32% eran negativas, pero ya para el año 2000 la calidad de yodación se incrementó a un 84% entre pequeñas, medianos y grandes empresas. El estudio concluye que la yodación universal de la sal pudo alcanzar una eliminación virtual de los DDI, entonces es posible lanzar otras estrategias de fortificación con otros micronutrientes ¹².

3.1.2 A nivel Internacional

Rosales; M. OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE YODACIÓN EN LA SAL DE MESA, BOLIVIA, **2016**. Trabajo de aplicación para optar el grado de licenciatura. El objetivo principal fue optimizar el proceso de yodación en la sal de mesa. La metodología del proceso fue yodar la sal en

plena solución y realizar una nueva cristalización para su homogenización del yodato de potasio en sal. Los resultados obtenidos fueron entre 50 y 60 ppm de contenido de yodo encontrado en sal de mesa. El estudio concluye que se obtuvo una sal cristalizada fina en cual se determinó la cantidad de yodo en diferentes muestras escogidas al azar para verificar si en todos existe una mezcla homogénea de yodo¹³.

Samayoa; S. DETERMINACIÓN DEL ESTADO NUTRICIONAL DE YODO EN ESTUDIANTES DEL NIVEL PRIMARIO Y FACTORES QUE LO CONDICIONAN. ESTUDIO REALIZADO EN LA ESCUELA LA CALLE-EDELAC- DEL MUNICIPIO DE QUETZALTENANGO, QUETZALTENANGO, GUATEMALA, **2014**. Tesis para optar el grado de Licenciado en Nutrición. El objetivo principal fue determinar el estado nutricional del yodo y los factores que lo condicionan, en estudiantes de nivel primario. La metodología de la investigación fue de tipo transversal descriptivo, las unidades de análisis que se utilizaron fueron las muestras de orina de los estudiantes y las diferentes marcas de sal utilizadas en sus hogares. La selección del sujeto de estudio comprende entre 6 y 12 años de edad, Los resultados fueron que el 40% se encuentra en los rangos óptimos de 100 a 199 ug/L, sin embargo se muestra una deficiencia leve en el 32% lo que equivale a 50 y 99 ug/L del total de 88 alumnos estudiados. Así mismo las diferentes marcas de sal utilizadas en los hogares fueron analizadas en el laboratorio del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá donde cuatro de las doce marcas analizadas poseen un valor insuficiente de yodo. Así, mismo solo una cumple con un alto valor de yodo en sal. El estudio concluye que solo el 40% del total de estudiantes cuenta con niveles de yodo óptimos en su organismo y que el consumo

diario de sal si condiciona el estado nutricional de los estudiantes del nivel primario.¹⁴

Chávez; M. DISPONIBILIDAD DE YODO EN SAL DE CONSUMO FAMILIAR Y SU ASOCIACION CON LA YODURIA EN NIÑOS MENORES DE 5 AÑOS DEL ESTADO DE HIDALGO, **2006**. Tesis para optar el grado de Licenciado en Nutrición. El objetivo de esta investigación fue determinar la asociación entre la disponibilidad de yodo en sal de consumo familiar y la yoduria en niños menores de 5 años del Estado de Hidalgo, a partir de los resultados de la Encuesta Estatal de Nutrición Hidalgo (EENH)-2003. La metodología del estudio fue transversal con análisis de datos secundarios. Se evaluó el estado nutricional de niños menores de 5 años y sus madres. Para el levantamiento de la información de encuesta, el estado se dividió en 5 regiones de acuerdo a sus características sociodemográficas, económicas y ambientales, y clasificándolas en urbano y rural de acuerdo a los criterios de INEGI. Para la realización de esta investigación se tomaron simultáneamente muestras de sal de mesa de las viviendas de los niños seleccionados, se determinó la concentración de yodo en partes por millón mediante una técnica cuantitativa. La muestra fue de 1333 individuos menores de 5 años de 56 municipios. La concentración media de yodo en sal en el Estado de Hidalgo es de 25.9 +- 12.8 ppm. Los municipios de Jacala, Lolotla, Progreso, Santiago, Tulantepec, Xochicoatlan y Zacualtipan presentan niveles menores a 15 ppm. La concentración de partes por millón de yodo en sal se categorizo de acuerdo a su deficiencia tomando como referencia la concentración < 15 y >15 ppm del contenido de yodo lo cual nos da un estimado de la situación yodo deficiente en sal. Los resultados muestran que 262 (19.7%) del total de muestras recolectadas

de sal de consumo familiar tienen concentraciones menores a 15 ppm afectando a la localidad rural con 143 casos (19.1%). El estudio concluye que la prevalencia de deficiencia de yodo en sal presentada por EENH-2003 es de 24% lo que demuestra que la deficiencia de yodo sigue siendo un problema de salud pública en el Estado de Hidalgo.¹⁵

F.C. Kelly, B. Sc., PH.D., F.R.I.C. ESTUDIOS SOBRE LA ESTABILIDAD DE LOS COMPUESTOS DE YODO EN SAL YODADA, **1953**. Artículo del Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericana. El objetivo principal fue la determinación de la concentración de yodo luego de la exposición a diferentes condiciones de conservación y empleo, La metodología del proceso fue estudiar cinco grupos principales de factores físicos que son: el contenido de humedad en la sal y la atmosfera; la luz, el calor, las corrientes excesivas de aire y en general las condiciones atmosféricas, las impurezas en el agua primitiva. Reacciones de acides y alcalinidad y por último la forma en que se efectúe la adición de yodo (yodato o yoduro). Los resultados fueron que la pérdida de yodo en condiciones de humedad fue de 0.81 mg/Kg que corresponde al 16 % la sales yodadas con yoduro perdieron entre 73%, 90% y 24% durante el almacenamiento de 63 semanas sin embargo la sal yodada con yodato retuvo todo su contenido durante el mismo periodo. El estudio concluye que la concentración de yodo varía luego de la exposición a diferentes condiciones de conservación y empleo¹⁶.

3.2 Bases Teóricas

3.2.1 Sal de consumo humano:

Cabe destacar que la estructura interna de los cristales de sal de consumo humano es integrada por dos iones Na^+ y Cl^- , que en forma líquida circula libremente por la masa, pero cuando inicia el proceso de cristalización estos iones se unen de modo que cada catión sodio este rodeado por seis aniones cloro por lo que se conoce químicamente como cloruro de sodio (NaCl)¹⁷.

En la elaboración de una comida los alimentos naturales que forman parte contienen determinadas cantidades de Na^+ y Cl^- , que podrían cuestionar la necesidad de la adición de sal durante el cocinado de los mismos o en la mesa. Sin embargo la sal de consumo humano se emplea en la elaboración y aderezo de los alimentos, se podría decir que sin la sal la humanidad no hubiese podido evolucionar hacia una dieta mixta.

La sal también forma parte de la industria alimentaria como agente conservador, saborizante y en general como aditivo en el procesamiento de la materia alimentaria. Toda sal de consumo humano, deberá tener como referencia a la Norma Técnica Peruana y la Legislación Nacional vigente.

3.2.2 Historia de la fortificación de yodo en sal de mesa

Desde la década de los cuarenta, el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP/OPS), identifico que en los países existía deficiencia de yodo que fue considerada como un problema de salud pública. En muchos lugares y durante varios años, se realizó estudios comprobado una variedad de vehículos portadores de yodo para el individuo utilizando el agua, el pan, los dulces y otros elementos comunes de la dieta, pero cada una de ellas ha

presentado serias limitaciones en términos de costo, control de la ingestión o aceptabilidad. En la actualidad no se discute la yodación de sal de mesa, ya que es un producto económico de fácil acceso y con mucha aceptabilidad^{6,18}.

El primer procedimiento de yodación se realizó en una compañía estatal denominada, Empresa de Sal (EMSAL) en 1971, considerando que la yodación de la sal es la fortificación más eficaz en función a los costos para prevenir los desórdenes por deficiencia de yodo, tales como bocio y cretinismo. En esta primera fortificación las cantidades fueron insuficientes además que su consumo en las áreas endémicas no fue garantizado^{10, 17-18}.

Ya en la década de los 80 el gobierno peruano creo una oficina de Bocio Endémico en el Ministerio de Salud. En 1983 se promulgaron las normas técnicas para la prevención y control de bocio y cretinismo endémicos, oficializándose el programa en 1987 estas normas técnicas fueron evaluadas en dos oportunidades por la Organización Mundial de la Salud (OMS), Fondo de las Naciones unidas para la Infancia (UNICEF), el Concejo Nacional para Controlar los Desórdenes por Deficiencia de Yodo (ICCIDD) y el Programa Contra la Deficiencia de Micronutrientes (PAMM)¹⁸.

En marzo de 1996 se realizó la primera evaluación donde se estableció que el país había logrado el programa de fortificación de yodo, con un 83% de sal yodada en el mercado minorista además que el contenido de yodo fue de mayor o igual a 15ppm y que el 80% de los hogares consumían la sal yodada, con esta primera evaluación se pudo afirmar la gran importancia que tiene la sal como vehículo principal para ser yodada, siendo económica y accesible para la población en general. La segunda evaluación que fue en octubre en 1998, se concluyó que la deficiencia de yodo estaba virtualmente eliminada en el Perú y que las perspectivas de

sostenibilidad de este logro eran excelentes si continuaba con el programa ^{15,19}.

3.2.2.1 Plan de estrategia del ministerio de salud del Perú en la prevención y control de la deficiencia de yodo

Se inició a partir del primer procedimiento de yodación que se realizó en la compañía estatal denominada, Empresa de Sal (EMSAL) en 1971. El estudio basal para establecer la magnitud y la severidad del problema en sierra y selva, fue a raíz del estudio realizado en 1978 por el instituto de nutrición donde se señalaba la localización del problema en esas zonas. El plan de estudio inicia con una red de trabajo de campo donde los componentes de la intervención de DDI en el Perú fueron¹⁷⁻¹⁹:

***Evaluación**

- Diagnostico (basal)
- Organización Capacitación
- Información y comunicación
- Sensibilización
- Suplementación con aceite yodado

***Fortificación de la sal con yodo**

- Apoyo a producción y comercialización de la sal yodada
- Monitoreo vigilancia y retroalimentación.

En la actualidad el contenido de yodo en sal de consumo humano es de 30ppm – 40ppm siendo necesario el cumplimiento de los reglamentos para todo aquel que fortifique la sal, quedando prohibida su venta en estado natural a menos que el profesional médico así lo prescriba^{6,20}.

3.2.3 Clasificación de sal de consumo humano

Considerando que la sal es el condimento más antiguo y que en la actualidad se ha diversificado ya sea por su tratamiento después de su extracción o distinguiéndose entre sí por factores de granulometría, sabor, color o por su finalidad de uso²¹.

Sal de mesa o sal refinada:

Es caracterizada por la granulometría uniforme, tiene la propiedad de fluir libremente, no contiene impurezas, se disuelve fácilmente, puede contener anti humectantes tales como estearato de calcio con yoduro de potasio que aseguren su conservación, esta sal de mesa tiene que estar obligatoriamente yodada y fluorada ya que es de venta directa para el consumo, el periodo de vida útil es mínimo de seis meses teniendo que cumplir con los requisitos de calidad e inocuidad establecidos en la Norma Técnica Peruana 209.015:2006^{6,21}.

Sal de cocina:

Caracterizada por tener granulometría grosera, con o sin adición de anti humectantes, se usa como condimento en platos ya terminados y en ensaladas o alimentos crudos. Al poseer cristales de mayor tamaño añade más sabor a los alimentos. La sal contiene yodo y flúor y es de venta directa para consumo humano^{6, 21}.

Sal de uso en la industria alimentaria:

Se caracteriza por que la granulometría no es definida, la fortificación de yodo y flúor será establecida por los fabricantes o usuarios según sea su utilidad, su elaboración masiva se realiza en cubas abiertas²¹.

3.2.3.1 Requisitos para una sal de consumo humano

Como establece la Norma Técnica Peruana: Los tipos de sal de consumo humano se deberá extraer de fuentes naturales como: salinas marinas, aguas saladas de surgente natural y minas de sal gema²¹.

A) Generales: la sal de venta directa al consumo humano deberá presentarse bajo cristales blancos agrupados y unidos, donde la granulación deberá ser uniforme sin impurezas, además deberá ser fortificada de acuerdo a lo establecido en la Normativa Técnica Peruana.

B) Organolépticas y físico-químicas:

La sal de consumo humano deberá cumplir con todos los requisitos indicados en la tabla N° 1 para ser expendidos en el mercado ²¹⁻²².

CUADRO N°1: Requisitos de la sal

REQUISITOS	SAL DE MESA	SAL DE COCINA
Características Organolépticas		
1.- Aspecto	Granuloso Fino, uniforme, libre de sustancias extrañas visibles	Granuloso y Libre de sustancias extrañas visibles
2.- Color	Blanco	Blanco
3.- Olor	Inodoro	Inodoro
4.- Sabor	Salado Característico	Salado Característico
Características Físico - química		
1.- Humedad %, máx.	0.5%	0.5%
2.-Pureza %, mínimo	99,1%	99,1%
3.- Granulometría: debe pasar		
Tamiz ITINTEC 2.00mm (N°10) Min.		75%
Tamiz ITINTEC 595 µm (N° 30) Min.	80%	
Tamiz ITINTEC 177 µm (N° 80) Max.	20%	30%
4.- sustancias Impermeabilizantes tot. Agregadas %, Max.	1,0%	1,0%
5.- Impurezas		
Impureza insoluble en agua, máx.	0,10%	0,15%
Sulfato (SO ₄), Max.	0,3%	0,4%
Calcio (Ca ⁺⁺), Max.	0,15%	0,2%
Magnesio (Mg ⁺⁺), Max.	0,15%	0,2%
Plomo (Pb), Max.	2,0 mg/Kg	2,0 mg/Kg
Cadmio (Cd), Max.	0,5 mg/Kg	0,5 mg/Kg
Cobre (Cu), Max.	2,0 mg/Kg	2,0 mg/Kg
Arsénico (As), Max	0,5 mg/Kg	0,5 mg/Kg
Mercurio (Hg), Max	0,1 mg/Kg	0,1 mg/Kg
Hierro (Fe), Max	10 mg/Kg	10 mg/Kg
Bario (Ba ⁺⁺)	Exenta	Exenta
Materias nitrogenadas	Exenta	Exenta
Boratos	Exenta	Exenta
NOTA: Todos los requisitos, menos la humedad estarán referidos y estarán dados a base seca.		

Fuente: Norma técnica Peruana 209.015.2006⁶.

C) Microbiológicas: Exenta de coliformes, tiene la propiedad de ser usada para la conservación de los alimentos demorando el crecimiento microbiano, comportándose de manera bacteriostático, permitiendo almacenarla en las épocas de abundancia o para el transporte de mercancías perecederas al interior del país, caso del pescado, cecina y otros utilidades como del curado. Es importante mencionar que para conservación solo se debe emplear sal de grado alimentario, ya que las posibles impurezas podrían causar deterioro en el alimento en color, aroma o sabor²².

