



**Facultad de Medicina Humana y Ciencias de la
Salud**

Escuela Profesional de Nutrición Humana

TESIS:

**“CONCENTRACIÓN DE YODO EN SAL DE
CONSUMO Y NIVELES DE YODURIA EN NIÑOS DE
5 AÑOS”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
LICENCIADO EN NUTRICIÓN HUMANA**

PRESENTADO POR:

BESSOMBES NAVEDA, MASTER GIANCARLO

ASESORA:

Lic. Elsa Aquino Vargas

Lima, Perú, Febrero 2019

DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a Dios, por darme la oportunidad de vivir y estar conmigo en cada paso que doy.

A mí familia, especialmente los abuelos, por apoyarme siempre.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Alas Peruanas, por formarme como profesional y brindarme las herramientas educativas necesarias.

A mi asesora de tesis, Lic. Elsa Aquino, por su permanente seguimiento en la investigación.

A los padres de familia y profesores de los niños que participaron en el estudio, por la disposición y facilidades brindadas durante la intervención.

ÍNDICE GENERAL

<i>Dedicatoria</i>	<i>i</i>
<i>Agradecimiento</i>	<i>ii</i>
<i>Índice general</i>	<i>iii</i>
<i>Índice de tablas</i>	<i>vi</i>
<i>Índice de cuadros</i>	<i>vii</i>
<i>Índice de gráficos</i>	<i>viii</i>
<i>Resumen</i>	<i>ix</i>
<i>Abstract</i>	<i>x</i>
<i>Introducción</i>	<i>xi</i>

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.Descripción de la situación problemática.....	12
1.2.Formulación del problema.....	13
1.2.1.Problema general.....	13
1.2.2.Problemas específicos.....	14
1.3.Objetivos de la Investigación.....	14
1.3.1.Objetivo general.....	14
1.3.2.Objetivos específicos.....	14
1.4.Justificación, importancia y viabilidad de la Investigación.....	15
1.4.1.Justificación de la Investigación.....	15
1.4.2.Importancia de la Investigación.....	16
1.5.Limitaciones del estudio.....	16

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1.Antecedentes.....	17
2.1.1.A nivel nacional.....	17
2.1.2.A nivel internacional.....	22
2.2.Bases Teóricas.....	27
2.2.1.Yodo.....	27
2.2.1.1.Generalidades.....	27
2.2.1.2. Metabolismo.....	29
2.2.1.3.Función y Requerimientos.....	33
2.2.1.4.Fuentes Alimentarias.....	34
2.2.1.5.Patologías relacionadas.....	36
2.2.2.Yoduria.....	41

2.2.2.1.Generalidades.....	41
2.2.2.2.Factores Principales en Determinación.....	43
2.2.2.3.Métodos de Determinación.....	44
2.2.2.4.Valores Referenciales.....	45
2.2.3.Sal de Consumo Humano.....	47
2.2.3.1.Generalidades.....	47
2.2.3.2.Fortificación y Yodación Universal de la Sal.....	49
2.2.3.3.Elementos y Proceso de Yodación de sal.....	52
2.2.3.4.Métodos de Determinación.....	53
2.2.3.5.Valores Referenciales.....	55
2.3.Definición de términos básicos.....	56

CAPÍTULO III: HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1.Formulación de hipótesis.....	59
3.1.1.Hipótesis general.....	59
3.1.2.Hipótesis específicas.....	59
3.2.Identificación de variables.....	60
3.3.Operacionalización de variables.....	60

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1.Tipo y Nivel de Investigación.....	62
4.1.1.Tipo de investigación.....	62
4.1.2.Nivel de investigación.....	62
4.2.Método y Diseño de la investigación.....	63
4.2.1.Método de la investigación.....	63
4.2.2.Diseño de la investigación.....	63
4.3.Población y muestreo de la investigación.....	64
4.3.1.Población.....	64
4.3.2.Muestra.....	65
4.4.Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección datos.....	66
4.4.1.Técnicas.....	66
4.4.2.Instrumentos.....	67
4.4.3.Procedimientos.....	67

CAPÍTULO V: ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1.Resultados de investigación.....	70
5.1.1.Niveles de yoduria.....	71
5.1.2.Concentración de yodo en sal de consumo.....	77
5.1.3.Relación entre yoduria y concentración de yodo en sal.....	79

CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

6.1.Discusión de investigación.....	86
6.1.1.Yoduria general.....	86
6.1.2.Yoduria según género.....	88
6.1.3.Concentración de yodo en sal de consumo.....	89
6.1.4.Relación entre yoduria y concentración de yodo en sal.....	91
CONCLUSIONES.....	93
RECOMENDACIONES.....	94
FUENTES DE INFORMACIÓN.....	96
ANEXOS.....	102

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°1:	Valores normales de oligoelementos en suero sanguíneo y leche materna.....	28
TABLA N°2:	Requerimientos de yodo según grupo etario.....	34
TABLA N°3:	Principales fuentes alimenticias de yodo.....	35
TABLA N°4:	Trastornos por déficit de yodo en etapas de la vida.....	37
TABLA N°5:	Valoración del estado nutricional de yodo según niveles de yoduria.....	47
TABLA N°6:	Valores de yodo en sal en prueba de Yoditest....	54
TABLA N°7:	Distribución de frecuencias de los niveles de yoduria.....	71
TABLA N°8:	Distribución del género de la población de muestra según los niveles de yoduria.....	73
TABLA N°9:	Distribución de frecuencias de concentración de yodo en sal de consumo.....	77
TABLA N°10:	Distribución de la concentración de yodo en sal de consumo según estado del yodo.....	79
TABLA N°11:	Tabulación cruzada entre clasificación de niveles de yoduria y concentración de yodo en sal.....	82
TABLA N°12:	Tabulación cruzada y medidas de asociación entre variables de yoduria y concentración de yodo, asumiendo categorías “insuficientemente yodado” y “yodado”.....	83
TABLA N°13:	Tabulación cruzada entre variables de yoduria y concentración de yodo, asumiendo categorías “normativamente yodado” y “normativamente no yodado”.....	84

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO N° 1: Identificación de variables.....	60
CUADRO N° 2: Operacionalización de variables.....	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1: Histograma de frecuencias de niveles de yoduria.....	72
GRÁFICO N° 2: Dispersión de porcentajes de niveles de yoduria, en grupo masculino.....	74
GRÁFICO N° 3: Dispersión de porcentajes de niveles de yoduria, en grupo femenino.....	75
GRÁFICO N° 4: Diagrama de cajas de niveles de yoduria de acuerdo al género.....	76
GRÁFICO N° 5: Diagrama de cajas referente a los niveles de yoduria respecto a la concentración de yodo en sal de consumo.....	80

RESUMEN

Introducción: El yodo, como micronutriente, tiene gran relevancia fisiológica en el desarrollo fetal y crecimiento infantil; los alimentos marinos y la sal yodada son las principales fuentes alimenticias. Cabe mencionar que la medición del correcto estado nutricional en niños es el indicador de la erradicación de trastornos por deficiencia de este elemento. **Objetivo:** determinar los niveles de yoduria y concentración de yodo en sal de consumo, en niños de 05 años de una institución educativa en Villa El Salvador, Lima. **Materiales y métodos:** Se realizó una investigación correlacional transversal con un muestreo probabilístico aleatorio estratificado proporcional, obteniendo muestras de 40 niños. La determinación de yoduria fue realizada por análisis volumétrico cuantitativo (reacción de Sandell-Kolthoff), en muestra única de orina; además, se empleó el método semicuantitativo de Yoditest para la estimación de yodo en sal. La información fue recolectada mediante hojas de registro, y procesada por el software estadístico Minitab, generando medidas de resumen y pruebas asociativas. **Resultados:** La yoduria promedio determinada ascendió a 149 ug/L. El grupo masculino (promedio 156 ug/L) y grupo femenino (promedio 142 ug/L) fueron sometidos a la prueba t de student (comparación de grupos), obteniendo un valor p de 0.885. Respecto a la concentración de yodo en sal, el 88 % de muestras se calificaron como yodadas (OMS: ≥ 15 ppm), y el 25 % cumplieron con la normativa nacional (≥ 30 ppm); el 12 % fueron sales inadecuadamente fortificadas (≤ 7 ppm). Se aplicó la prueba exacta de Fisher (valor p de 0.01), basados en los valores de la OMS; empleando los parámetros nacionales, se obtuvo un valor p de 0.30, indicando una correlación positiva entre las variables. **Conclusiones:** La yoduria de los niños se encuentra en estado óptimo, existiendo superioridad en el género masculino. La situación de la yodación de la sal es contrastante: adecuada, según la OMS, y deficiente, según la norma nacional. Existe una asociación positiva entre la cantidad de yodo en sal y el nivel de yoduria.

Palabras clave: Yodo; Yodo urinario; Sal yodada; Niños

ABSTRACT

Introduction: Iodine, as a micronutrient, has great physiological relevance in fetal development and infant growth; The marine foods and iodized salt are the main food sources. It is worth mentioning the measurement of the correct nutritional status in children is the indicator of the eradication of deficiency disorders of this element. **Aims:** The present study aims to determine, the urinary iodine and concentration of iodine in salt consumption, in children aged 05 years of an educational institution in Villa El Salvador, Lima. **Materials and methods:** A correlational and cross-sectional investigation was carried out with proportional stratified random probabilistic sampling, obtaining samples from 40 children. The determination of urinary iodine was performed by quantitative volumetric analysis (Sandell-Kolthoff reaction), in a single sample of urine; also, the semi-quantitative method of Yoditest was used to estimate iodine in salt. The information was collected through record sheets, and processed by the Minitab statistical software, generating summary measures and associative tests. **Results:** The average determined iodine in urine amounted to 149 ug/L. The male group (average 156 ug/L) and female group (average 142 ug/L) were subjected to the Student's t-test (group comparison), obtaining a p-value of 0.885. Regarding the concentration of iodine in salt, 88% of samples were classified as iodized (WHO: ≥ 15 ppm), and 25% complied with national regulations (≥ 30 ppm); 12% were inadequately fortified salts (≤ 7 ppm). Fisher's exact test was applied (p-value of 0.01), based on WHO values; using the national parameters, a p-value of 0.30 was obtained, indicating a positive correlation between the variables. **Conclusions:** the urinary iodine of children is in an optimal state, with a predominance in the male gender. The situation of iodization of salt is contrasting: adequate, according to the WHO, and deficient, according to the national standard. There is a positive association between the amount of iodine in salt and the urinary iodine.

Keywords: Iodine; Urinary iodine; Iodized salt; Child

INTRODUCCIÓN

Desde décadas pasadas, la situación nutricional del yodo y los trastornos por deficiencia de yodo (TDY) en las personas han sido considerados como problemas de salud pública mundial y parte principal de líneas de acción en países en vías de desarrollo.¹ Muestra de esto son las diversas acciones tomadas por estados de América del Sur y Centroamérica, los cuales iniciaron un proceso de reversión en la situación.²

La presente investigación pretende describir y analizar los valores de yodo en muestra de orina (yoduria), considerado además como valor referencial en la decisión de implementación de políticas e intervenciones en patologías o trastornos relacionados,^{3,4} y la concentración de yodo en la sal de consumo proveniente de muestras de hogares. La realización y aplicación de pruebas se darán mediante la intervención del centro educativo inicial ubicado en el distrito de Villa El Salvador (VES), dentro del cual se tendrá como población objetivo a los niños de 05 años de edad. Respecto a este alcance, se debe mencionar que en tiempos recientes, se observa una falta de seguimiento y aplicación de políticas nutricionales en temas vinculados a la yodación universal de la sal (YUS), cuya principal premisa es la adición de yodo a la sal de consumo.^{5,6}

A nivel nacional, se estima un alcance de la yodación de sal de 90%, situación no ideal, generada por productores de sal informales y bajos niveles de supervisión de la variable.⁷ Así mismo, cabe mencionar que VES es un distrito del sur de Lima, con una población de 472'442 habitantes e índice de pobreza de 12 %;⁸ presenta la tercera tasa de desnutrición crónica infantil distrital más elevada, llegando a 6,9%.⁹

Las mencionadas cifras de desnutrición crónica, a efectos del presente estudio, generan cuestionamientos respecto al correcto proceso de yodación y la supervisión sobre la producción de sal de consumo.¹⁰

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la situación problemática

Estudios y estimaciones recientes demuestran niveles adecuados en cuanto a la yoduria a nivel nacional, obteniendo valores de 262 ug/L de promedio. Así mismo, el porcentaje de yodación en la sal alcanza el 88,3%, el mismo que resulta ser un factor relevante para la accesibilidad y disponibilidad en el consumo de yodo.¹¹

Actualmente, la yoduria o concentración de yodo en orina no es un problema de salud pública; sin embargo, la concentración de yodo en sal de consumo es un factor relevante para el mismo. Respecto a esto, Miranda et al.¹² hace referencia al elevado porcentaje de niños y mujeres en edad fértil (MEF) en un estado de correcta yodación por consumo de sal, lo cual es consecuencia de las estrategias desarrolladas para el control de los desórdenes por deficiencia de yodo (DDI); así mismo, indica que la causa de baja cantidad de yodo en la sal está relacionada con el contexto geográfico en la ubicación de la población (zonas urbanas marginales), aspectos de accesibilidad relativos a inseguridad alimentaria, e irregularidades en procesos de

yodación en plantas de sal. En vinculación al tema mencionado, se indica la continuidad con la vigilancia de concentración de yodo en la sal, especialmente en áreas menos accesibles.¹³

Según datos nacionales, el promedio de los niveles de yoduria sobrepasan los requerimientos establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS), situación que genera un claro contraste relacionado entre el bajo consumo de sal y la ingesta de yodo.¹⁴

El presente proyecto pretende conocer los valores y la relación entre el nivel de yoduria y la concentración de yodo en sal de consumo en niños de 05 años, considerando para ello la ubicación y contexto de una población en una zona urbano marginal. De esta forma, se analizará la relevancia del correcto proceso de yodación y los avances en la mitigación de los TDY como problemas de salud pública, con el fin de generar datos estadísticos útiles para la intervención en la corrección de las deficiencias.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es la relación entre el nivel de yoduria y la concentración de yodo en sal de consumo en niños de 05 años del Centro Educativo Inicial “La Merced Kid” de Villa El Salvador, Lima, 2018?