D) Fortificaciones:

Todas las sales de consumo humano expandidas en el mercado minorista o mayorista deberán ser fortificados con yodo o flúor en la proporción indicada en la tabla N° 2, por la adición de yodato de potasio²²⁻²³.

“La sal de mesa y la sal de cocina deberán ser fluoradas en la proporción indicada en la tabla N° 2, por la adición de fluoruro de potasio”^{6, 23}.

El empleo de otro fortificante deberá contar con la autorización del Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN).

CUADRO N°2: Contenido de yodo y flúor en sal

MICRO NUTRIENTE	FUENTE	CONTENIDO DE YODO Y FLÚOR EN SAL	MÉTODO DE ADICIÓN
Yodo	Yodato de Potasio (KIO ₃)	30ppm a 40ppm (o mg/Kg de sal)	Vía Húmeda
Flúor	Fluoruro de Potasio (KF)	200ppm a 250ppm (o mg/Kg de sal)	Vía Húmeda

Fuente: Norma Técnica Peruano 209.015.2006^{6,22-23}.

3.2.3.2 Sal yodada

Considerada sal para consumo humano e industrial que es producida en el Perú, los registros del volumen de producción por las empresas grandes es estimado en base a los informes de proporcionados por la Oficina de Estadística del Ministerio de Industria y en el caso de los productores pequeños se basa en los informes en los informes de fondo rotatorio para la compra de yodato de potasio.

Dentro del informe actual del año 2002, existen 52 plantas procesadoras de sal yodada registradas, 2 empresas grandes (EMSAL Y QUIMPAC) que cuentan con tecnología industrial avanzada y 50 empresas pequeñas con tecnologías más simples.

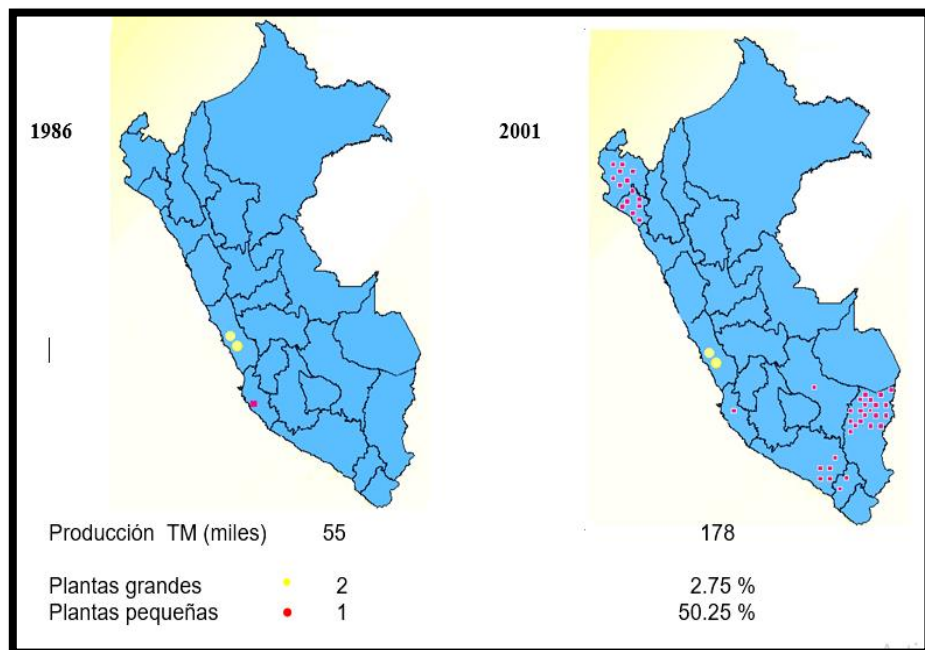


FIGURA N°1: Ubicación de las plantas de yodación

Fuente: Ministerio de Salud, eliminación de los desórdenes de deficiencia de yodo en Perú²².

3.2.3.2.1 Apoyo técnico de los pequeños productores

El Ministerio de Salud brindaba asistencia técnica permanente hasta el año 2002, mediante la contratación de dos ingenieros que radicaban y conocían las áreas de producción. Sin embargo en el año 2001 se desarrolló un programa de asistencia técnica y capacitación mediante cuatro guías que sirven como instrumento normativo y que establecen las condiciones normativas mínimas de las plantas²⁴.

3.2.3.2.2 Ofertas del mercado y demanda poblacional

Desde 1995 el volumen de producción de la sal yodada se mantiene por encima de la demanda población, considerando un consumo promedio de 5 Kilos de sal yodada/persona/año, incrementándose en con el crecimiento de la población.

3.2.3.2.3 Monitoreo de la calidad de la yodación de la sal

Se realiza básicamente a nivel de plantas de producción y a nivel del mercado minoristas. En el año 2001 en adelante la determinación del contenido de yodo en sal de mesa se lleva a cabo mediante el método de titulación volumétrica²⁴.

Así, por ejemplo, en los años 1998 más del 90% del total de las muestras de sal colectadas a nivel del mercado minorista mantienen un contenido de yodo mayor o igual a 15 ppm.

3.2.3.4 Sal en el organismo

La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) elaboró un informe técnico donde se recomienda que el método de ingesta adecuada por día será de menos de 5g de cloruro de sodio (2g de sodio) por día, para la población²³⁻²⁴.

La sal es un elemento esencial dado que el cuerpo humano no lo produce, contiene unos 65 – 100 g de Na⁺, además contiene otros minerales tales como: Magnesio, potasio, sodio, flúor, yodo, cloro, y entre otros que están en menor proporción^{19, 24}.

El elemento sodio es el principal catión de los fluidos extracelulares, considerada elemento esencial para mantener el equilibrio electrolítico, la capacidad de conducción nerviosa, contracciones musculares, síntesis de algunos aminoácidos e interviene en la producción de adrenalina.

3.2.3.5 Consumo de la sal yodada.

El consumo de la sal yodada es un trabajo que se realiza únicamente por encuestas a través de visitas domiciliarias por el personal de salud o solicitando a los escolares una muestra disponible en sus hogares, uno de los resultados más relevantes fue el estudio que se realizó, donde la proporción global de hogares que consume la sal yodada se ha mantenido por encima de 90%, con una tendencia a valores ligeramente más bajos en la subregión Sierra Sur, en comparación a las demás subregiones.

3.2.3.6 Beneficios de consumir sal a diario.

La necesidad de la ingesta de sal en la población dependerá de factores relacionados con la salud o factores geográficos externos, ay que considerar que en climas más cálidos y en actividades de alto esfuerzo se precisa ingerir mayor cantidad de sal para evitar nauseas o calambres.

La sal proporciona energía a los músculos evitando los posibles contracciones y/o calambres, estimula la circulación sanguínea para el buen funcionamiento de los riñones, vías orinarías, la sal ayuda a eliminas los ácidos tóxicos tales como ácido láctico y el

ácido úrico, la sal al estar fluorada tendrá la propiedad de la fortificación de los dientes y huesos, tiene la propiedad bacteriostática también es utilizado para conservar algunos alimentos tales como pescado o carnes¹⁹⁻²⁴.

La yodación de la sal es de gran importancia ya que previene los desórdenes de deficiencia de yodo, su consumo diario permite a largo plazo la síntesis adecuada de la hormona materna, evitando la disfunción tiroidea durante el embarazo, protegiendo al feto para su buen desarrollo.

3.2.3.7 La sal en la sociedad actual.

Considerando que los trastornos por deficiencia de yodo son una de las mayores amenazas para la salud y el desarrollo de la población en el mundo, todas las organizaciones internacionales apoyan y promueven el desarrollo de programas de yodación universal de la sal con el propósito de reducir la prevalencia, ya que la sal yodada constituye el método más efectivo para la erradicación de dichos trastornos.

Cabe señalar que la incorporación de los yoduros o los yodatos en la sal se realiza en los márgenes que están estipuladas en la Normativa Técnica Peruana^{6, 24}.

3.2.4 Yodo

Es un elemento químico, descubierto en 1811 por un científico llamado Bernard Courtois. Sin embargo, fue Gay-Lussac quien le dio el nombre griego iodo que significa violeta. “Ya en 1895 Baumann encontró este elemento en la glándula tiroidea y David Marine demuestra por primera vez la relación que existía entre la deficiencia de yodo y el aumento en el tamaño de la glándula tiroides”^{14,25}.

Es un elemento no metálico, con símbolo I, con número atómico 53, peso atómico 126.9, tiene valencias de 1, 3, 5, 7, punto de fusión 114 °C, punto de ebullición 184 °C, densidad 4.93 g/cm³, es el más pesado de los halógenos que se encuentra en la naturaleza. En condiciones normales, el yodo es un sólido negro, lustroso, y volátil al someter a calor emite vapores de color violeta²⁵.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud las cantidades recomendadas de este micronutriente son de 90 µg/día en niños menores de 5 años y de 150 µg/día de los 12 años en adelante, hasta la edad adulta. En la nutrición con yodo es gran importancia guardar el equilibrio entre los requerimientos de yodo y su provisión al organismo porque su deficiencia y su exceso puede ser perjudicial para la salud, por tal motivo requiere de un monitoreo permanente²⁶.

La fuente principal de yodo son los alimentos marinos (pescado, mariscos, algas, pulpo, camarones y moluscos), sin embargo estos alimentos marinos no son de fácil acceso. El yodo también se encuentra en carnes, leche, huevos, verduras y cereales pero por ubicación geográfica el contenido de yodo puede variar. En consecuencia a ello se considera como fuente principal a la sal yodada ya que es un producto de fácil acceso, de bajo precio y que tiene que cumplir con el contenido de yodo establecido por la norma técnica peruana²⁶.

3.2.4.1 Química del yodo

En general todos los halógenos constituyen el grupo 17 de la tabla periódica, Los elementos tales como flúor, yodo, cloro ástato y bromo tiene una semejanza en sus propiedades físicas y químicas.

La característica en configuración electrónica del yodo es 4d¹⁰5s²5p⁵. Ya que todos los halógenos presentan siete electrones en su última capa de valencia. Por lo cual los átomos de los halógenos aceptan fácilmente un electrón adicional para ceder los

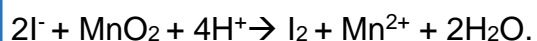
iones haluros o halogenuro cuando forman compuestos de tipo iónico, o bien completan el octeto compartiendo electrones con otro átomo en un enlace covalente simple²⁷.

3.2.4.2 Estado natural y obtención

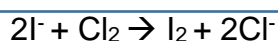
Abundancia promedio de Yodo en la corteza terrestre es de 0,46 ppm, siendo el halógeno menos abundante. Podemos encontrarla en el suelo donde se cultivan los vegetales y una gran parte de en los océanos, las regiones con menor contenido de yodo con las zonas montañosas, en nuestro País corresponde a la selva y sierra Peruana. La cantidad de yoduro en el agua del mar es muy baja (0.05ppm). Algunos organismos marinos y ciertas clases de algas marinas absorben el yoduro del agua y de este modo lo concentran (1000-3000 ppm)²⁷.

Los halógenos son muy reactivos y por esta razón nunca se encuentran en la naturaleza en estado libre. Presenta estado de oxidación -1, la obtención del elemento consiste entonces en la oxidación del halogenuro por distintos métodos.

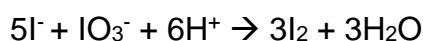
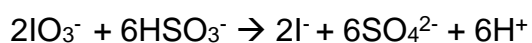
Las algas marinas fueron las primeras fuentes de obtención de yodo, el procedimiento iniciaba en la extracción de algas marinas, se las dejaba secar para ser quemadas, de la masa fundida las sales se extraían con agua, luego se trata con ácido sulfúrico y dióxido de manganeso²⁷⁻²⁸.



Otra de las fuentes de obtención son las salmueras donde la concentración de yodo estaba entre los valores de 50-100 ppm lo que hace posible su explotación comercial. En este caso el proceso de extracción de yodo consiste en tratar las aguas con gas cloro²⁸.



Finalmente la fuente comercialmente importante de yodo es el yodato de sodio, que es separada por cristalización del agua en el salitre como impureza en los depósitos naturales de nitrato de sodio (NaNO_3). El yodato más soluble, se concentra en las aguas madres, que pueden contener de un 5% a un 20% de yodato de sodio (NaIO_3). Esta solución concentrada se divide en dos partes: la primera se trata con bisulfito de sodio, que reduce el yodato a yoduro; luego esta solución se mezcla con la solución no tratada para dar yodo libre, que se filtra y se purifica por sublimación²⁷⁻²⁸.



3.2.4.3 Propiedades del yodo

Las propiedades físicas y químicas del yodo son densidad 4.930 g/cm^3 . En temperatura ambiente el yodo es un sólido de color casi negro y sus cristales grises con brillo metálico. “Se ha determinado, por difracción de rayos X, que el sólido está constituido por moléculas diatómicas discretas I_2 que se mantienen unidas por fuerzas de London (dipolo instantáneo-dipolo inducido)”²⁸.

El punto de fusión es $114 \text{ }^\circ\text{C}$. El yodo se sublima con facilidad por ejemplo si en estado sólido se calienta en un recipiente abierto a la atmósfera el yodo sublima sin fundir, esto indica que permite separarlo fácilmente de otras sustancias no volátiles.

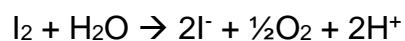
“La presión de vapor del sólido es elevada a una temperatura ambiente (3 mmHg a 55°C) y por esta razón el yodo se volatiliza lentamente si se deja expuesto al aire, observándose vapores de color violeta y un olor característico”²⁸,

La solubilidad del yodo en agua pura es muy baja ($0,33 \text{ g/l}$ a 25°C), en cambio es mucho más soluble en presencia de yoduros, debido

a la formación del anión triyoduro, dando soluciones de color marrón intenso. También es soluble en alcohol, éter, acetona e hidrocarburos insaturados, pero en estos solventes las soluciones son de color marrón.

Como se había indicado los integrantes de la familia de los halógenos tienen cierta característica. El yodo se parece al cloro y al bromo en sus propiedades químicas pero es algo menos energético, siendo el yodo el elemento menos oxidante de los halógenos, esto explica que en solución acuosa tanto el cloro como el bromo pueda desplazar al yodo de los yoduros²⁸.

El yodo no se combina directamente con el oxígeno y con el hidrógeno la reacción es muy lenta excepto en presencia de catalizadores. A su vez yodo no es capaz de oxidar al agua según:



Un claro ejemplo son las soluciones ácidas de yoduros, que son expuestas al aire siendo inestables y se oxidan por el oxígeno atmosférico para dar yodo, esta reacción es además catalizada por la luz.

3.2.4.4 Importancias del yodo en el cuerpo humano

El yodo es el mineral necesario para la formación de las hormonas de la glándula tiroidea, que son esenciales para el buen funcionamiento de todos los órganos y los procesos metabólicos del organismo, para el crecimiento y desarrollo normal del cerebro y del sistema nervioso.