1.2.2. Problemas específicos

- P. E. 1: ¿Cuál es el nivel de yoduria en niños de 05 años del Centro Educativo Inicial “La Merced Kid” de Villa El Salvador, Lima, 2018?
- P. E. 2: ¿Cuál es la concentración de yodo en sal de consumo en niños de 05 años del Centro Educativo Inicial “La Merced Kid” de Villa El Salvador, Lima, 2018?
- P. E. 3: ¿Cuál es la diferencia de los niveles de yoduria, según género, en niños de 05 años del Centro Educativo Inicial “La Merced Kid” de Villa El Salvador, Lima, 2018?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Determinar la relación entre el nivel de yoduria y la concentración de yodo en sal de consumo en niños de 05 años del Centro Educativo Inicial “La Merced Kid” de Villa El Salvador, Lima, 2018

1.3.2. Objetivos específicos

- O. E. 1: Indicar el nivel de yoduria en niños de 05 años del Centro Educativo Inicial “La Merced Kid” de Villa El Salvador, Lima, 2018
- O. E. 2: Estimar la concentración de yodo en sal de consumo en niños de 05 años del Centro Educativo Inicial “La Merced Kid” de Villa El Salvador, Lima, 2018

- O. E. 3: Establecer la diferencia de los niveles de yoduria, según género, en niños de 05 años del Centro Educativo Inicial “La Merced Kid” de Villa El Salvador, Lima, 2018

1.4. Justificación, importancia y viabilidad de la investigación

1.4.1. Justificación de la investigación

Los trastornos por deficiencia de yodo (TDY) y patologías relacionadas han sido determinados como problemas de salud pública superados a nivel nacional; sin embargo, en los últimos años esta situación no ha sido supervisada constantemente, causando desinformación y brechas en el conocimiento del estado actual,^{1,11,15} siendo este uno de los motivos por el cual se decide analizar y brindar la información actual de la yoduria en una población determinada de infantes; además, otras causas como la tendencia de la disminución del consumo de sal, por parte de la población, y los posibles efectos de niveles indeterminados de yoduria en la población menor, causarían un grave impacto sobre el desarrollo infantil.

Respecto al apartado anterior, cabe señalar la amplia y comprobada relación entre los efectos fisiológicos causados por los TDY, en edades tempranas de la vida, con las secuelas negativas en el crecimiento y desarrollo físico, afectando y vulnerando la talla para la edad en los infantes, principalmente; esta negativa consecuencia y asociación explicada conformaría uno de los factores en la prevalencia de desnutrición crónica en los niños menores de 05 años, pues se considera la deficiencia de

micronutrientes como un factor de crecimiento determinante para la niñez.^{1,15}

1.4.2. Importancia de la investigación

El aporte esperado está vinculado con la comprobación y análisis de cifras relacionadas a la superación de baja yoduria, e irregularidad e insuficiencia de la concentración de yodo en sal, lo cual contribuirá en diversos aspectos:

- En el nivel sociocultural, servirá como referencia para establecer programas de concientización dirigidos a los padres de familia, sobre la importancia del yodo en la alimentación y desarrollo de los niños, con especial énfasis en los primeros 5 años de vida.
- En el área de salud pública y epidemiología, será de utilidad como herramienta para comprobar datos estadísticos y reforzar sistemas de vigilancia de los Trastornos por Deficiencia de yodo (TDY) y Yodación Universal de la sal (YUS), generando un beneficio en la salud de las familias consumidoras de sal.

1.5. Limitaciones del estudio

La principal limitación dada en el transcurso del desarrollo del presente estudio fue la disponibilidad y desinterés mostrado por los padres y apoderados de los participantes.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. A nivel nacional

Tarqui, C; Alvarez, D; Fernández, I. YODURIA Y CONCENTRACIÓN DE YODO EN SAL DE CONSUMO EN ESCOLARES PERUANOS DEL NIVEL PRIMARIO. Investigación realizada por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) – INS. Perú. **2016.**

El objetivo del estudio fue establecer la cantidad de yodo en orina y la concentración de yodo en sal de consumo de escolares del nivel primario, en el año 2013. La metodología empleada en el presente estudio planteó una investigación de carácter observacional y transversal; se tomó como muestra a 8023 estudiantes de educación primaria a nivel nacional, provenientes de colegios particulares y privados. Los resultados muestran un valor de 258.25 ug/L como mediana de yoduria a nivel nacional, obteniendo los menores valores en departamento de la sierra y selva. Respecto a la concentración de yodo en sal, se hallaron niveles muy bajos en el primer cuartil a

nivel nacional, obteniendo Lima Metropolitana un valor de 25,5 ppm en esta medida. La conclusión asumida hace referencia a la determinación de niveles de yoduria, en el ámbito nacional, superiores a lo establecido por la OMS; sin embargo, la concentración de yodo en sal no logra superar lo establecido por la norma nacional.⁷

Tarqui, C; Sánchez, J; Álvarez, D; Jordán, T; Fernández, I. CONCENTRACIONES DE YODO EN ORINA Y EN SAL DE CONSUMO EN MUJERES ENTRE 12 A 49 AÑOS DEL PERÚ. Investigación realizada por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) – INS. Perú. **2015.**

El objetivo del estudio fue establecer los valores de yodo en sal de consumo y en orina, en una población peruana femenina entre 12 a 49 años de edad, en los años 2012 y 2013. La metodología planteó una investigación observacional y transversal. Se realizó un muestreo probabilístico, estratificado y multietápico e independiente en cada región. La determinación de yoduria se realizó mediante el método de espectrofotometría basado en la reacción de Sandell-Kolthoff. La concentración de yodo en sal de consumo se dio por método semicuantitativo de Yoditest, y por método cuantitativo basado en volumetría. En los resultados obtenidos, la mediana de yoduria en gestantes fue de 275 ug/L, mientras que a nivel nacional se obtuvo una cifra de 250 ug/L. Por otra parte, 82,5% de la población consumía sal adecuadamente yodada, según la normativa nacional, mientras que 1,9% de muestras de sal de consumo no estaban yodadas. La conclusión establecida refiere que los valores de yoduria, en las mujeres en edad fértil (MEF) y gestantes, se encuentran

sobre los niveles adecuados o establecidos como óptimos; sin embargo, la concentración de yodo en la sal de consumo de la población no se encuentra adecuadamente yodada, en su mayoría, y esto genera una situación de vulnerabilidad por falta de cobertura de la política de Yodación Universal de la Sal (YUS).¹⁶

Valdivia, S; Robles, S; Ramírez, G. VIGILANCIA DE LA FORTIFICACIÓN DE LA SAL PARA CONSUMO HUMANO EN EL PERÚ, PERIODOS 2009-2010. Investigación realizada por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) – INS. Perú. **2012.**

El objetivo fue determinar el estado y evolución de las políticas relacionadas con la fortificación de la sal para consumo, en plantas de sal formales e informales, en el periodo de los años 2009 y 2010. La metodología planteó una investigación de carácter observacional, basado en el análisis de muestras de sal obtenidas de plantas procesadoras formales e informales a nivel nacional. Se emplearon métodos cuantitativos estandarizados para la determinación de la concentración, teniendo como valores adecuados de 30 a 40 mg/kg. Los resultados exhibieron las siguientes cifras: las muestras (151) durante el año 2009 arrojaron una media de 26,9 mg/kg, mientras que durante el año 2010 las muestras (172) exhibieron un valor promedio de 27,6 mg/kg. Se reportaron valores mínimos y máximos de 2 mg/kg y 89 mg/kg, respectivamente. La conclusión refiere que basados en los valores establecidos en la Norma Técnica nacional y, considerando los promedios de la concentración de yodo en la sal hallados en ambos años, solo el 51% de las sales producidas a nivel nacional

cumplen con los valores determinados, perteneciendo dichas muestras, en su mayoría, a plantas de producción de sal ubicadas en Lima y zonas costeras aledañas, únicamente en zonas urbanas.¹⁷

Higa, A; Miranda, M; Campos, M; Sánchez, J. INGESTA DE SAL YODADA EN HOGARES Y ESTADO NUTRICIONAL DE YODO EN MUJERES EN EDAD FÉRTIL EN PERÚ. Investigación realizada por la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos (UNMSM). Perú. **2008.**

El objetivo fue determinar el estado nutricional de yodo y la ingesta de sal de consumo en MEF, en el año 2008. La metodología planteada para este estudio fue de carácter observacional y transversal. La muestra obtenida fue de 2048 Mujeres en Edad Fértil (MEF) entre 15 y 49 años de edad, provenientes de 1753 hogares de niños menores de 5 años. La distribución estadística fue estratificada de acuerdo a las 3 regiones principales y a zonas urbanas y rurales. Los resultados hacen referencia a valores de yoduria a nivel nacional superiores a 200 ug/L, consiguiendo menores cantidades en la región de la selva y sierra rural; a comparación de esto, Lima Metropolitana obtuvo 284 ug/L de promedio. Respecto al nivel de yodo en la sal de consumo, la determinación por los métodos cuantitativo y semicuantitativos mostraron valores similares, obteniendo porcentajes deficitarios en Lima Metropolitana con 92,5% de sal adecuadamente yodada; a nivel nacional se determinó una mayor carencia con valores de 85%, causados principalmente por deficiencias en la YUS de las zonas rurales de la sierra y selva. La conclusión refiere que la cobertura de yodación de la sal

de consumo es adecuada, en promedio; sin embargo, existen valores deficientes en zonas rurales o de difícil acceso, siendo estos causados por los factores relativos a la inseguridad alimentaria y escasez de plantas de producción de sal artesanales e industrializadas. Por otra parte, la yoduria promedio sobrepasa los niveles establecidos por la OMS, los cuales recomiendan valores oscilantes entre 100 ug/L a 200 ug/L.¹³

Miranda, M; Calderón, M; Riega, V; Barboza, J; Rojas, C. CONSUMO DE SAL FORTIFICADA CON YODO EN NIÑOS DE 12 A 35 MESES DE EDAD Y MUJERES EN EDAD FÉRTIL EN EL PERÚ. Investigación realizada por el Centro Nacional de Alimentación y Nutrición (CENAN) – INS. Perú. **2004.**

El objetivo fue establecer el consumo de sal adecuadamente yodada en Mujeres en Edad Fértil (MEF) y niños de 1 a 3 años, a nivel nacional en el año 2003. La metodología planteó un estudio analítico y transversal, constituido por 2907 niños y 2909 Mujeres en Edad Fértil (MEF), pertenecientes a la población estudiada en la Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos del año 2003; dicha encuesta tuvo un muestreo aleatorio y bietápico, considerando la totalidad de departamentos a nivel nacional. Los resultados refieren que la población de niños tuvo un consumo de sal yodada de 92,9%, mientras que el 6% consumió sal inadecuadamente yodada (≤ 15 ppm); así mismo, las MEF mostraron valores idénticos en el consumo de sal adecuadamente yodada. El departamento con menor nivel de yodación de la sal fue Loreto (12.1% de sal sin yodo), seguido por locaciones con predominancia de zonas rurales y alejadas del

océano. La conclusión indicó que se reportaron coberturas adecuadas u óptimas, a nivel nacional, en términos de yodación de la sal, encontrando similitud en los valores estudiados de las MEF y los niños; sin embargo, existen cifras alarmantes en departamentos de la selva peruana, lo cual sería un indicio de la prevalencia de patologías tiroideas y otros cuadros clínicos relacionados a la baja ingesta de yodo.¹²

2.1.2. A nivel internacional

Bastardo, G; Quintero, Y; Angarita, C; Acero, C; Barrera O; Castañeda, G; Carrero, A; Rivas, J. CONSUMO DE YODO, ESTADO NUTRICIONAL Y SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA EN DOS COMUNIDADES CON DIFERENTE ALTITUD SOBRE EL NIVEL DEL MAR. Estudio realizado por la Escuela de Nutrición y Dietética de la Universidad de los Andes. Venezuela. **2017.**

El objetivo fue determinar el consumo de yodo, el estado nutricional y la situación socioeconómica de dos comunidades de Mérida, Venezuela. La metodología planteó una investigación de carácter descriptivo y transversal; se realizó en 162 niños con edades comprendidas entre 7 y 11 años; se determinaron valores de TSH, T4L y T3L; además se obtuvieron datos socioeconómicos, medidas antropométricas, frecuencia de consumo de alimentos ricos en yodo, y concentración de yodo en sal. Las dos comunidades elegidas se caracterizaban por tener diferentes niveles de altitud: El Playón a 2.265 m.s.n.m. y Nueva Bolivia a 70 m.s.n.m. Los resultados hacen referencia a la obtención de valores

de yodación de la sal de consumo inferiores a lo establecido por la normativa nacional venezolana (> 40 ppm), alcanzando cifras de 25 ppm en niños de 11 años. Respecto al consumo de yodo, basado en alimentos ricos del micronutriente, se obtuvieron cifras muy deficitarias, obteniendo un promedio de 41,25 ug/L. La conclusión refiere que el consumo de yodo es insuficiente para satisfacer los requerimientos establecidos por la OMS; además, no existe completa cobertura de yodación, considerando el elevado valor mínimo de yodo exigido por la normativa nacional.¹⁸

Caballero, L; Cárdenas, L. EXCRECIÓN URINARIA DE YODO EN ESCOLARES DE LA REGIÓN ANDINA, VENEZUELA 2011. Artículo. Estudio realizado por el Programa de Control de los Desórdenes por Deficiencia de Yodo - Instituto Nacional de Nutrición (INN). Venezuela. 2014.