Las alteraciones asociadas a la deficiencia de yodo se conocen como desordenes causados por la deficiencia de yodo (DDY), estas alteraciones pueden variar desde formas leves, que generalmente

pasan inadvertidas, hasta casos severos siendo aun en problema de salud pública²⁹.

Las etapas críticas para la adecuada provisión de yodo son: durante la gestación, debido a que el feto comienza a producir su propia hormona tiroidea a partir de la semana 12, así mismo, en la etapa de lactancia, la leche materna será la única fuente de yodo durante seis meses y los dos primeros años de vida en que casi culmina el desarrollo cerebral. A consecuencia la Organización Mundial de la Salud recomendó como medida preventiva la adición de yodo en la sal común en una proporción de 1 parte de yodo por 100,000 de sal solamente^{26, 29}.

3.2.4.5 Deficiencia de yodo y su impacto en la salud pública

A pesar que el bocio se conocía hace miles de años y el cretinismo hace cientos de años tuvieron que pasar muchos años para que los investigadores hallen la relación de entre el crecimiento de la glándula tiroidea y la carencia de yodo para luego ser reconocida y en 1896²⁶⁻²⁹.

Las manifestaciones físicas de toda una población fue de gran impacto considerándola como un problema de salud pública, por ello la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEFF) recomiendan la yodación de la sal como una estrategia segura, rentable y sostenible para garantizar el consumo suficiente de yodo por la población²⁹.

Según la OMS, la población objetivo de la vigilancia por Desordenes de Deficiencia de Yodo (DDY) lo constituyen los escolares, las gestantes y los neonatos. Los escolares entre 2 a 6 años son considerados una población vulnerable, al respecto, se ha reportado una mayor prevalencia de bocio en niños cuyas edades fluctúan entre 8 a 10 años siendo el indicador más utilizado para monitorear

la ingesta de yodo es la yoduria, debido a que más del 90% del yodo consumido se excreta en la orina²⁹.

Hoy en día se reconoce que la deficiencia de yodo es una de las áreas más estudiadas en salud pública que tiene las medidas de prevención y control y que han demostrado eficacia. Pese a ello existen lugares en el mundo que no se ha logrado controlar, por lo que continúa siendo un tema prioritario en Nutrición y Salud Pública.

3.2.4.6 Consecuencias de la deficiencia de yodo

La deficiencia de este micronutriente causa un gran impacto en el desarrollo del organismo humano durante el embarazo; aborto, mortalidad neonatal (muerte durante los primeros 28 días, después de nacido el niño), malformaciones congénitas, retraso mental en el niño, sordomudez o ceguera en el niño y cretinismo (retraso mental severo e irreversible). En los escolares, la falta de yodo produce; disminución de capacidad de aprendizaje. En adultos, la falta de yodo produce; cansancio, intolerancia al frío y bocio) ^{27,29}.

3.2.4.7 Legislación sobre la obligatoriedad de yodación de la sal

Es la ley que obliga la yodación de la sal tanto para consumo humano como para animal donde las autoridades apoyan su cumplimiento. Inicia en 1940 donde se hizo el primer intento de abordarla con la promulgación de la ley de yodación de la sal para las áreas bociógenas, el cual se implementó parcialmente en la década de los 50^{9, 26,29}.

“En 1969 se decretó la obligatoriedad de la producción y comercialización de la sal a nivel nacional; en 1971 se reglamentó y se encargó su implementación a la empresa de la Sal-EMSAL como entidad de estado. Posteriormente en 1991 con la política de liberación del mercado aparecen los pequeños productores que no

cumplían los requisitos de calidad”²⁶, pero las autoridades de la Organización de desórdenes de deficiencia de yodo permitió su control en la década.

El estado peruano, ha normado la fortificación de sal de consumo, con niveles de yodo entre 30 a 40 mg/kg. Sin embargo, la OMS indica que la sal de consumo humano deberá contener entre 20 a 40 mg/kg²⁹.

Base legal:

- Decreto Ley N° 17387, que declara obligatoria la producción y venta de la sal yodada, prohibiendo la venta del producto en estado natural.
- Decreto Supremo N° 007-98-SA, que aprueban reglamento sobre vigilancia y control Sanitario para Alimentos y Bebidas de Consumo Humano.
- Decreto Supremo N° 015-84-SA, que declara que las empresas dedicadas al procesamiento de la sal de consumo Humano están Obligadas a añadir flúor a dicho producto.
- Resolución Ministerial N° 732-2003-SA/DM. Que aprueba la guía de Procedimientos para la Yodación de la sal y la ficha de evaluación para la homogenización de plantas de Sal.

Referencias Técnicas:

- Codex Alimentarius Codex Stan N° 150-1985, Rev. 1-1997. Amend 1-1999. Amens 2-200.
- Norma Técnica Peruana de la Sal para Consumo Humano NTP 2009.015.2006.

3.2.4.8 Estabilidad de los compuestos yodo en la sal yodada

Conociendo el impacto que causa la deficiencia de yodo es de mucha importancia tener la estabilidad del micronutriente yodo por dos razones.

En primer lugar, es necesario que las cantidades de yodo estén en el rango de 30ppm a 40ppm estipulada por la autoridad médica; para asegurarnos que los individuos y los pueblos que reciban la sal yodada ha de servir de agente preventivo contra el bocio, deben de recibir la cantidad efectiva en su ingestión diaria de sal, es decir que no sea menor de la estipulada. En segundo lugar, es necesario que la normativa técnica peruana que rige la venta de sal yodada debe responder a un criterio de equidad hacia los fabricantes sujetos a cumplir obligatoriamente con todos los estándares determinados sobre la yodación de la sal^{27, 29}.

En la fortificación de sal con yodo suele efectuarse con agentes yoduros o yodato de potasio según la clasificación de sal que se quiera obtener, por ejemplo en la sal refinada es muy empleado el yoduro de potasio, pues su elevada solubilidad del yoduro resulta muy ventajosa para su preparación y su dispersión con atomizadores en cristales muy secos, sin embargo se producen perdidas de yodo en las condiciones ambientales de mucho calor, cuando hay exposición al sol o existe ventilación excesiva además existe pérdida considerable de yodo cuando la sal está expuesta a humedad, hasta el punto de ser húmeda al tacto. Ahora bien, si la sal se yoda con yodato de potasio no se registra pérdida alguna^{16, 26,29}.

3.2.4.9 Sal yodada con yoduro

El yodo se incluye en los suplementos dietéticos, usualmente en su presentación de yoduro de potasio o yoduro de sodio. Sin embargo este agente de yodación es más volátil a comparación que el yodato

de potasio. En un estudio realizado por F.C KELLY, B.Sc¹⁶ sobre la estabilidad de los compuestos de yodo en la sal yodada, 1953, presenta una importante aportación al conocimiento de la estabilidad de los diferentes compuestos de yodo en sal, y la pérdida de yodo que puede ocurrir cuando se expone la sal yodada a diferentes agentes de yodación.

3.2.5 Condiciones Ambientales.

En el ámbito de los alimentos la exposición a condiciones ambientales no debe suponer un riesgo para la seguridad del producto alimentario,

Los alimentos son expuestos a una gran variedad de condiciones ambientales, en el momento de su distribución y conservación factores tales como temperatura, humedad, el oxígeno y la luz, estos pueden desencadenar cambios bruscos causando deterioros físicos y químicos como por ejemplo pérdida de su valor nutritivo³⁰.

Sin embargo es de mucha importancia establecer las condiciones ambientales adecuadas de un alimento para su conservación durante su distribución y almacenamiento.

3.2.5.1 Característica del deterioro de los alimentos

Los productos que salen al mercado son expuestos a una gran variedad de condiciones ambientales hasta llegar al consumidor final. Los factores ambientales son los principales que pueden desencadenar varios mecanismos de reacción, conducir a la degradación del alimento, devaluación nutritiva y a la alteración de sus características organolépticas y/o fisicoquímicas. Las principales causas pueden ser de origen químico, físico o microbiológico, resumiéndose en la clasificación de los cambios indeseables que ocurren en los alimentos cuadro N° 3³⁰.

CUADRO N°3: Clasificación de los cambios indeseables que ocurren en los alimentos

ATRIBUTO	CAMBIO
Textura	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diminución de la solubilidad. ▪ Disminución de la capacidad para retener el agua. ▪ Endurecimiento. ▪ Reblandecimiento.
Sabor	Desarrollo de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rancidez (Hidrolítica u oxidativa). ▪ Sabor acaramelado o de cocción. ▪ Otros gustos extraños.
Color	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Oscurecimiento. ▪ Blanqueamiento ▪ Desarrollo de colores extraños
Valor Nutritivo	Pérdida o degradación de: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vitamina. ▪ Minerales. ▪ Proteínas. ▪ Lípidos.

Fuente: Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos, estudiado por Gloria Inés Giraldo Gomes³⁰.

Cambios Físicos: Son ocasionados por el mal trato que tienen los productos en los procesos de cosecha, procesamiento distribución y almacenamiento. Por ejemplo si los alimentos deshidratados están almacenados en ambientes húmedos absorben agua, sufriendo cambios en sus características³¹.

La pérdida de humedad da como resultado; pérdida de calidad general, pérdida del valor nutritivo, endurecimiento, disminución del volumen, y posibilidad de aparecer pigmentos/manchas blancas. Sin embargo, la ganancia de humedad da como resultado; pérdida de la cálida/textura, ablandamiento pegajosidad, aglutinamiento se acentúa por cambios y abusos de temperatura³⁰⁻³².

Cambio químico: Son ocasionados durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos, los cambios químicos derivan de la composición y de los factores ambientales externos, siendo los más importantes; la actividad enzimática, reacciones de oxidación, y reacciones no enzimáticas ^{31.33}.

El tiempo es considerablemente importante en los diferentes cambios ya que siempre está relacionado con la temperatura, que es fundamental en los cambios.

3.2.5.2 Vida útil

El cuidado de la salud es de mucha importancia, así como establecer el tiempo en que duraran los alimentos y tomar las precauciones necesarias para minimizar riesgos de deterioramiento del alimento y la posibilidad de contraer alguna enfermedad por dichas causas³²⁻³³.

“La vida útil de un alimento, se define como el tiempo finito después de su producción en condiciones controladas de almacenamiento”²⁶, donde hay la posibilidad que el alimento tenga una pérdida de sus propiedades sensoriales, fisicoquímicas y un cambio en el campo microbiológico³³.

Los factores que influyen en el tiempo de la duración de vida útil son: el tipo de materia prima, la formulación del producto, el método establecido y aplicado, condiciones sanitarias del proceso.

Otro punto importante es la determinación del tiempo de vida de anaquel, que se considera al tiempo durante el cual se observa y encuentra apto para el consumidor desde el punto de vista sanitario.

En el estudio de vida útil de un alimento es preciso tener las condiciones ambientales controladas y buscar espacios que mantengan los niveles de humedad y temperatura requeridos.

3.2.5.3 Condiciones ambientales modificadas y controladas para estudios acelerados de vida útil.

Consiste en sustituir la atmosfera ambiental normal que rodea al producto por otra atmosfera especialmente preparada, el estudio permite controlar reacciones enzimáticas, microbianas, devaluación nutricional por reacciones de sus compuestos y aditivos durante el tiempo de almacenamiento, dicho sistema es muy variable según lo requerido por lo que es importante llevar un control de temperatura, y humedad del ambiente modificado.

Los estudios se realizaran en cuartos y/o espacios con especificaciones de: Tamaño correspondiente a la cantidad de muestra, sistema de control de gases, sistema de evaluación controlada de la humedad relativa y temperatura³²⁻³³.

3.2.5.4 Vida útil acelerada para productos no perecederos

En los productos no perecederos cuya vida útil normal es mayor a seis meses, los análisis acelerados se realizaran en base a la aplicación de los principios de la cinética química sobre el efecto de las condiciones atmosféricas especialmente preparadas tales como temperatura, presión, luz y humedad, donde la velocidad de la reacción es mucha importancia. Estos análisis se puede realizar entre 90 a 120 días, las variables a evaluar dependerá del tipo de estudio³³.

3.3 Definición de términos básicos

1-. Estabilidad:

Ocurre cuando un sistema está en su estado de menor energía o equilibrio químico con su entorno, donde las moléculas o átomos individuales cambian de forma, pero su número total en una forma o estado particular se conserva.

2-. Temperatura:

Es una medida del calor presente en una sustancia, sea esta sólida, líquida o gaseosa.

3-. Vigilancia:

Monitoreo del comportamiento de un sistema, personas, objetos o procesos para la conformidad de normas esperadas o deseadas en sistemas confiables de control de seguridad o social.

4-. Humedad Ambiente:

Se refiere a la presencia de vapor de agua en el aire.

5-. Fortificación:

Es la adición de los micronutrientes yodo y flúor en la sal de consumo humano.

6-. Norma Técnica Peruana:

La dirección de la normalización es la autoridad encargada de aprobar las Normas Técnicas.

7-. Yodato de potasio:

Formula química es KIO_3 , cristales blancos finos o pulverizados, estable bajo condiciones de temperatura ambiente de almacenaje.

8-. Yoduro de potasio:

Formula química es KIO_3 , cristales blancos finos o pulverizados, estable bajo condiciones de temperatura ambiente de almacenaje.

9-. Desordenes de Deficiencia de yodo:

Produce bocio (llamado bocio endémico) y cretinismo alterando a la población más vulnerable; embarazadas, neonatos y niños.

10-. Valor Nutritivo:

Es el tipo y cantidad de nutrientes que es capaz de aportar a nuestro organismo, como por ejemplo: proteínas Hidratos y grasas.

11-. Nutrientes:

Son elementos o compuestos químicos contenidos en los alimentos y que aportan al organismo la energía necesaria.

12-. Bocio:

Crecimiento anormal de la glándula tiroidea con forma de mariposa en la parte anterior e inferior del cuello.

13-. Crecimiento:

Enfermedad caracterizada por un déficit permanente en el desarrollo físico y psíquico y va acompañado de deformidades del cuerpo y retraso de la inteligencia; debida a la falta de o destrucción de la glándula tiroides durante la etapa fetal.

14-. Organización Panamericana de Salud, Organización Mundial de la Salud, Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF):

Son organismos internacionales dedicados a mejorar la salud y las condiciones de vida de los pueblos, organismos especializados en salud.

15-. Poblacion vulnerable:

Grupo de personas que se encuentran en estado de desprotección o incapacidad frente a una amenaza a su condición psicológica, física y mental.

CAPÍTULO IV:

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 Tipo y nivel de la investigación

4.1.1 Tipo de Investigación:

1. Analítico: En el estudio se determina el efecto de las condiciones ambientales en relación con la concentración de yodo en sal de mesa.
2. Longitudinal: Las determinaciones de la concentración de yodo se realizaron en más de una oportunidad.
3. Prospectivo: Recolecta la información de datos correspondientes a los hechos que ocurren durante la exposición a las condiciones ambientales de temperatura y humedad.
4. Cuantitativo: Este estudio se basa en datos estadísticos que resultan de la cuantificación de la concentración de yodo.