El objetivo fue establecer los niveles de yoduria en escolares de 7 a 14 años de edad, en la región andina de Venezuela. La metodología planteó un estudio descriptivo y transversal, llevado a cabo en los estados de Táchira, Mérida y Trujillo. La población objetivo estuvo compuesta por preescolares de 7 a 14 años, elegidos al azar dentro de las escuelas pertenecientes a 30 distritos en total. La determinación de yoduria se dio por método basado en la reacción de Sandell-Kolthoff; además, se estimaron los valores de yodo según los parámetros de la OMS. Los resultados indicaron que de las 1197 muestras procesadas, se obtuvo una mediana de yoduria de 180 ug/L. El 48,8% de niños se encontraban en un estado normal (100 – 200 ug/L), mientras que la situación de

déficit severo y déficit moderado obtuvieron 3,4% y 13%, respectivamente. Así mismo, de manera individual, los estados de Táchira, Mérida y Trujillo obtuvieron una mediana obtuvieron medianas de yoduria ascendentes a 200 ug/L, 180 ug/L y 153 ug/L, respectivamente. La conclusión refiere que los niveles de yoduria en escolares de los estados venezolanos son adecuados, considerando la mediana, según lo establecido por la OMS, cuya recomendación señala el rango entre 100 ug/L a 200 ug/L; el déficit de yodo en la población escolar sobrepasa el 15%, siendo un indicador de carencia, teniendo en cuenta el contexto socioeconómico.¹⁹

López, S; Martín, I. CONTENIDO DE YODO EN SAL A NIVEL DE PUESTOS DE VENTA PROVENIENTES DE DISTINTAS LOCALIDADES EN TRES REGIONES ARGENTINAS. Estudio realizado por el Centro Nacional de Investigaciones Nutricionales. Argentina. **2014.**

El objetivo fue estimar la concentración de yodo en sal de consumo, en los periodos de 2009 a 2012, empleada en puestos de ventas en las regiones noroeste, nordeste y Cuyo, Argentina. La metodología planteó un estudio descriptivo y transversal. Se obtuvieron 80 muestras de sal provenientes de puestos de expendio ubicados en 44 localidades argentinas. Así mismo, se determinaron los puntos de corte basados en la normativa regional (24,7 ppm a 41,2 ppm). Los resultados mostraron que el promedio obtenido de la concentración de yodo en sal ascendió a 24,4 ppm con valores mínimos y máximos de 0 ppm y 51,6 ppm, respectivamente. Del total de muestras, 45 cumplieron con la normativa regional, 28 tuvieron valores deficitarios y 7 superaron los niveles

permitidos. Del total de muestras provenientes de la región noroeste obtuvieron, el 71,4% fueron menores a 24,7 ppm. La conclusión refiere que existe una deficiencia en el proceso y la supervisión de la correcta yodación de la sal, lo cual se ve ejemplificado en el alto porcentaje de muestras menores a 24,7 ppm. Se debe considerar la normativa y valores de yodo en sal de consumo establecidos para esta población o país. La región del noroeste mostró alarmantes cifras de baja yodación de la sal, atribuyendo esto a factores vinculados a la inseguridad alimentaria y mal manejo de los correctos procesos de yodación en la sal de consumo.²⁰

López, G; Galván, M; Silva, I; Chávez, M. FACTORES ASOCIADOS AL ESTADO NUTRICIONAL DE YODO EN PREESCOLARES DEL ESTADO DE HIDALGO, MÉXICO. Artículo. Estudio realizado por el Centro de Investigación Interdisciplinario en Ciencias de la Salud de la Universidad Autónoma de Hidalgo. México. **2013.**

El objetivo fue determinar el estado nutricional del yodo y la asociación con factores climatológicos, concentración de yodo en sal y marginación social, en preescolares de Hidalgo, México. La metodología planteó un estudio de carácter descriptivo y transversal, cuya muestra poblacional fue de 1333 preescolares entre 06 meses y 05 años de edad, divididos en grupos equitativos de acuerdo al ámbito rural o urbano. Se emplearon métodos cuantitativos en la determinación de la yoduria y concentración de yodo en sal de consumo. Además se registró la humedad ambiental, grado de marginación y tipo de localidad. Los resultados mostraron un 28.6% de sal insuficientemente yodada (< 20 ppm) y cifras de

yoduria generales con un 23% de déficit (< 100 ug/L) del cual el 52% procedían de zonas rurales. La asociación entre las variables mostró una menor yoduria en climas húmedos y menor concentración de yodo en sal en lugares con alto grado de marginación. La conclusión refiere que los niveles de yoduria y concentración de yodo en sal muestran deficiencias o carencias importantes en la población, considerándose un potencial problema de salud pública; además, se establece una relación indirecta entre las variables estudiadas: el estado nutricional del yodo, la humedad y los niveles de marginación.²¹

Caballero, L; Quintero, M; Guerra, I; Calderón, Y; Carrilo, A; Medina, O; Pérez, A. EXCRECIÓN URINARIA DE YODO EN ESCOLARES DE COMUNIDADES INDÍGENAS DE LA CUENCA DEL RIO ORINOCO EN VENEZUELA. Estudio realizado por el Programa Nacional de Micronutrientes – Instituto Nacional de Nutrición (INN). Venezuela. 2008.

El objetivo fue determinar la yoduria en escolares indígenas pertenecientes a la cuenca del río Orinoco, Venezuela. La metodología planteó un estudio descriptivo y transversal. Se determinó como marco muestral a 10 comunidades de la cuenca, considerando a la escuela de cada una como la unidad de muestra. Se determinó el nivel de yodo en orina mediante el análisis cuantitativo basado en la reacción de Sandell-Kolthoff; así mismo, se emplearon los parámetros de yoduria establecidos por la OMS. Los resultados indicaron que la muestra obtenida ascendió a 360 niños, con yodurias mínimas y máximas de 48 ug/L y 250 ug/L, respectivamente. De las

comunidades estudiadas, 2 mostraron las medianas de 48 ug/L y 72 ug/L, mientras que, valores de 250ug/L y 300 ug/L fueron determinados en 2 comunidades restantes. La conclusión refiere que existen niveles adecuados de yoduria en preescolares de seis comunidades, del río Orinoco en Venezuela; se presentaron situaciones de déficit y exceso de yodo en un total de cuatro comunidades, llegando a definirse en 2 de estas comunidades el estado de déficit severo por valores mínimos alcanzados de 48 ug/L y 50 ug/L.²²

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Yodo

2.2.1.1. Generalidades

El concepto de oligoelementos en el organismo humano hace referencia al grupo de micronutrientes encontrados en muy baja cantidad o proporción, obteniendo cifras menores a 0.01 % respecto al peso corporal o valores determinados en medidas como partes por millón (ppm) o partes por billón (ppb). Los requerimientos de los mismos y la complejidad en la obtención de ellos, en etapas críticas de la vida, resaltan la gran relevancia y el rol que desarrollan a nivel fisiológico, causando en casos de deficiencia signos clínicos y patologías de gran repercusión y trascendencia en el correcto desarrollo del organismo, sobre todo en etapas iniciales de la vida. Cabe señalar que estos elementos cumplen diversas funciones a nivel sistémico, considerándose fundamentales en la estructura de moléculas biológicas; además, poseen gran importancia en las reacciones redox y los sistemas

enzimáticos, siendo vitales para la generación de energía metabólica. La disposición y concentración de los oligoelementos en fuentes naturales, encontradas en el reino animal o vegetal, dependerá del estado del alimento, la interacción con otros nutrientes y el proceso de preparación para la ingesta del mismo.²³ Los principales oligoelementos, relevantes en aspectos nutricionales, se mencionan en la Tabla N°1.