4.1.2 Nivel de Investigación:

Explicativo: Se detalla el fenómeno causado por las condiciones ambientales para determinación de la concentración de yodo en sal de mesa.

4.2 Método y diseño de la investigación

4.2.1 Método de la investigación:

Inductivo: El estudio va de lo particular a lo general.

4.2.2 Diseño de la investigación:

Experimental, ya que se realizó manipulación de la variable independiente (condiciones ambientales) para analizar su efecto sobre la variable dependiente (concentración de yodo en sal de mesa).

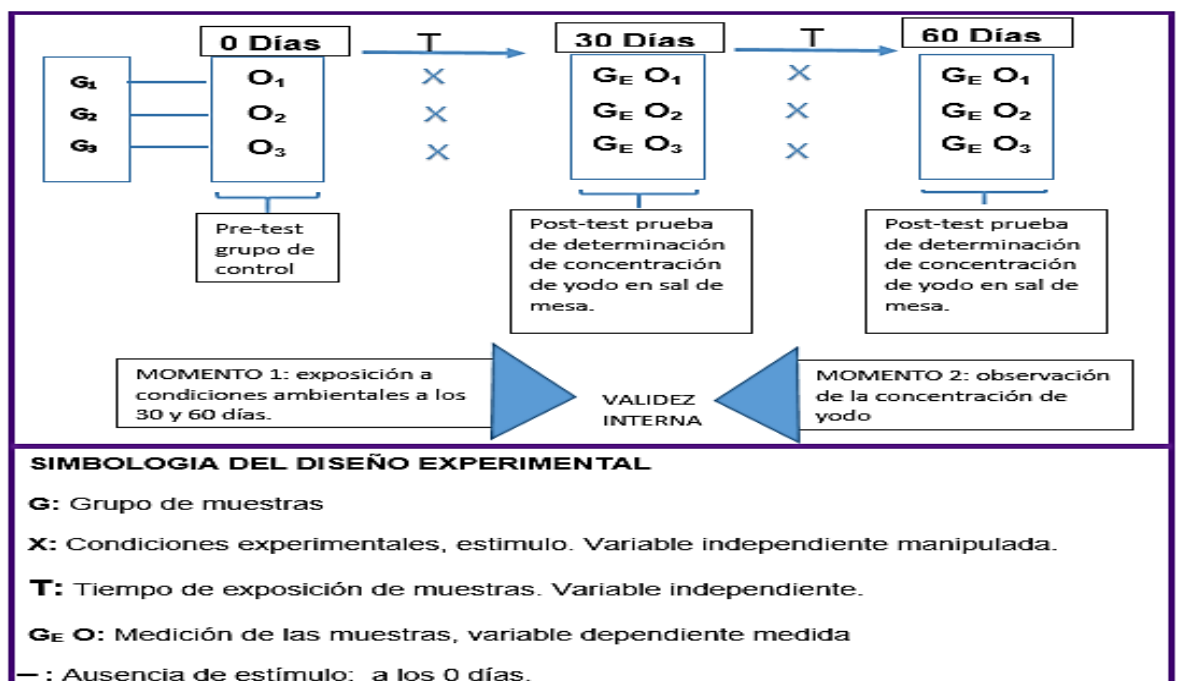


FIGURA N°2: Modelo del diseño experimental.

Fuente: Basada en la tipología de Campbell y Stanley, 1966.

4.3 Población y Muestra de la investigación

4.3.1 Población: Sal de mesa adquirido en el distrito de Magdalena del Mar en la ciudad de Lima.

4.3.2 Muestra: Representada por 3 muestras de sal de mesa del sur de Lima, de las siguientes instalaciones:

1. Sal de mesa, adquirido en el supermercado Plaza Veá.
2. Sal de mesa, adquirido en el mercado central Magdalena Plaza de Magdalena del Mar.
3. Sal de mesa, adquirido en tienda comercial ubicado en el distrito de Magdalena del Mar.

4.4 Técnicas, Instrumentos y Procedimiento de la recolección de los datos

4.4.1 Técnicas:

Se utilizó la técnica de volumetría, según la metodología recomendada por la Norma Técnica Peruana 209.237.1985 (revisada el 2011) donde se establece el método de ensayo para la determinación de yodo de una fuente de yodato de potasio en sal³¹.

El fundamento del procedimiento consiste en la valoración del yodo que se libera por oxidación de yoduro, donde la determinación de agentes oxidantes, comprende en añadir un exceso no medido de yodato de potasio a una solución ligeramente ácida del analito. La reducción de este produce una cantidad equivalente de yodo y este es titulado con una solución estándar de tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), que se llevan a cabo con una suspensión de almidón como indicador. El intenso color azul que se forma en presencia de yodo se debe a la adsorción de este en el interior de la cadena

helicoidal de B-amilasa. El punto final de esta titulación está marcado por la desaparición del color azul intenso³¹⁻³².

4.4.2 Instrumentos:

Ficha de registro de datos:

- ✓ Control de humedad relativa en ambiente abierto. (ver anexo 3)
- ✓ Control de temperatura de ambiente modificado. (ver anexo 3)

*Detalles de la estructura de ficha de registro de datos:

La elaboración fue propia con la revisión del asesor especialista del tema, además de guías de trabajos previos realizados por los autores Azueto C. y Axioma C^{33, 34}.

Título: control de temperatura y humedad relativa de ambiente modificado y abierto.

Datos obligatorios: nombre completo del responsable a registrar y fecha del inicio de registro.

División general: Número de días, temperatura ambiente (°C) y humedad relativa (%).

Sub ítems de temperatura ambiente: Registros diarios que se tomaron a horarios de; 8:00 de la mañana, 13:00 de medio día, 6:00 de la tarde y promedio por día.

Sub ítems de humedad relativa: Registros diarios que se tomaron a horarios de; 8:00 de la mañana, 13:00 de medio día, 6:00 de la tarde y promedio por día.

Ítems finales: corresponde al promedio total de temperatura y humedad relativa.

✓ Informe de ensayos fisicoquímicos, emitido por laboratorio CERTILAB. (ver anexo 4). Donde se detallan siguientes datos :

- Numero de muestras.
- Nombre del producto.
- Características de las muestra.
- Cantidad recibida.
- Presentación.
- Fecha de recepción.
- Tipo y método de ensayo utilizados.
- Resultados.
- Unidades de los resultados.

4.4.3 Procedimientos de recolección de datos

El procedimiento de recolección de datos inicia con la selección de la muestra, pesado de muestras y determinación de concentración de yodo según Normativa Técnica Peruana 209.237.1985 (revisada el 2011)³¹ en tres tiempos: empezando con un análisis previo a la estimulación o tratamiento experimental que se toma como punto de referencia, seguidamente se le expone al tratamiento experimental durante dos meses, donde se realiza la prueba post estímulo a los 30 y 60 días. De esta manera se tiene un seguimiento de la concentración de yodo en sal de mesa^{32, 35}.

4.4.3.1 Recolección de muestras

Las muestras de estudio fueron la sal de mesa compradas en el Distrito de Magdalena del Mar en tres establecimientos Plaza Vea, Mercado Central Magdalena Plaza y tienda, obteniendo una unidad por establecimiento. (Ver anexo 1).



FIGURA N°3: Muestras de sal adquiridas.

Fuente: Muestras de estudio adquiridas en tres establecimientos diferentes (plaza vea, mercado de Magdalena y tienda de Magdalena)

4.4.3.2 Evaluación de las características de las muestras de estudio.

Se registró datos del etiquetado de las muestras, además nos aseguramos que las muestras de estudio estén completamente selladas sin tener características de haber sufrido un daño o alteración alguna³⁵.

CUADRO N° 4: Características de las muestras

CARACTERÍSTICAS DE MUESTRAS		
Plaza vea	Mercado Magdalena del Mar.	Tienda de Magdalena del Mar.
<p>Sal yodada de mesa obtenida en supermercados Plaza Vea Contenido: 1kg Fecha de vencimiento: 24 de Junio del 2019 Lote: LN12406171 Observaciones: se encontró impurezas en el producto (puntos negros).</p>	<p>Sal yodada de mesa obtenida en mercado central Magdalena Plaza Contenido: 1kg Fecha de vencimiento: 15 de Junio del 2019 Lote: LN1506171 Observaciones: se encontró impurezas en el producto (puntos negros) (ver anexo 2).</p>	<p>Sal yodada de mesa obtenida en tienda. Contenido: 1kg Fecha de vencimiento: 05 de Julio del 2019 Lote: LN10507171 Observaciones: se encontró impurezas en el producto (puntos negros).</p>

Fuente: Elaboración propia

4.4.3.3 Obtención de las sub-muestras para un primer análisis

Se utilizaron tres sub-muestras de 200 gramos para un primer análisis asegurándonos que el método de ensayo a utilizar sea según la Normativa Técnica Peruana 209.237: 1985 (revisada el 2011)³¹. Donde la extracción fue de mucha importancia realizándose de manera homogénea, en condiciones Higiénico sanitarias adecuadas usando el equipo de protección tales como guantes, gorro, barbijo y guardapolvo³⁵⁻³⁶.

Todas las sub-muestras fueron debidamente rotuladas con datos de lugar, fecha de vencimiento, lote, contenido neto y las marcas de diferenciación que correspondan, fecha que haya sido tomada, nombre y firma del personal encariado. (Ver anexo 5)

Para el segundo y tercer análisis las sub-muestras fueron en total de 12 unidades cada una con el contenido neto de 80 gramos.

Seguidamente 6 muestras pasaron a ser almacenadas en un estabilizador con características de humedad y temperatura modificadas y controladas por un termo-higrómetro³⁴⁻³⁵.



FIGURA N°4: Sub-muestras expuestas a ambiente de Temperatura 25°C.

Fuente: Laboratorio EMICAL S.A.S; metodología de vida útil acelerado ³⁴.

Las otras 6 muestras fueron almacenadas en ambientes abiertos, la humedad relativa y la temperatura también fueron controladas por un termo-higrómetro. (Ver anexo 6)

*El segundo análisis se realizó a los 30 días de haber sido almacenado, las muestras fueron en total de 6 unidades de 80 gramos 3 muestras expuestas a las condiciones de humedad ambiente y 3 muestras correspondientes a temperatura de 25°C.

*El tercer análisis fue a los 60 días de almacenamiento, donde las muestras que fueron expuestas a humedad ambiente, presentaban gotas de agua síntomas de haber captado gran cantidad de agua a simple vista, sin embargo las muestras expuestas a condiciones de ambientales de temperatura de 25°C no presentaban cambios significativos en la textura de la sal, estas muestras fueron llevadas al laboratorio para los análisis respectivos. Los resultados fueron acreditados por el laboratorio Certilab quien nos emitió informes de ensayo.

4.4.3.4 Procedimiento de desarrollo del método

1. Se pesa 80 g de sal, en un matraz de 250ml.
2. Se disuelve con agua destilada hasta llegar a 100ml.
3. Filtramos la muestra.
4. Adicionar 2g de KI al 5%, y agitar.
5. agregar 5 ml de ácido clorhídrico 1N.
6. Se titula con tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0.1 N hasta la obtención de un color amarillo opaco.
7. Se añade unas gotas de almidón y se continúa la titulación hasta la decoloración total.

*ver fotos del procedimiento en (Ver anexo 8)

* Procedimiento de preparación de las soluciones. (Ver anexo 9)

Los resultados se expresan en partes por millón (ppm) el contenido de yodo expresado como elemento I_2 , se calcula mediante la siguiente fórmula³⁴⁻³⁵:

$$\% \text{I}_2 = \frac{V \times f. (0.02115)}{P}$$

Donde:

- V: es el volumen de tiosulfato de sodio 0,01 N gastados en la titulación.
- F: Factor de solución de la titulación de sodio 0,01N.

CAPÍTULO V:

PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

5.1 Análisis de tablas y gráficos

5.1.1 Registro del control de temperatura 25° y humedad relativa de ambiente.

TABLA N°1: Promedio del registro de temperatura ambiente modificado.

TEMPERATURA AMBIENTE MODIFICADO		
Días hábiles totales	30 días	60 días
Promedio mañana (8:00am)	24.0°C	24.5 °C
Promedio tarde (1:00pm)	26.5°C	27.0°C
Promedio noche (6:00pm)	25°.0C	23.5 °C
Promedio final	25°C	25°C

Fuente: Elaboración propia, a base de registro de datos.

De los datos del registro de temperatura en ambiente modificado el promedio fue de 25 °C a los 30 y 60 días de exposición, Dato que se tomará de referencia para el análisis de los resultados.

TABLA N°2: Promedio de registro de humedad relativa de ambiente abierto

	HUMEDAD RELATIVA	HUMEDAD RELATIVA
Días hábiles totales	30 días	60 días
Promedio mañana (8:00am)	75%	71%
Promedio tarde (1:00pm)	70%	74%
Promedio noche (6:00pm)	73%	73%
Promedio final	73%	73%

Fuente: Elaboración propia, a base de registro de datos.

Así mismo los datos del registro de la humedad relativa del ambiente abierto tuvieron como promedio final 73% a los 30 y 60 días de exposición. Dato que se tomara en cuenta para la interpretación de resultados en el momento de la determinación de la concentración de yodo en sal de mesa.

5.1.2 Análisis de resultados

En el estudio se evaluó tres muestras, las cuales tuvieron su primera determinación de yodo en el momento de abrir el sello de seguridad. Además se realizó dos evaluaciones que fueron a mitad de estudio (a los 30 días) y culminando el tiempo de estudio (a los 60 días).

5.1.2.1 Resultados:

CUADRO N°5: Determinación número uno de contenido de Yodo según NTP 209. 237.1985 (revisada el 2011)

		1° EVALUACION	
		CARACTERISTICAS	CONTENIDO DE YODO
PRIMER ANALISIS 0 Días	SAL PLAZA VEA	LOTE: 12406171	38,04 mg/Kg
		FV: 24/06/19	
		Cant. Evaluada: 200g	
	SAL MERCADO MAGDALENA	LOTE: 11506171	38,21 mg/Kg
		FV: 15/06/19	
		Cant. Evaluada: 200g	
	SAL DE TIENDA DE MAGDALENA	LOTE: 10507171	38,17 mg/Kg
		FV: 15/07/19	
		Cant. Evaluada: 200g	

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro N°5 se puede observar que en la determinación del contenido de yodo las muestras analizadas se encuentran dentro de las especificaciones según Normativa Técnica Peruana con un promedio de 38.14 ppm. Se evidencia además, que la muestra adquirida en Plaza Vea tiene el contenido de yodo más bajo a comparación con el del mercado y tienda del distrito de Magdalena del Mar, con una diferencia de 0.13ppm y 0.17ppm. (Ver Anexo 10)

5.1.2.2 Resultado del segundo análisis:

CUADRO N° 6: Segunda determinación de contenido de Yodo según NTP 209. 237.1985 (revisada el 2011)

		2° EVALUACION		
		CARACTERISTICAS	AMBIENTES	CONTENIDO DE YODO
SEGUNDO ANALISIS 30 Días	SAL PLAZA VEA	LOTE: 12406171	HUMEDAD	35,42 mg/Kg
		FV: 24/06/19		
		Cant. Evaluada: 80g	TEMPERATURA	36,03 mg/Kg
	SAL MERCADO MAGDALENA	LOTE: 11506171	HUMEDAD	32,18 mg/Kg
		FV: 15/06/19		
		Cant. Evaluada: 80g	TEMPERATURA	36, 20 mg/Kl
	SAL DE TIENDA DE MAGDALENA	LOTE: 10507171	HUMEDAD	34,16 mg/Kg
		FV: 15/07/19		
		Cant. Evaluada: 80g	TEMPERATURA	36,17 mg/Kg

Fuente: Elaboración Propia.

Según el cuadro N° 6 para esta segunda determinación del contenido de yodo, se evaluó un total de 6 muestras, 3 muestras expuestas a condiciones ambientales de humedad 73% y 3 muestras expuestas a condiciones ambientales de temperatura 25°C.

Se puede observar que todos los resultados disminuyen a comparación con el primer análisis, además, que el valor mínimo de contenido de yodo encontrado corresponde a la muestra de sal del Mercado Magdalena del Mar con 32.18 ppm. (Ver anexo 11)

5.1.2.3 Resultado del tercer análisis:

CUADRO N°7: Tercera determinación de contenido de Yodo según NTP 209. 237. 1985 (revisada el 2011)

		3° EVALUACION		
		CARACTERISTICAS	AMBIENTES	CONTENIDO DE YODO
TERCER ANALISIS 60 Días	SAL PLAZA VEA	LOTE: 12406171	HUMEDAD	31.08 mg/Kg
		FV: 24/06/19		
	SAL MERCADO MAGDALENA	Cant. Evaluada: 80g	TEMPERATURA	33.55 mg/Kg
		LOTE: 11506171	HUMEDAD	28.99 mg/Kg
	FV: 15/06/19			
	SAL DE TIENDA DE MAGDALENA	Cant. Evaluada: 80g	TEMPERATURA	32.27 mg/Kg
LOTE: 10507171		HUMEDAD	28.69 mg/Kg	
FV: 15/07/19				
		Cant. Evaluada: 80g	TEMPERATURA	31.08 mg/Kg

Fuente: Elaboración propia.

Puede observarse en el cuadro N° 7 la determinación del contenido de yodo a un total de 6 muestras, 3 muestras que fueron expuestas a condiciones ambientales de humedad y 3 muestras expuestas a condiciones ambientales de temperatura 25°C.

Se puede evidenciar que el contenido de yodo encontrado en las muestras de tienda y mercado Magdalena del Mar están por debajo del rango propuesto por la Normativa Técnica Peruana con valores de 28.69 ppm y 28.99 ppm respectivamente correspondientes a condiciones ambientales de humedad 73%. (Ver anexo 12)

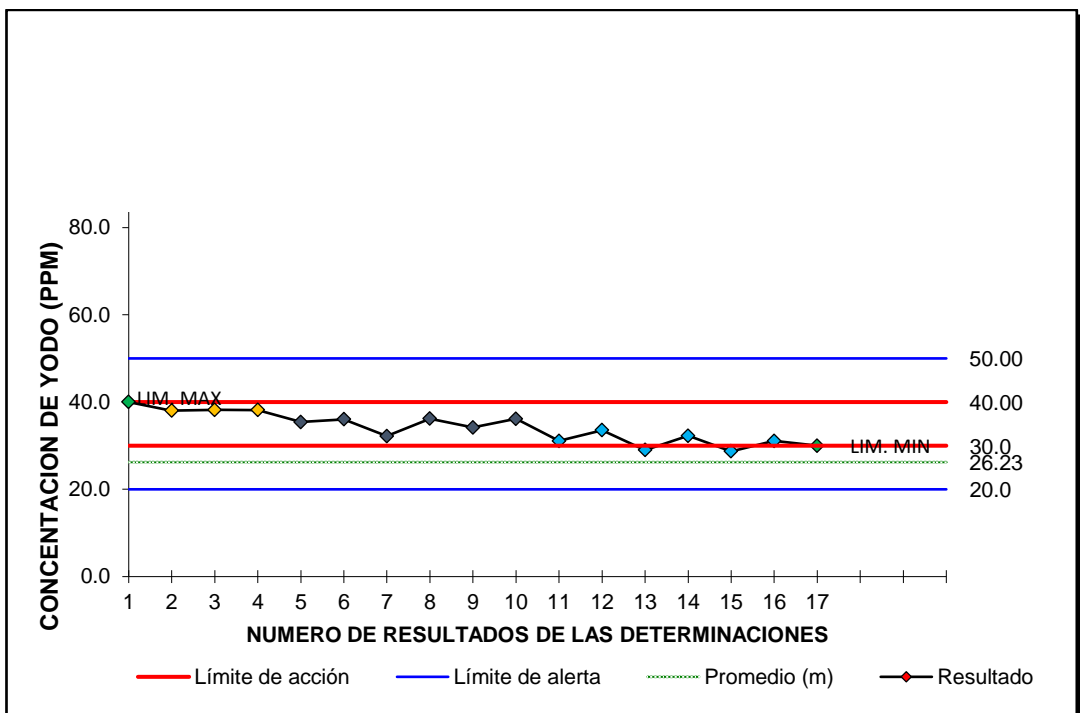


GRÁFICO N° 1: Baja concentración de yodo en sal de mesa según Normativa Técnica Peruana 209.015.2006

Fuente: Elaboración propia, del análisis de datos en Excel.

En esta gráfica N° 1 se puede visualizar dos puntos extremos con valores de 40 y 30 ppm que representan al límite máximo y mínimo de la concentración de yodo en sal de mesa según la Normativa Técnica Peruana. Así mismo se observa que gran parte de los resultados se encuentran dentro de este rango con un ligero acercamiento hacia el límite mínimo. También se evidencia que dos de los resultados sobrepasan el límite mínimo que representan a las muestras de condiciones ambientales de humedad, adquiridas en tienda de Distrito de Magdalena del Mar y mercado central Magdalena Plaza con valores de 28.99ppm y 28.69ppm respectivamente.

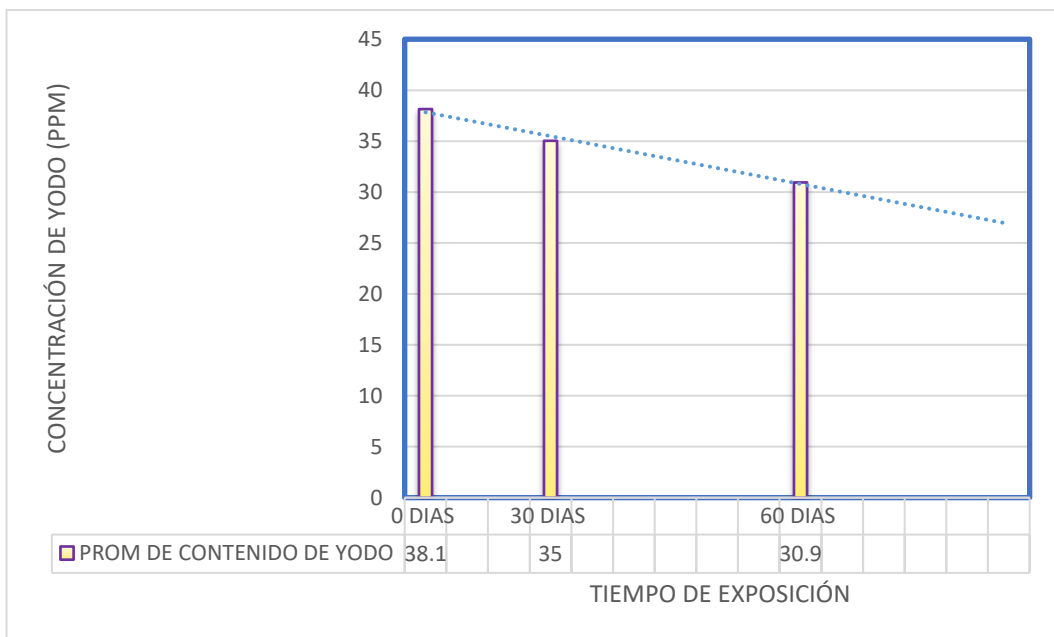


GRÁFICO N°2: Promedio de la concentración de yodo en sal de mesa con referencia al tiempo de exposición.

Fuente: Elaboración propia.

En la gráfica N° 2 se evidencia que los promedios de la determinación de la concentración de yodo en de sal de mesa a tres tiempos van disminuyendo significativamente conforme incrementa el tiempo de exposición, con valores promedios de 3.1ppm que corresponde al 8.13% a los 30 días y 5ppm equivalente a 13.11 % a los 60 días.

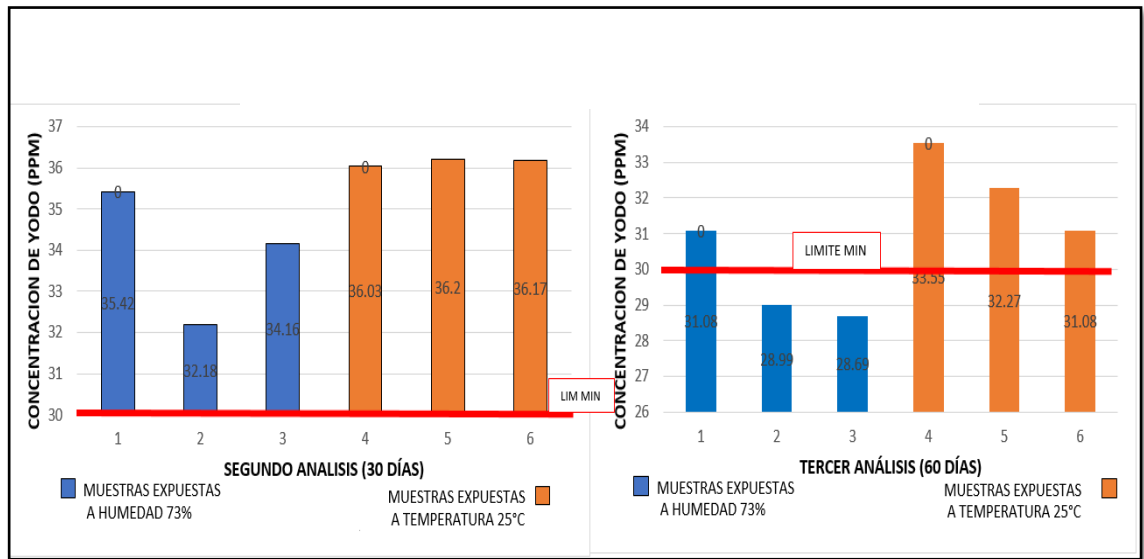


GRAFICO N° 3: Relación entre las condiciones ambientales y la concentración de yodo en sal de mesa.

Fuente: Elaboración propia, del análisis de datos en Excel.

En estas graficas N° 3 del segundo y tercer análisis se puede evidenciar que de todas las muestras expuestas a condiciones ambientales de humedad a 73% (barras azules) tienen variación significativa en sus resultado disminuyendo en promedio un 11.06% (4.22ppm) y 22% (8.56ppm) respectivamente. Además se observa que en el tercer análisis, dos de las muestras expuesta a dichas condiciones están por debajo del límite mínimo de la concentración de yodo en sal de mesa.

Con respecto a las muestras expuestas a condiciones ambientales de temperatura de 25°C (barras naranjas) se evidencia disminución significativa en el segundo análisis y el tercer análisis correspondientes a un promedio de 5.27% (2.01ppm) y 15.3% (5.84%ppm) respectivamente. Sin embargo ninguna de las muestras está por debajo del límite mínimo según Normativa Técnica Peruana.

5.2 Discusión de resultados

La deficiencia del micronutriente yodo es un problema de salud pública desde hace décadas, aunque en el Perú se considere como un problema erradicada virtualmente se tiene la posibilidad de un problema de salud pública reemergente.

Los resultados del presente estudio indican que en el primer análisis de las tres muestras de sales, el contenido de yodo se encuentra dentro de los requerimientos de la Normativa Técnica Peruana. Con valores de 38.04ppm (Plaza vea), 38.17ppm (Tienda) y 38.21ppm (Mercado). Lo que corrobora con el estudio realizado por **Higa; A¹²**. Ya que, en sus muestras analizadas la calidad de yodación se incrementó a un 84% entre pequeñas, medianos y grandes empresas esto indica que el contenido de yodo en sal estuvo dentro del rango estipulado por la Normativa Técnica Peruana, la metodología utilizada en esta investigación fue la misma, las determinaciones del contenido de yodo fue para muestras no alteradas quiere decir que se analizaron una vez retirado el sello de seguridad.

Así mismo nuestros resultados de este primer análisis concuerda con la investigación realizada por **Valdivia S. Robles S. Ramírez G¹¹**, donde se inspeccionan plantas de sal formales e informales existentes en el territorio nacional, en los periodos 2009 y 2010 ubicadas en los departamentos de Arequipa, Cusco, La Libertad, Lambayeque, Lima, Piura, y Puno. Se analizaron 151 muestras en el periodo 2009 y 172 muestras en el periodo 2010 donde se encontró que el valor mínimo fue de 4.2ppm y el valor máximo fue de 89.39ppm, y para las muestras recolectadas en el periodo 2010 el valor mínimo fue de 2.3ppm y el valor máximo fue de 85.2ppm. El estudio concluye que para el periodo de 2009 y 2010 el 50.9% cumple con los niveles de fortificación mientras que el 49.1% no cumplió. Este estudio tiene una paralela relación porque dentro del porcentaje que si cumple con los niveles de fortificación se encuentran las muestras producidas en el departamento de Lima, lo que corrobora el origen de nuestras muestras.