Tabla N° 1. Valores normales de oligoelementos en suero sanguíneo y leche materna

Elemento	Suero Sanguíneo	Leche Materna
Cobalto	<0.5 ug/L	0.20 – 0.70 ug/L
Cobre	0.85 – 1.55 mg/L	250 – 400 ug/L
Cromo	< 0.5 ug/L	1.0 – 1.5 ug/L
Flúor	5 – 20 ug/L	10 – 26 ug/L
Hierro	0.6 – 1.45 mg/L	350 – 600 ug/L
Yodo	40 – 80 ug/L	40 – 80 ug/L
Manganeso	< 0.8 ug/L	3 – 6 ug/L
Molibdeno	< 1 ug/L	1 – 4 ug/L
Selenio	0.05 – 0.12 mg/L	15 – 25 ug/L
Zinc	0.6 – 1.2 mg/L	1.5 – 20 mg/L

Fuente: Adaptado de **Hernández, M; Sastre, A. Editores.** Tratado de Nutrición. Madrid. Díaz De Santos; **1999.**²³

De acuerdo a cada sistema y estructura del organismo, se almacenan niveles determinados de estos oligoelementos, lo cual permite el correcto desarrollo de las funciones fisiológicas, y cumplen una función de reserva frente a situaciones de alto requerimiento o baja disponibilidad. Respecto a los valores referenciales de ingesta, se debe tener en cuenta la cantidad ingerida, los

requerimientos nutricionales del oligoelemento y la absorción de los mismos en el organismo. El incremento en la ingesta no genera mayor beneficio, llegando a causar en algunas situaciones toxicidad; por otra parte, un bajo consumo, según lo establecido o recomendado como ingesta diaria, generaría un estado de carencia o riesgo de carencia, afectando y limitando los procesos fisiológicos dependientes, lo cual se traduciría en una alteración o anormalidad en los procesos bioquímicos que median el desarrollo y crecimiento.²³

2.2.1.2. Metabolismo

El yodo es considerado un metal halogenado, el cual se encuentra en medios naturales, principalmente en la corteza terrestre. La proporción o cantidad de este elemento varía de acuerdo a la zona geográfica donde se encuentra, siendo escaso o pobre en zonas montañosas, y abundante en zonas costeras o llanas, presentando estas últimas una gran cercanía a los océanos. Este elemento es parte de un conjunto de micronutrientes esenciales para el desarrollo y función de procesos fisiológicos en el organismo, destacando su relevancia en la etapa de desarrollo fetal, en la cual ejerce un rol fundamental sobre el sistema nervioso central y la función cardiaca. Así mismo, en etapas post natales y de la infancia, es determinante en funciones vinculadas al desarrollo cognitivo y físico, mediante la intervención en la regulación tiroidea.²⁴

A partir de la ingesta de alimentos ricos en yodo, se inicia un proceso fisiológico de asimilación y absorción. El

yodo, principalmente como yoduro de potasio, es absorbido en el tubo digestivo y es distribuido a dos principales vías: líquido extracelular, donde cumple una función de reserva, y células foliculares, a nivel de glándula tiroides. Una vía alterna en la obtención de yodo en el organismo se da por la desyodación de tiroxina (T4) a triyodotironina (T3). Posteriormente, la excreción se da principalmente por vía urinaria (95%), y en menor medida, por piel y saliva. En cuanto a la producción de hormonas tiroideas, se encuentra regulada por retroalimentación negativa entre las hormonas T4 y T3 con la segregación de la hormona estimulante de la tiroides (TSH) y la hormona liberadora de tirotrópina (TRH); además, las desyodasas intervienen en la producción, siendo afectadas por situaciones fisiológicas determinantes como estrés, ayuno y cirugía. El conjunto de estructuras hipotálamo, hipófisis y tiroides son necesarias para la segregación de hormonas tiroideas. Sobre el primer mecanismo de regulación mencionado, la retroalimentación está dada por la acción de las desyodasas del hipotálamo sobre la TRH, las cuales modifican a la hormona T4 en T3; posteriormente, los glucocorticoides y la baja cantidad de hormonas tiroideas estimulan la liberación de la misma, la cual muestra su principal efecto sobre las células tirotrópicas, causando segregación de TSH; en casos de incremento de hormonas tiroideas, glucocorticoides y dopamina se genera una inhibición en la producción de la hormona estimulante de la tiroides.^{3,24}

La formación de hormonas tiroideas se genera en seis etapas:²⁴

- Captación de yodo: llevada a cabo en la célula folicular por captación de la TSH, siendo inhibida esta por acción de bociógenos (tiocianatos).
- Oxidación del yodo: realizada por la peroxidasa tiroidea, la cual compete con el tiamazol en el proceso de unión al yodo.
- Acoplamiento: la unión de tiroglobulina y grupos tirosilo generan monoyodotironasa, cuyas agrupaciones se convertirán en hormonas tiroideas biológicamente activas.
- Proteólisis: se da el ingreso a las células foliculares, en vacuolas, por parte de las hormonas T3, T4 y la tiroglobulina, las cuales, posteriormente, se liberan al torrente sanguíneo, debido a la degradación de la vacuola por parte de los lisosomas.
- Recambio de yodo: por acción lisosomal sobre las hormonas segregadas se obtiene monoyodotirosina, lo cual brinda yodo en busca de la formación de nuevas hormonas tiroideas.
- Secreción: generada a través de los capilares, de las células foliculares, hacia el sistema.

Como se menciona dentro de las etapas de formación de hormonas tiroideas, el tiamazol, además del propiltiouracilo y litio, inhiben la formación de las mismas por acción sobre las desyodasas, las cuales tienen una función reguladora extratiroidea y transforman la hormona T4 a T3. Cabe señalar que la producción de T4 a nivel de tiroides asciende a un máximo de 100 ug/día, lo cual debe

ser considerado en casos de patologías tiroideas vinculadas con la ingesta de yodo, teniendo en cuenta el tiempo de vida (6.7 días) y la cantidad de reservas (hasta 1000 ug) a nivel del líquido extracelular. En cuanto a la hormona T3, esta es producida por la acción de las desyodasas sobre la T4, obteniendo un máximo de 40 ug/día con una reserva intracelular máxima de 50 ug. en total, la cual posee un tiempo de vida estimado muy bajo.²⁴

La proteína fijadora de tiroxina (TGB) es una de las principales biomoléculas que transportan a las hormonas tiroideas, siendo estas biológicamente activas en las fracciones libres; además, la variación de los niveles de las proteínas transportadoras pueden llegar a alterar el valor final de T4 y T3, llegando a mantener a nivel sistémico, valores usuales de las fracciones libres.²⁴

Las hormonas tiroideas son reguladas por las desyodasas a nivel celular, teniendo estas diferentes acciones y afinidades según cada subtipo de la mencionada enzima:²⁴

- Desyodasa tipo 1: cumple la función de la degradación de hormona T4 a hormona T3. Se encuentra, principalmente, en la piel, el riñón y el hígado.
- Desyodasa tipo 2: cumple una acción similar a la tipo 1, con la diferencia de encontrarse en mayor concentración dentro del músculo esquelético.

- Desyodasa tipo 3: interviene en la desyodación generando T3 reversa o rT3, hallando esta hormona en la placenta y el cerebro. La rT3 es biológicamente inactiva y, en grandes cantidades generadas por situaciones de estrés, bloquea la adecuada captación y acoplamiento de la T3.