Si bien la totalidad de las muestras cumplían con el contenido de yodo en sal de mesa establecidos por la legislación, al analizar el efectivo contenido de yodo después de haber sido almacenado en ambientes de temperatura de 25°C y en humedad relativa de hasta 73%, se ve una clara disminución del contenido de yodo en un primer mes de ser expuesto. Observando que todas las sales expuestas a temperatura de 25°C disminuyeron en un 5.27% lo que corresponde a 2.01ppm contenido de yodo y que las muestras expuestas a humedad relativa de 73% disminuyeron en 11.06% correspondiente a 4.22ppm. En el tercer análisis que es a los dos meses de ser expuesto a condiciones ambientales se observa una disminución más notoria ya que las sales expuestas a temperatura de 25 °C disminuyeron en un 15.3 % correspondiente a 5,84 ppm y las muestras que fueron expuestas a humedad relativa disminuyeron en un 22% correspondiente a 8.56ppm. Según la Normativa Técnica Peruana 209.015.2006 el contenido de yodo en sal es de 30ppm a 40ppm. En el estudio se puede evidenciar que el contenido de yodo va disminuyendo con respecto al tiempo pues a mayor tiempo de exposición a efectos ambientales es menor el contenido de yodo en sal de mesa, además que las condiciones ambientales de temperatura y humedad si afectan significativamente. Lo que corrobora con la investigación realizada por **F.C. Kelly, B. Sc., PH.D., F.R.I.C**¹⁶. Donde la importancia del estudio radica en la determinación de la concentración de yodo luego de la exposición a diferentes condiciones de conservación y empleo, se estudió cinco grupos principales de factores físicos que son: el contenido de humedad en la sal y la atmosfera; la luz, el calor, las corrientes excesivas de aire y en general las condiciones atmosféricas, las impurezas en el agua primitiva. Reacciones de acides y alcalinidad y por último la forma en que se efectúe la adición de yodo (yodato o yoduro). Los resultados fueron que la pérdida de yodo en condiciones de humedad fue de 0.81ppm que corresponde al 16 %. Las sales yodadas con yoduro perdieron entre 73%, 90% y 24% durante el almacenamiento de 63 semanas sin embargo la sal yodada con yodato retuvo todo su contenido durante el mismo periodo. Con esta

investigación podemos afirmar que cuando la sal es yodada con yoduro de potasio las pérdidas conforme al tiempo de exposición son significativas. Sin embargo cuando la fortificación de yodo es con yodato de potasio las pérdidas son insignificantes ya que este compuesto es más estable que el yoduro de potasio.

Así mismo los resultados obtenidos indican que la muestra de sal de mesa obtenida en el mercado y tiendas del Distrito de Magdalena del Mar disminuyeron al ser expuesta a efectos ambientales de humedad de 73% hasta quedar fuera del rango permitido por la Normativa Técnica Peruana con 28.99ppm y 28.69ppm respectivamente, lo cual es preocupante ya que la fortificación en sal no estaría cumpliendo con su objetivo principal en zonas yodo deficientes y se corre el riesgo de afrontar un problema de salud pública reemergente. Dicha información coincide con La investigación realizada por **Cerrón; G¹⁰**. Donde el grupo control del estudio son niños menores de 24 meses y madres que dan de lactar. Se aplicó un cuestionario de 10 preguntas acerca de prácticas sobre el consumo de alimentos fuente de yodo a 51 madres que dan de lactar y sus niños, el resultado es, que el 98% de madres consumen sal yodada todos los días, 72.2% de niños menores de 24 meses consumen sal yodada diariamente, 16% de las madres adicionan siempre sal yodada a las preparaciones servidas, el 90% de los niños reciben lactancia materna de 6 a más veces al día. El estudio concluye que la principal fuente de yodo en la dieta de las madres que dan de lactar es la sal yodada seguida por el pan, en los niños menores de 12 meses su principal fuente de yodo es la leche materna y en niños que consumen alimentos su principal fuente de yodo es la sal yodada de mesa. Este estudio evidencia que en las zonas yodo deficientes como Huancavelica que tienen humedad relativa promedio anual de 81%, la sal de mesa es la única fuente de yodo. Es por ello que el resultado del estudio de los efectos de las condiciones ambientales en la concentración de yodo en sal de mesa es de gran importancia porque los resultados son datos prácticos para que la sal cumpla el objetivo principal de su fortificación, ya que el efecto de la humedad relativa estaría devaluando su valor nutritivo.

Los resultados del segundo y tercer análisis muestran que el contenido de yodo va disminuyendo con respecto al primer análisis lo que corrobora con el estudio realizado por **Mamani; C. Alvarez; D. Fernandez; I⁹**. Donde el objetivo de esta investigación se centra en determinar la yoduria y concentración de yodo en sal de consumo en escolares peruanos del nivel primario. El estudio concluye que la mediana de yoduria en los escolares de nivel primario presenta niveles superiores a las necesarias, según lo recomendado por la OMS, Además se evidencia que la concentración de yodo en sal es menor del rango permitido por la normativa técnica peruana ya que el 23.1% de las muestras de sal, tuvieron menos de 15 ppm de contenido de yodo. Decimos que corrobora al estudio porque las muestras fueron sales de hogares que iniciaron su consumo, es decir que ya había un tiempo y un efecto de las condiciones ambientales.

CONCLUSIONES

- 1.- Se determinó que el efecto de las condiciones ambientales afecta significativamente en la disminución de la concentración de yodo en la sal de mesa.
- 2.- La concentración de yodo en sal de mesa al ser expuesta a condiciones de temperatura de 25°C es de 32.3ppm.
- 3.- La concentración de yodo en sal de mesa al ser expuesta a condiciones de humedad ambiente es de 29.58 ppm.
- 4.- Se determinó que las muestras expuestas a condiciones de humedad ambiente tienen mayor efecto en la disminución de la concentración de yodo en sal de mesa en comparación con las muestras expuestas a condiciones ambientales de temperatura de 25°C.

RECOMENDACIONES

- 1.- Hacer una investigación preliminar sobre la determinación del contenido de yodo cuando la sal es fortificada con yoduro de potasio o yodato de potasio para la selección de muestras.
- 2.- Utilizar diferentes muestras de grandes, medianos y pequeñas empresas, que no solo sean expendidas en Lima puede ser de otros departamentos.
- 3.- Investigar en tiempo real, ya que la vida útil de la sal es amplio y existe diferencia en el almacenamiento en hogares.
- 4.- Se podría pensar en un estudio multisectorial realizando determinaciones in situ a nivel nacional, ya que el Perú tiene diversidad de condiciones ambientales, esto implicaría a que el ente regulador pueda asignar una mejor normativa.
- 5.- Considerar la posibilidad de cambiar el método de yodación de la sal por el yodato de potasio, el cual presenta una mayor estabilidad sin los inconvenientes de volatilidad del yoduro de potasio.
- 6.- Llevar un programa educativo a la población en general sobre las buenas prácticas de almacenamiento y el uso adecuado de la sal de mesa.
- 7.- También se recomienda que el ente regulador realice la supervisión del contenido de yodo en sal en tres tiempos: producto listo para venta, producto a mitad de su uso (en hogares) y al culminar el tiempo de vida útil. Con el fin de que la fortificación con yodo cumpla con el rango permitido por la Normativa Técnica Peruana (30ppm-40ppm) y establecer sanciones ejemplares a los infractores, ya que la deficiencia de este importante micronutriente podría desencadenar un problema de salud pública reemergente.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- 1.- Instituto Nacional de Salud. Vigilancia de Yodo en el Perú. Boletín INS. [Publicación periódica en línea]. [Citada: 2017 Diciembre 31]; [Disponible en: <http://www.portal.ins.gob.pe/en/cenan/cenan-c3/vigilancia-de-yodo-en-el-peru>].
- 2.- Samanta SM. Estado nutricional de yodo en estudiantes del nivel primario y factores que lo condicionan. Estudio realizado en la escuela de Nutrición- del municipio de Lima, Lima, Perú 2014. [Tesis para optar el grado de Licenciada en Nutrición]; 2014.
- 3.- Ministerio de salud, Dirección General de Salud de las Personas y Dirección ejecutiva de atención Integral de Salud. Eliminación de los desórdenes por deficiencia de yodo en Perú. Informe Actualizado al 2002 Lima, Marzo del 2003; 1-21.
- 4.- Checca. M. Yodo en sal de consumo familiar y su asociación con la yoduria en niños menores de 2 años del estado de Hidalgo [tesis para optar el título profesional de Licenciado en Nutrición]. Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de ciencias de la salud, Área Académica de Nutrición; 2004.
- 5.- Vargas J, Salas C, Garro G, Huarez B, Rengifo G, Medina N, et al. Boletín INS. [Publicación periódica en línea]. 2012 mayo- junio [Citada: 2017 mayo 31]; 18 (5): [aproximadamente 108 pp.] Disponible en: <http://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/INS/356/BOLETIN-2012-may-jun-editorial.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- 6.- Norma Técnica Peruana Publicado en el Instituto Nacional de Calidad, NTP 2009.015.2006, (06 de Marzo del 2006).
- 7.- Franco K. Estudio sobre los compuestos de yodo en sal yodada para consumo humano [Publicación periódica en línea]. 2010 Marzo [Citada:

2017 mayo 31]: [aproximadamente 316 pp.] Disponible en: <http://hist.library.paho.org/Spanish/BOL/v36n3p304.pdf>

8.- Eduardo A, eliminación virtual de la deficiencia de yodo en américa. Trascendencia en la salud publica contribución de la universidad Peruana Cayetano Heredia. [Publicación periódica en línea abril- septiembre 2017 [Citada: 2017 noviembre 29]: [aprox 11pp] disponible en: <http://www.upch.edu.pe/vrinve/dugic/revistas/index.php/AH/article/viewFile/3165/3141>.

9.- Mamani C. Álvarez D. Fernández I. Yoduria y concentración de yodo en sal de consumo en escolares Peruanos del nivel primario. Rev. Perú Med Exp Salud Pública, 2016; 33(4): 689-94.

10.- Cerron G, Prácticas sobre Consumo de Alimentos fuente de yodo en madres que dan de lactar y en sus niños menores de 24 meses, Huancavelica 2014. [Tesis para optar el grado de Licenciada en Nutrición]. Huancavelica: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Medicina, Escuela Profesional de Nutrición; 2014.

11.- Valdivia S. Robles S. Ramírez G. vigilancia de la fortificación de la sal para consumo humano en el Perú, periodo 2009-2010 [publicación periódica en línea]. 2012 [citada: 2017 mayo 31]: [aproximadamente 54pp.] disponible en Ministerio de Salud boletín INS.

12.- Higa Yamashiro. A. M. Yodación universal de la sal para la Eliminación de los DDI lecciones aprendidas Perú 1986-2000 aportes a la seguridad alimentaria nutricional, 2000; 151- 172.

13.- Rosales M. Optimización del proceso de yodación en la sal de mesa [trabajo de aplicación para optar el grado de licenciatura]. Bolivia: Universidad Mayor de San Andrés, facultas de tecnología química industrial; 2016.

14.-Samayoa SM. Determinación del estado nutricional de yodo en estudiantes del nivel primario y factores que lo condicionan. Estudio realizado en la escuela la calle-edelac- del municipio de Quetzaltenango, Quetzaltenango, Guatemala, 2014. [Tesis para optar el grado de Licenciada en Nutrición]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias de la Salud; 2014.

15.- Chávez. M. Disponibilidad de yodo en sal de consumo familiar y su asociación con la yoduria en niños menores de 5 años del estado de Hidalgo [tesis para optar el título profesional de Licenciado en Nutrición]. Hidalgo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Instituto de ciencias de la salud, Área Académica de Nutrición; 2006.

16.- F.C. Kelly, B. Sc., PH.D., F.R.I.C. Estudio sobre la estabilidad de los compuestos de yodo en sal yodada [Publicación periódica en línea]. 1954 Marzo [Citada: 2017 mayo 31]: [aproximadamente 316 pp.] Disponible en: <http://hist.library.paho.org/Spanish/BOL/v36n3p304.pdf>.

17.-Manual para el monitoreo de la sal fortificada con yodo. Documento adaptado para uso en la República de Panamá, 2011; 641: 1-70.

18.-Claramunt Garro M, Yodo. Guías alimentarias para la educación nutricional en costa rica, 2: 1-4.

19.-Morales Diego. Proceso de obtención de la sal [Publicación periódica en línea] 2014 Noviembre [citada: 2017 julio 04] 1-8 Disponible en: <http://obtenciondelasal.blogspot.pe/>.

20.-Boza J. La sal en la alimentación humana. Consejo Superior de Investigación Científicas y dela Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental, 1996; 04: 67-91.

21.- Coello C. La sal que nutre y alimenta [Publicación periódica en línea] [Citada: 2017 julio 4] 50 (1): [Aproximadamente 16pp.] Disponible en: <https://www.institutodelasal.com/uploads/docs/LA-SAL-QUE-NUTRE-Y-ALIMENTA.pdf>.

22.- Norma Técnica Peruana Publicado Sal para Consumo Humano en el Instituto Nacional de Calidad, NTP 2009.015.2005, (06 de Marzo del 2006).

23.- Reglamento técnico para la fortificación de las al para consumo humano con yodo y flúor. Publicado en el diario El Peruano, 2006.

24. Ministerio de Salud, Dirección General de Salud de las personas, Dirección Ejecutiva de Atención Integral de Salud, Eliminación de los desórdenes por deficiencia de yodo en Perú, informe actualizado al 2002. [Publicación periódica en línea] 2003 Marzo [08 de octubre del 2017]: [aproximadamente 21 pp] Disponible en <ftp://ftp2.minsa.gob.pe/descargas/dgsp/documentos/.../Yodo%20en%20el%20Peru>.

25.- Mamani. E. Evaluación de factores que influyen en la absorción de sal y determinación de vida anaquel en la elaboración de queso tipo paria [tesis para optar el título profesional de Ingeniero Agroindustrial]. Puno: Universidad Nacional del Altiplano, facultas de Ciencias Agrarias, escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial; 2016.

26.- Coello C. La sal de la vida [Publicación periódica en línea] [Citada: 2017 julio 7] 50 (1): [Aproximadamente 18pp.] Disponible en: <https://www.institutodelasal.com/uploads/docs/LA-SAL-DE-LA-VIDA.pdf>.

27.- Importancia del yodo en el cuerpo humano. Revista hospitales Ángeles, 2015; 1-5.

28.- Química Inorgánica. Obtención de Iodo [libro electrónico], Perú: [Citado: 2017 julio 8] disponible en: http://dec.fq.edu.uy/catedra_inorganica/inorganica/practica8.pdf.

29.-Arroyave G. Pineda O, Scrimshaw N. contenido de yodo de muestras de sal común provenientes de centro América y Panamá. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, 1957; 586- 590.

30.- Giraldo G.I. Métodos de estudio de vida de anaquel de los alimentos [Trabajo presentado como requisito para optar a la categoría de profesor asociado]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia sede Manizales Facultad de Ciencias y Administración Departamento de Ciencias; 1999.

31.- Norma Técnica Peruana Publicado en el Instituto Nacional de Calidad, NTP 2009.237.1985 (revisada el 2011). Determinación de yodo 1^{ra} edición (14 de diciembre del 2014) actualizado al 2016. 02. 11.

32.- Química Analítica. Reacciones de Oxido-Reducción. Licenciado en Nutrición. [Publicación periódica en línea] [Citada el 2017 Agosto]: [aproximadamente 10pp] disponible en: <file:///C:/Users/hp/Desktop/RECOPIACION%20DE%20INF%20KI03/DETERMINACION%20DE%20YODO%20EN%20SAL.pdf>.

33.- Anzueto C. Modelos matemáticos para estimación de vida útil de alimentos. [Publicación periódica en línea] 2012 Agosto [citada: 2017 julio 9] [aproximadamente 57pp] Disponible en: <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/2458/VIDA%20ANAQUEL%20CndsSalvador.pdf>.

34.- Axioma C. Vida útil en el tiempo real o acelerada [Publicación periódica en línea] [citado: 2017 julio 10] disponible en: <http://revistaalimentos.com/guia/classified/vida-util-en-tiempo-real-o-acelerada-2146.html>.

35.-Norma Técnica Peruana Publicado en el Instituto Nacional de Calidad, NTP 2009.236.1985, sal extracción de las muestras 1^{ra} edición (14 de diciembre del 2014). Actualizada al 2016. 02. 11.

36.- Carrillo M, Reyes A. Vida útil de los alimentos [Publicación periódica en línea] 2013 junio [citada: 2017 julio 9] 2 (3): [aproximadamente 12pp] disponible en <file:///C:/Users/hp/Downloads/Dialnet-VidaUtilDeLosAlimentos-5063620.pdf>.

ANEXOS

**ANEXO N°1: Obtención de las muestras
Comprando sal MARINA de mesa en plaza vea.**



Fuente: propia.

**Comprando sal MARINA de mesa en mercado Plaza Magdalena del
Mar**



Fuente: propia.

Comprando sal MARINA de mesa en Tienda Magdalena del Mar



Fuente: propia.

ANEXO N°2: Impurezas de la sal puntos negros



Fuente: propia.

ANEXO N°3: Control de temperatura de ambiente modificado y abierto.

CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DE AMBIENTE MODIFICADO Y ABIERTO

TESIS: EFECTOS DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA CONCENTRACIÓN DE YODO EN SAL DE MESA.

RESPONSABLE DEL REGISTRO:

MES: _AGOSTO_ AÑO: 2017

DÍAS	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)				HUMEDAD RELATIVA			
	AM: 8:00	PM: 1:00	PM: 6:00	Prom/día	AM: 8:00	PM: 1:00	PM: 6:00	Prom/día
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								
21								
22								
23								
24								
25								
26								
27								
28								
29								
30								
31								
PROMEDIO								
	PROM. TEMP.				PROM. HUMED.			

Fuente: propia, con la aprobación del asesor especialista en el tema.

ANEXO N°4 Informes de ensayos físico químicos

 **CERTILAB**

INFORME DE ENSAYO
N° N3759 - 2017

Solicitante: *CONDOR QUISPE BANESSA*
Dirección: *Km. 107 Carretera a puerto Maldonado Cusco (Km 107.5 Frente a Vulcanizadora El Gato) Madre de Dios - Tambopata - Inambari*
Solicitud de Ensayo N°: *2813-2017/N*
Nombre del Producto: *SAL DE CONSUMO HUMANO*
Características de la muestra: *Muestra 3:*
(proporcionado por el solicitante) *Mercado Magdalena*
Lote: 11506171
F.V.: 15/06/19
Cantidad recibida: *200 g*
Presentación: *A granel en 01 bolsas de polietileno transparente cerrada de 200 g.*
Fecha de recepción: *21 de agosto de 2017*
Fecha de ejecución de ensayos: *Del 22 al 23 de agosto de 2017*

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Índice de yodo	38,21	mg/kg

Métodos de ensayo utilizados:
01. NTP 209.237. 1985 (Revisada el 2011) SAL. Determinación del Yodo. 1a Ed.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relaciona unicamente a las muestras analizadas. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- El muestreo, las condiciones de muestreo y transporte de la muestra hasta su ingreso a CERTILAB es responsabilidad del solicitante.
- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA (Declaración exigida por el Reglamento de Uso del Símbolo de Acreditación y Declaración de la Condición de Acreditado DA-acr-05R. Sin embargo, el organismo emisor está ACREDITADO ante el INACAL).
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de CERTILAB.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 25 de agosto de 2017


[Firma]
Q.F. Lisly Sedano Angulo
Laboratorio de Fisiología Química
CQFP: 11894 LIMA

Informe de Ensayo N° N3759-2017 *Pág. 1 de 1*

CERTIFICADORA Y LABORATORIOS ALAS PERUANAS S.A.C.
Av. La Paz 1598, San Miguel, Lima - PERÚ
Teléfono: (511) 578-4986 - 578-4970 - 578-5062 Telefax: 578-4542 E-mail: certilab@certilabperu.com



CERTILAB

**INFORME DE ENSAYO
N° N3758 - 2017**

Solicitante: *CONDOR QUISPE BANESSA*
Dirección: *Km. 107 Carretera a puerto Maldonado Cusco (Km 107.5 Frente a Vulcanizadora El Gato) Madre de Dios - Tambopata - Inambari 2813-2017/N*
Solicitud de Ensayo N°: *SAL DE CONSUMO HUMANO*
Nombre del Producto: *Muestra 2:*
Características de la muestra: *Tiendas Magdalena*
 (proporcionado por el solicitante) *Lote: 10507171*
F.V.: 05/07/19
Cantidad recibida: *200 g*
Presentación: *A granel en 01 bolsas de polietileno transparente cerrada de 200 g.*
Fecha de recepción: *21 de agosto de 2017*
Fecha de ejecución de ensayos: *Del 22 al 23 de agosto de 2017*

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Índice de yodo	38,17	mg/kg

Métodos de ensayo utilizados:

01. NTP 209.237:1985 (Revisada el 2011) SAL. Determinación del Yodo. 1a Ed.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relaciona únicamente a las muestras analizadas. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- El muestreo, las condiciones de muestreo y transporte de la muestra hasta su ingreso a CERTILAB es responsabilidad del solicitante.
- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA (Declaración exigida por el Reglamento de Uso del Símbolo de Acreditación y Declaración de la Condición de Acreditado DA-acr-05R. Sin embargo, el organismo emisor está ACREDITADO ante el INACAL).
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de CERTILAB.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 25 de agosto de 2017

[Firma]
Q.F. Lisy Sedano Inga
 Laboratorio de Físico Química
 CQFP: 11894 LIMA



CERTILAB

INFORME DE ENSAYO
N° N3757 - 2017

Solicitante: *CONDOR QUISPE BANESSA*
Dirección: *Km. 107 Carretera a puerto Maldonado Cusco (Km 107.5 Frente a Vulcanizadora El Gato) Madre de Dios - Tambopata - Inambari 2813-2017/N*
Solicitud de Ensayo N°: *2813-2017/N*
Nombre del Producto: *SAL DE CONSUMO HUMANO*
Características de la muestra: *Muestra 1:*
Tiendas Plaza Veá
Lote: 12406171
F.V.: 24/06/19
Cantidad recibida: *200 g*
Presentación: *A granel en 01 bolsas de polietileno transparente cerrada de 200 g.*
Fecha de recepción: *21 de agosto de 2017*
Fecha de ejecución de ensayos: *Del 22 al 23 de agosto de 2017*

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado	Unidades
01	Índice de yodo	38,04	mg/kg

Métodos de ensayo utilizados:

01. NTP 209.237. 1985 (Revisada el 2011) SAL. Determinación del Yodo. 1a Ed.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relaciona únicamente a las muestras analizadas. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- El muestreo, las condiciones de muestreo y transporte de la muestra hasta su ingreso a CERTILAB es responsabilidad del solicitante.
- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA (Declaración exigida por el Reglamento de Uso del Símbolo de Acreditación y Declaración de la Condición de Acreditado DA-acr-05R. Sin embargo, el organismo emisor está ACREDITADO ante el INACAL).
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de CERTILAB.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 25 de agosto de 2017



[Firma]
Q.F. Lisly Sedano Inga
Laboratorio de Físico Química
CQFP: 11894 LIMA



CERTILAB

INFORME DE ENSAYO
N° N4414 - 2017

Solicitante: *CONDOR QUISPE BANESSA*
Dirección: *Km. 107 Carretera a puerto Maldonado Cusco (Km 107.5 Frente a Vulcanizadora El Gato) Madre de Dios - Tambopata - Inambari 3395-2017/N*
Solicitud de Ensayo N°:
Nombre del Producto: *SAL DE CONSUMO HUMANO*
Características de la muestra: *Muestra 1: Tiendas Plaza Vea, expuesto a temperatura 25 °C, Lote: 12406171, F.V.: 24/06/19*
Muestra 2: Tiendas Magdalena, expuesto a temperatura 25 °C, Lote: 10507171, F.V.: 05/07/19
Muestra 3: Mercado Magdalena, expuesto a temperatura 25 °C, Lote: 11506171, F.V.: 15/06/19
Muestra 4: Tiendas Plaza Vea, expuesto a temperatura ambiente, Lote: 12406171, F.V.: 24/06/19
Muestra 5: Tiendas Magdalena, expuesto a temperatura ambiente, Lote: 10507171, F.V.: 05/07/19
Muestra 6: Mercado Magdalena, expuesto a temperatura ambiente, Lote: 11506171, F.V.: 15/06/19
Cantidad recibida: *60 g de cada muestra*
Presentación: *A granel en bolsas de polietileno transparentes cerradas.*
Fecha de recepción: *03 de septiembre de 2017*
Fecha de ejecución de ensayos: *Del 27 de septiembre al 02 de octubre de 2017*

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado						Unidades
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	
01	Índice de yodo	33,55	31,08	32,27	31,08	28,69	28,99	mg/kg

Métodos de ensayo utilizados:

01. NTP 209.237. 1985 (Revisada el 2011) SAL. Determinación del Yodo. 1a Ed.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relaciona unicamente a las muestras analizadas. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- El muestreo, las condiciones de muestreo y transporte de la muestra hasta su ingreso a CERTILAB es responsabilidad del solicitante.
- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA (Declaración exigida por el Reglamento de Uso del Símbolo de Acreditación y Declaración de la Condición de Acreditado DA-acr-05R. Sin embargo, el organismo emisor está ACREDITADO ante el INACAL).
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de CERTILAB.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 03 de octubre de 2017



[Signature]
Q.F. Lisly Sedano Inga
Laboratorio de Física Química
CQFP: 11894 LIMA



INFORME DE ENSAYO
N° N4414 - 2017

Solicitante: *CONDOR QUISPE BANESSA*
Dirección: *Km. 107 Carretera a puerto Maldonado Cusco (Km 107.5 Frente a Vulcanizadora El Gato) Madre de Dios - Tambopata - Inambari 3395-2017/N*
Solicitud de Ensayo N°:
Nombre del Producto: *SAL DE CONSUMO HUMANO*
Características de la muestra: *Muestra 1: Tiendas Plaza Vea, expuesto a temperatura 25 °C, Lote: 12406171, F.V.: 24/06/19*
Muestra 2: Tiendas Magdalena, expuesto a temperatura 25 °C, Lote: 10507171, F.V.: 05/07/19
Muestra 3: Mercado Magdalena, expuesto a temperatura 25 °C, Lote: 11506171, F.V.: 15/06/19
Muestra 4: Tiendas Plaza Vea, expuesto a temperatura ambiente, Lote: 12406171, F.V.: 24/06/19
Muestra 5: Tiendas Magdalena, expuesto a temperatura ambiente, Lote: 10507171, F.V.: 05/07/19
Muestra 6: Mercado Magdalena, expuesto a temperatura ambiente, Lote: 11506171, F.V.: 15/06/19
Cantidad recibida: *60 g de cada muestra*
Presentación: *A granel en bolsas de polietileno transparentes cerradas.*
Fecha de recepción: *03 de septiembre de 2017*
Fecha de ejecución de ensayos: *Del 27 de septiembre al 02 de octubre de 2017*

ENSAYOS FISICOQUIMICOS

N°	Ensayo	Resultado						Unidades
		Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra 4	Muestra 5	Muestra 6	
01	Índice de yodo	33,55	31,08	32,27	31,08	28,69	28,99	mg/kg

Métodos de ensayo utilizados:

01. NTP 209.237. 1985 (Revisada el 2011) SAL. Determinación del Yodo. 1a Ed.

- Los resultados del presente Informe de Ensayo se relaciona unicamente a las muestras analizadas. No es un certificado de conformidad, ni certificado del sistema de calidad de quien produce la muestra.
- El muestreo, las condiciones de muestreo y transporte de la muestra hasta su ingreso a CERTILAB es responsabilidad del solicitante.
- Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA (Declaración exigida por el Reglamento de Uso del Símbolo de Acreditación y Declaración de la Condición de Acreditado DA-acr-05R. Sin embargo, el organismo emisor está ACREDITADO ante el INACAL).
- Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de CERTILAB.
- El presente Informe tiene una vigencia de 01 año después de la fecha de emisión.

San Miguel, 03 de octubre de 2017



[Firma]
Q.F. Lisly Sedano Inga
Laboratorio de Física Química
CQFP: 11894 LIMA

ANEXO N°5: Muestras para el primer análisis

Sub-muestras de 200g para el primer analisis



Fuente: Propia.



Fuente: Propia.

ANEXO N°6: Muestras expuestas a condiciones ambientales abiertos.



Fuente: Propia

ANEXO N°7: Registro de datos

CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DE AMBIENTE MODIFICADO Y ABIERTO

TESIS: EFECTOS DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA CONCENTRACIÓN DE YODO EN SAL DE MESA.

RESPONSABLE DEL REGISTRO: Banessa Condor Quispe MES: _AGOSTO_ AÑO: 2017

DÍAS	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)				HUMEDAD RELATIVA			
	AM: 8:00	PM: 1.00	PM: 6:00	Prom/dia	AM: 8:00	PM: 1:00	PM: 6:00	Prom/dia
1	24	26	24	24.66667	75%	74%	74%	74%
2	23	27	25	25	74%	69%	74%	72%
3	25	26	23	24.66667	73%	72%	73%	73%
4	24	29	24	25.66667	75%	74%	74%	74%
5	23	28	25	25.33333	74%	74%	74%	74%
6	23	27	25	25	74%	74%	74%	74%
7	24	28	25	25.66667	75%	73%	75%	74%
8	23	27	25	25	75%	74%	74%	74%
9	25	28	23	25.33333	74%	75%	74%	74%
10	24	28	25	25.66667	75%	74%	74%	74%
11	24	28	26	26	75%	73%	71%	73%
12	24	27	24	25	75%	72%	72%	73%
13	23	29	27	26.33333	73%	71%	71%	72%
14	23	27	24	24.66667	75%	70%	74%	73%
15	24	28	23	25	24%	70%	72%	55%
16	24	26	23	24.33333	73%	70%	69%	71%
17	24	27	23	24.66667	75%	74%	70%	73%
18	26	29	23	26	75%	72%	68%	72%
19	23	27	24	24.66667	74%	73%	70%	72%
20	24	28	25	25.66667	73%	74%	73%	73%
21	25	27	25	25.66667	75%	65%	73%	71%
22	23	29	25	25.66667	73%	75%	73%	74%
23	24	27	25	25.33333	75%	74%	73%	74%
24	24	26	25	25	75%	73%	74%	74%
25	23	27	25	25	75%	70%	73%	73%
26	23	28	24	25	74%	71%	74%	73%
27	25	28	26	26.33333	75%	70%	75%	73%
28	23	27	26	25.33333	75%	68%	76%	73%
29	23	27	25	25	73%	67%	75%	72%
30	24	28	26	26	72%	66%	73%	70%
31	24	27	24	25	75%	65%	72%	71%
PROMEDIO	24	26.5	25	25	75%	70%	73%	73%
	PROM. TEMP.		25		PROM. HUMED.		73%	

CONTROL DE TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA DE AMBIENTE MODIFICADO Y ABIERTO

TESIS: EFECTOS DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA CONCENTRACIÓN DE YODO EN SAL DE MESA.