2.2.1.3. Función y requerimientos

El yodo se encuentra almacenado en el organismo, principalmente en la glándulas tiroides (75%). El elemento cumple la función de sintetizar hormonas tiroideas (Triyodotironina y Tiroxina), las cuales tienen un efecto fisiológico a nivel sistémico, involucrándose en procesos de regulación metabólica (síntesis de proteínas estructurales), segregación de hormonas (secreción de eritropoyetina) y desarrollo físico y cerebral en la etapa fetal. Estas importantes funciones se encuentran sujeta a la biodisponibilidad del micronutriente, cuyo tiempo de almacenamiento a nivel sistémico es limitado.^{24, 25}

Por otra parte, la inhibición de yodo a nivel tiroideo está dada por la presencia de bociógenos, presentes en determinados alimentos, como crucíferos y semillas de soja.²⁵ Respecto a los requerimientos nutricionales de este elemento, como se observa en la Tabla N°2, los valores promedio varían de acuerdo al grupo etario o condición fisiológica determinada, observándose un incremento notorio en etapas de lactancia y gestación.

Tabla N° 2. Requerimientos de yodo según grupo etario

Grupo etario	Requerimiento promedio de Yodo
Lactantes	110 – 130 ug/L
Niños de 1 a 8 años	90 ug/L
Niños de 9 a 13 años	120 ug/L
Adolescentes y Adultos	150 ug/L
Mujeres embarazadas	220 ug/L
Mujeres lactantes	290 ug/L

Fuente: Adaptado de **Mahan, L; Escott-Stump, S; Raymond, J. Editores**. Dietoterapia Krause. 13ª ed. Barcelona: Elsevier España; **2013**.²⁵

2.2.1.4. Fuentes Alimentarias

Las fuentes principales de yodo se puede dividir en dos grandes grupos: alimentos de origen natural y sal de consumo. Dentro del primer grupo se encuentran determinados alimentos de origen animal y vegetal, cuya proporción o cantidad de yodo se halla sujeta al nivel de yoduros disponibles en la dieta y cantidad de yodo en los terrenos de siembra y cultivo, respectivamente; como ejemplo se puede mencionar a la fauna proveniente de agua salada, la cual se convierte en la mayor fuente de yodo; en el caso de los productos lácteos, estos dependerán de la concentración de yodo en la dieta brindada a los animales. Cabe resaltar que los yodóforos, como aditivos alimentarios aplicados en la industria alimentaria, permiten aumentar significativamente la cantidad de este elemento en alimentos procesados.²⁵

Cabe destacar que el contenido de yodo en alimentos procesados estará sujeta a la cantidad de yodóforos adicionados durante el proceso de elaboración, como es

el caso de los lácteos y productos panificados; así mismo, el yodo en los alimentos cárnicos variará respecto a la zona de procedencia del ganado, teniendo en cuenta los pisos altitudinales y zonas geográficas de crianza de los mismos. Por otra parte, la exclusión de los peces de agua dulce está basada en la baja cantidad, pero no insignificante, del elemento yodo encontrado, el cual puede llegar a cifras cercanas a 35 ug/L.²⁵

En la Tabla N°3 se pueden apreciar los valores promedio de los principales alimentos ricos en este mineral.

Tabla N° 3. Principales fuentes alimenticias de yodo

Alimento	Contenido (ug)
Pescado de agua salada (200 g)	650
Sal yodada (1/4 cucharadita)	95
Pan industrial, con yodóforos (1 rebanada)	142
Yogurt bajo en grasas (250 ml)	87
Pan artesanal (1 rebanada)	35
Requesón, 2 % grasa (150 g)	26 – 71
Gambas (100 g)	21 - 37
Huevo (unidad)	24
Queso Cheddar (30 g)	5 - 23
Carne de vacuno (100 g)	8

Fuente: Adaptado de **Mahan, L; Escott-Stump, S; Raymond, J. Editores**. Dietoterapia Krause. 13ª ed. Barcelona: Elsevier España; **2013**.²⁵

La sal de consumo, la cual compone el segundo grupo de fuentes principales de yodo, está considerada como el medio alimentario por defecto en la adición de yodo; la elevada disponibilidad y acceso frecuente a este producto genera una alta distribución y aceptación por parte de las

personas. El correcto proceso de la yodación de la sal es de gran relevancia para la concentración final de yodo; además, se da en coordinación con las entidades gubernamentales del área de salud y los productores de sal, quienes deben cumplir la normativa vigente en aspectos de infraestructura, concentración de yodo y calidad de producto final. En cuanto a la normativa y directrices recomendados por la OMS, se considera a la yodación universal de la sal o YUS como la principal medida de acción, la cual tiene como objetivo erradicar patologías vinculadas al déficit del mineral a nivel mundial.^{3,25}

2.2.1.5. Patologías relacionadas

- **Trastornos por déficit de yodo (TDY)**

La ausencia o deficiencia de yodo en el organismo por periodos de tiempo prolongados generan los denominados trastornos por déficit de yodo o TDY, los cuales comprenden una serie de patologías o cuadros clínicos característicos de acuerdo a la edad o condición fisiológica de la persona. Cabe señalar que la situación de deficiencia de yodo está relacionada a temas de inseguridad alimentaria, específicamente a la disponibilidad de productos marinos y sal adecuadamente yodada; por otra parte, el factor geográfico tiene gran influencia, obteniendo cultivos con menor contenido de yodo en zonas montañosas o alejadas del océano; el aspecto cultural y educativo es relevante, teniendo como ejemplo el alto consumo de alimentos que no han sido

sometidos a procesos de cocción, lo cual no permite la inhibición de bociógenos y genera un impedimento en la utilización biológica del yodo por parte de las células tiroideas; la condición fisiológica y grupo etario son situaciones determinantes en el aumento de requerimiento de yodo, llegando a incrementar notablemente la cantidad necesitada en la adolescencia, la gestación y la lactancia materna. Es en este apartado, concerniente a la gestación, donde la deficiencia en el consumo de yodo puede generar consecuencias irreversibles sobre el feto, como cretinismo y malformaciones.^{2,25} En la Tabla N°4 se detallan las principales patologías relacionadas al grupo etario.

Tabla N° 4. Trastornos por déficit de yodo en etapas de la vida

Etapas	Patología
Feto	Abortos y malformaciones congénitas, mortalidad perinatal, mortalidad infantil, cretinismo, sordomudez, estrabismo, déficit de atención
Neonato	Cretinismo, enanismo, retraso mental, sordomudez, estrabismo, bocio neonatal, hipotiroidismo
Niños y Adolescentes	Bocio, hipotiroidismo, retraso del crecimiento, deterioro intelectual, disminución del umbral auditivo
Adultos	Bocio, hipotiroidismo, neoplasias tiroideas, hipertiroidismo tras yodoprofilaxis

Fuente: Adaptado de **Mahan, L; Escott-Stump, S; Raymond, J. Editores**. Dietoterapia Krause. 13ª ed. Barcelona: Elsevier España; **2013**.²⁵

En cuanto a las principales y recurrentes patologías asociadas, se tiene la siguiente descripción de las mismas:

- Bocio endémico: aumento exacerbado de la tiroides, el cual se presenta en, al menos, 5% de niños y 10% de una población determinada.²⁴
- Bocio difuso y nodular: tipo inflamación de la glándula tiroides causada por la escasa ingesta de yodo. Esta situación causa una disminución de las hormonas T3 y T4, originando un aumento en la segregación de TSH, la cual estimula el crecimiento de la glándula. El paso del estadio difuso a nodular está basado en el grupo etario afectado, es decir, en etapas tempranas de la vida se observará una proliferación en algunos folículos tiroideos, evolucionando en la adultez, llegando a ser completa o nodular.²⁴
- Hipotiroidismo: disminución o ausencia de producción de hormonas tiroideas. En el desarrollo fetal e neonatal genera alteraciones en el sistema nervioso central, específicamente en la neurogénesis y mielinización, causados por los bajos niveles de hormonas de la madre; la principal secuela en esta etapa es el permanente retraso mental.²⁵
- Cretinismo: condición caracterizada por el retraso mental, además de manifestaciones neurológicas y somáticas. En el subtipo neurológico presenta estrabismo, trastornos de la marcha, sordomudez y lesión del tracto corticoespinal. El subtipo mixedematoso está caracterizado por hipotiroidismo, baja estatura y alteraciones en el desarrollo del sistema óseo.²⁵