RESPONSABLE DEL REGISTRO: Banessa Condor Quispe MES: _SEPTIEMBRE_ AÑO: 2017

DÍAS	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)				HUMEDAD RELATIVA (%)			
	AM: 8:00	PM: 1.00	PM: 6:00	Prom/día	AM: 8:00	PM:1:00	PM: 6:00	Prom/día
1	23	26	23	24	74%	72%	75%	74%
2	24	26	25	25	74%	70%	74%	73%
3	26	26	24	25.33333	73%	72%	73%	73%
4	24	27	25	25.33333	75%	73%	73%	74%
5	24	28	25	25.66667	75%	74%	74%	74%
6	23	27	25	25	74%	73%	74%	74%
7	24	29	26	26.33333	75%	73%	72%	73%
8	23	27	25	25	75%	74%	74%	74%
9	24	28	23	25	74%	75%	74%	74%
10	24	27	24	25	76%	74%	74%	75%
11	24	28	26	26	75%	71%	73%	73%
12	26	27	24	25.66667	75%	72%	72%	73%
13	23	30	26	26.33333	74%	71%	71%	72%
14	23	27	24	24.66667	75%	70%	73%	73%
15	24	28	23	25	24%	70%	72%	55%
16	22	26	23	23.66667	72%	70%	69%	70%
17	24	27	23	24.66667	75%	74%	70%	73%
18	25	26	23	24.66667	73%	72%	70%	72%
19	23	27	24	24.66667	74%	73%	70%	72%
20	24	28	25	25.66667	73%	73%	73%	73%
21	24	27	25	25.33333	75%	65%	73%	71%
22	23	27	25	25	73%	72%	72%	72%
23	24	25	24	24.33333	73%	74%	73%	73%
24	24	26	25	25	75%	73%	74%	74%
25	23	27	25	25	73%	70%	73%	72%
26	25	28	25	26	74%	71%	74%	73%
27	25	25	27	25.66667	75%	70%	75%	73%
28	23	27	26	25.33333	75%	70%	73%	73%
29	25	26	27	26	73%	67%	74%	71%
30	27	28	26	27	72%	66%	72%	70%
31	26	28	24	26	74%	70%	73%	72%
PROMEDIO	24.5	27	23.5	25	74%	71%	74%	73%
	PROM. TEMP.		25		PROM. HUMED.		73%	

Fuente: Propia.

ANEXO N° 8 Fotos del procedimiento del método



Fuente: Propia.



Fuente: Propia.

ANEXO N°9: Procedimientos de la preparación de las soluciones

Preparación de Soluciones

Solución 1: tiosulfato 0,1 N

10ml $0,1 N$ → 100ml exp $0,01 N$

Solución 2: Solución del Dimidion

1g disolver en 10ml H_2O hasta 100ml hervir & enfriar

Solución 3: Yoduro de Potasio

$Sf = \frac{\text{Peso salado} \cdot 100}{100 ml}$

$Sg = \text{peso salado}$

* guardar en frasco bien cerrado descartar cuando la solución se torna amarillenta.

Preparación de dicromato de potasio

$K_2Cr_2O_7$ $w = 0,16g$ → 100ml H_2O exp

↑
Previamente Secado

Momento de la titulación.

↓ tiosulfato 0,01 N (A)

↓

10ml $K_2Cr_2O_7$ (B)
- 3 g KI
- 5 ml HCl Q.P.
- 100 ml H_2O

* atmidan
merodo - incoloro.

* Secar la Normalidad $K_2Cr_2O_7$ $PM = 49,032$.

$$N = \frac{0,16g}{49,032 \times 0,1L}$$

$$N = 0,03263$$

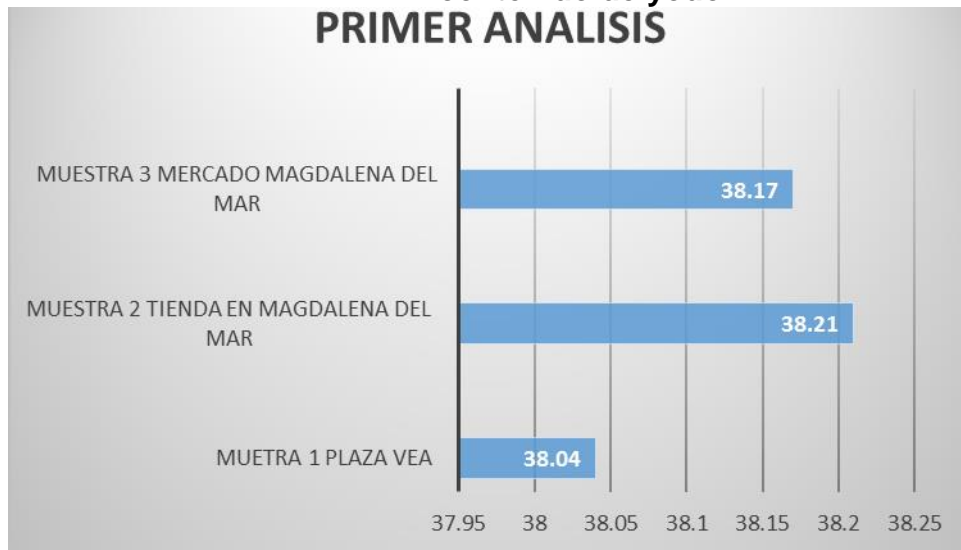
* Normalidad de Tiosulfato

$$N = \frac{0,03263 \times 10 ml}{31 m.}$$

$$N = 0,01 N$$

Fuente: Propia con revisión de libros y normativa Técnica Peruana.

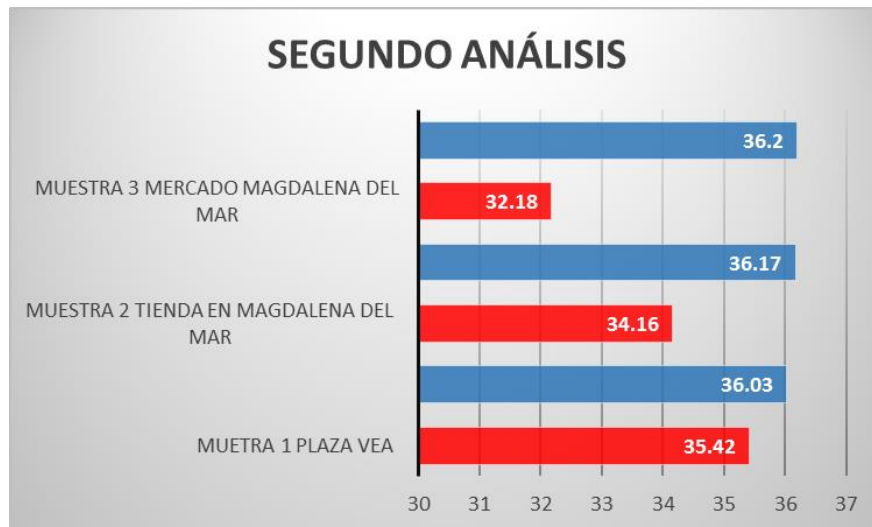
ANEXO N° 10: Resultado de la primera determinación del contenido de yodo.



Fuente: propia, base de datos experimentales y análisis de Excel.

De acuerdo a la metodología propuesta para la determinación del contenido de yodo en sal de mesa. Se evidencia que la muestra adquirida en Plaza Vea tiene el contenido de yodo más bajo a comparación con el del mercado y tienda en Magdalena del Mar con una diferencia de 0.13 ppm y 0.17 ppm respectivamente.

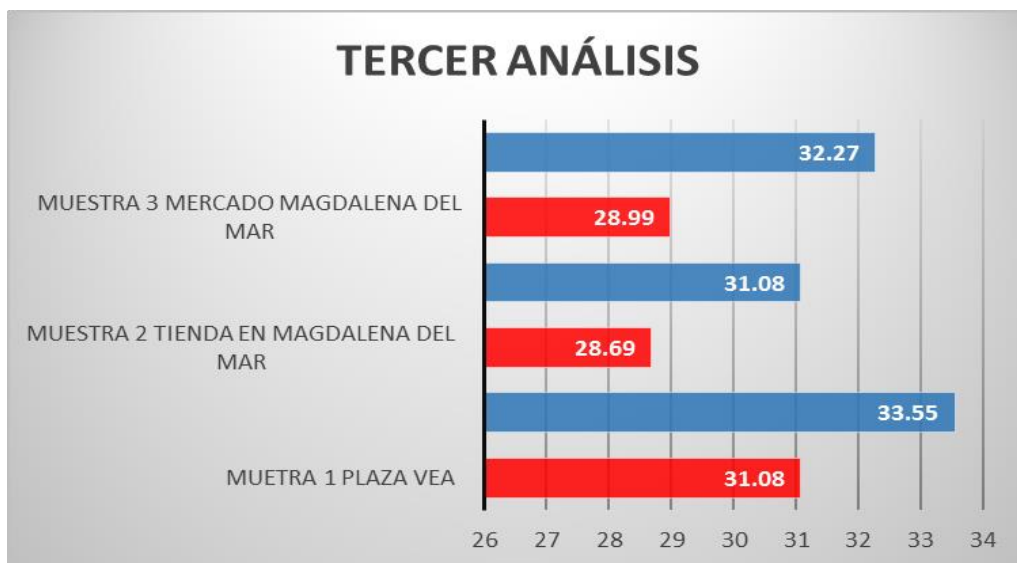
ANEXO N° 11: Resultado de la segunda determinación del contenido de yodo



Fuente: propia, base de datos experimentales y análisis de Excel.

Se aprecia que la humedad (barras de color rojo) disminuye significativamente con respecto a los resultados de las muestras expuestas a condiciones ambientales de temperatura de 25°C (barras de color azul).

ANEXO N° 12: Resultado de la tercera determinación del contenido de yodo.



Fuente: propia, base de datos experimentales y análisis de Excel.

ANEXO N°13: Datos ordenados de los resultados.

Orden	Data Orden.	Procedencia de la sal	Condición ambiental	N° de evaluaciones
1	38.21 ppm	Mercado	No expuesto	1°
2	38.17 ppm	Tienda	No expuesto	1°
3	38.04 ppm	Plaza Vea	No expuesto	1°
4	36.20 ppm	Mercado	Temperatura	2°
5	36.17 ppm	Tienda	Temperatura	2°
6	36.03 ppm	Plaza vea	Temperatura	2°
7	35.42 ppm	Plaza vea	Humedad	2°
8	34.16 ppm	Tienda	Humedad	2°
9	33.55 ppm	Plaza vea	Temperatura	3°
10	32.27 ppm	Mercado	Temperatura	3°
11	32.18 ppm	Mercado	Humedad	2°
12	31.08 ppm	Tienda	Temperatura	3°
13	31.08 ppm	Plaza vea	Humedad	3°
14	28.99 ppm	Mercado	Humedad	3°
15	28.69 ppm	Tienda	Humedad	3°

Fuente: elaboración propia, base de datos experimentales

En la tabla se explica los datos ordenados de los resultados para 15 muestras analizadas en diferentes tiempos, indicando su procedencia y la condición ambiental al que fue expuesto, además se puede hacer una comparación frente a los límites máximos y mínimos según el rango permitido por la Normativa Técnica Peruana.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO DE PROYECTO DE TESIS: EFECTOS DE LAS CONDICIONES AMBIENTALES EN LA CONCENTRACION DE YODO EN SAL DE MESA

BACHILLER: Banessa Condor Quispe

CORREO: valeydy_lucerito@hotmail.com

CELULAR: 931823744

GRUPO: 3

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACION	METODO Y DISEÑO DE INVESTIGACION	VARIABLES	POBLACION Y MUESTRA
<p>¿Cuál es el efecto de las condiciones ambientales en la concentración de yodo en sal de mesa?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS: P.E.1: ¿Cuál es el efecto de la temperatura a 25° en la concentración de yodo en sal de mesa? P.E.2: ¿Cuál es el efecto de la humedad ambiente en la concentración de yodo en sal de mesa? P.E.3: ¿Cuál de las condiciones ambientales presenta mayor efecto sobre la concentración de yodo en sal de mesa?</p>	<p>Determinar el efecto de las condiciones ambientales en la concentración de yodo en sal de mesa.</p> <p>OBJETIVOS ESPECIFICOS: O.E.1: Determinar la concentración de yodo expuesto a condiciones de temperatura de 25°. O.E.2: Determinar la concentración de yodo expuesto a condiciones de humedad ambiente. O.E.3: Comparar el efecto de las condiciones ambientales sobre la concentración de yodo presente en sal de mesa.</p>	<p>Las condiciones ambientales tendrán un efecto en la concentración de yodo en sal de mesa.</p> <p>HIPOTESIS ESPECIFICOS: H.E.1: La concentración de yodo en sal de mesa se modifica al ser expuesta a condiciones de temperatura a 25°. H.E.2: La concentración de yodo en sal de mesa se modifica al ser expuesto a la humedad del ambiente. H.E.3: Las condiciones ambientales influyen de manera diferente sobre la concentración de yodo en sal de mesa.</p>	<p>Tipo de investigación: Analítico. Prospectivo. Longitudinal. Cuantitativo: este estudio se basa en datos estadísticos que resultan de la cuantificación de la concentración de yodo.</p> <p>Nivel de investigación: Explicativo: el estudio tendrá un grupo control donde se someterá a diferentes condiciones ambientales para determinar la concentración de yodo en sal de mesa.</p>	<p>Método de investigación: Inductivo, el estudio va de lo particular a lo general.</p> <p>Diseño de investigación: Experimental: ya que habrá manipulación de la variable independiente.</p>	<p>Variables independientes (Y) Y1: Condiciones Ambientales Y2: Tiempo de exposición. Indicadores: Y1: Temperatura a 25°. Y1: Humedad ambiente Y2: Días, cuando se abre el sello de seguridad. Y2: Días de exposición a temperatura y humedad relativa.</p> <p>Variables dependientes (X) X: Concentración de yodo en sal de mesa. Indicadores: X1: Concentración de yodo en base a la Normativa Técnica Peruana 209.237.1985 X2: Contenido de yodo en base a la Norma Técnica Peruana 209.015:2006.</p>	<p>POBLACIÓN: Sal de mesa adquirido en el distrito de Magdalena del Mar en la ciudad de Lima.</p> <p>MUESTRAS: Sal de mesa, adquirido en el supermercado plaza vea. Sal de mesa, adquirido en el mercado central Magdalena Plaza de Magdalena del Mar. Sal de mesa, adquirido en tienda comercial ubicado en el distrito de Magdalena del Mar.</p>

--	--	--	--	--	--	--