Este conjunto de patologías afectan principalmente a poblaciones vulnerables en situaciones de inseguridad alimentaria, por falta de ingesta de alimentos marinos y sal de consumo, y bajos niveles de desarrollo socioeconómico. La causa de la deficiencia de yodo en el organismo está relacionada a tres principales aspectos, los cuales se mencionan a continuación:²⁵

- Bajo o nulo consumo de alimentos ricos en yodo, independientemente de la zona de producción o proceso de elaboración.
- Estado fisiológico o requerimiento nutricional en determinada etapa de la vida, por ejemplo: gestación, lactancia, niñez, adolescencia y ancianidad.
- Cantidad de bociógenos, con una función bloqueadora de captación de yodo en las células tiroideas, en alimentos sin procesos de cocción o preparación.

Se considera que, en niños de 0 a 5 años, los principales e irreversibles efectos de la deficiencia de yodo en el organismo son: el retraso del crecimiento y el deterioro intelectual.²⁵

- **Toxicidad**

A pesar de tener márgenes amplios y seguros en la ingesta de yodo por día, se establecen medidas máximas de 1100 ug/día y 300 ug/día en adultos y niños, respectivamente. En cuanto a las alteraciones fisiológicas

o patologías descritas en situaciones de consumo excesivo, estas están vinculadas al desarrollo de bocio y enfermedades en la glándula tiroidea. En casos de personas con patologías tiroideas subyacentes y consumo elevado de yodo, se presenta, principalmente, hipertiroidismo, el cual es un cuadro clínico caracterizado por el incremento de producción de hormonas tiroideas; dentro de las principales síntomas y manifestaciones se encuentran las molestias gastrointestinales, alteraciones neurológicas, pérdida de peso e hipersudoración. La principal causa del hipertiroidismo está vinculada con la enfermedad de Graves, la cual tiene su origen en la creación de anticuerpo de receptores de TSH, generando así un incremento en la producción y segregación de T4 y T3.^{24,25}

Cabe señalar que los suplementos de yodo, con acceso libre al público, mantienen márgenes amplios de concentración del elemento, con el fin de evitar efectos adversos. Por otra parte, los desinfectantes o productos industriales con alto contenido de yodo presentan una elevada absorción por vía dermatológica, generando en algunos casos de contacto crónico, cuadros clínicos por toxicidad. Los agentes desinfectantes yodados no son recomendados en etapas de gestación o lactancia, debido a que pueden generar alteraciones tiroideas en los fetos o neonatos, incrementando la posibilidad de generar los cuadros clínicos o patologías a nivel sistémico y tiroideo.^{2,25}

Respecto a los beneficios del elemento en la etapa preescolar y escolar, se presenta el riesgo de sobrepasar

los niveles o cantidades permitidas de ingesta, basados en el supuesto objetivo de mejorar o incrementar el desarrollo físico y cognitivo; esto estaría causado por la ingesta o consumo de productos multivitamínicos y minerales, el elevado consumo de alimentos con alto contenido en sal adecuadamente yodada y la adquisición de suplementos o fármacos constituidos por compuestos biodisponibles ricos en yodo.^{2,25}

2.2.2. Yoduria

2.2.2.1. Generalidades

La determinación cuantitativa y analítica de la cantidad de yodo en orina, conocida como yoduria, es considerada como el mejor y principal método para establecer el estado nutricional del yodo en la población (1, 19). A comparación de este método, el volumen de la glándula tiroides (bocio) y niveles de tirotrópina (TSH) son empleados de forma paralela o alterna en la evaluación y análisis del estado del yodo en grupos vulnerables; sin embargo, estos métodos no poseen un carácter preventivo, lo cual retrasaría el tiempo y efecto oportuno de las medidas de corrección en la erradicación de los TDY.²⁶

La utilización y factibilidad de este examen de determinación ha permitido establecer niveles deficientes de yodo en poblaciones a nivel mundial. Cabe señalar que el volumen de muestra puede ser obtenido de forma ocasional (única) o diaria (24 horas). Respecto a esta última, brinda mayor exactitud y fiabilidad en los

resultados obtenidos; sin embargo, presenta una elevada dificultad y riesgo de contaminación en la obtención de la totalidad de las muestras, generando en muchos casos la pérdida de la muestra poblacional y, consecuente, fracaso del estudio o investigación. En cuanto a la muestra única, esta demanda menor complejidad en su recolección, además, se caracteriza por la facilidad en la conservación y el transporte, la fiabilidad y rapidez en la obtención de resultados, y la celeridad en la prevención y comunicación hacia la población estudiada. Por otra parte, existen ciertos parámetros condicionantes, como el volumen de orina, que condicionan la aplicación del método al nivel de equipamiento y logística.^{4,26}

Se debe considerar que cerca del 90% del yodo consumido en alimentos o sal de consumo es excretado por vías urinarias, en forma de yoduro de potasio y yoduro de sodio. En cuanto al contenido establecido de yodo en alimentos ricos en este mineral, cabe indicar que existe una gran variación en la concentración, debido a la zona de cultivo o los insumos empleados en el procesamiento de los mismos. Respecto al ritmo circadiano de este elemento, no presenta diferencias significativas de acuerdo al grupo etario; en tanto, los menores niveles se dan entre las 08:00 y 11:00 horas, incrementándose notablemente luego de 4 a 5 horas de la ingesta de alimentos. En base a esta información, se recomienda realizar el proceso de obtención de la muestra única de orina en horas de la mañana y en ayuno.²⁶

2.2.2.2. Factores principales en determinación

Como se mencionó anteriormente, existe la recomendación de recolectar la muestra de orina en las primeras horas de la mañana y cuando la persona se encuentre en ayunas, con el fin de encontrar el menor valor de yodo respecto al ritmo circadiano. La cantidad coleccionada en frascos de polietileno debe oscilar entre 30 a 50 ml, debiendo conservarse a temperatura ambiente si son analizados de forma inmediata; en caso de transportarse durante algunas horas o días, deben ser sometidas a temperaturas de refrigeración, desde la recepción hasta la llegada a las instalaciones del laboratorio. No será necesario adicionar algún conservante o preservante a la muestra pues esta será almacenada y analizada por el laboratorio encargado de realizar el procedimiento analítico – cuantitativo.^{4,26}

Existe un elevado costo y complejidad en el transporte de las muestras hacia el laboratorio, siguiendo los pasos establecidos; sin embargo, existe la recomendación de movilizar las muestras en contenedores sellados a temperatura ambiente o de refrigeración, y protegidos de la luz solar. La aplicación de las medidas mencionadas para el desarrollo de este estudio puede ejemplificarse en el uso de cajas o “coolers” debidamente acondicionados, los cuales permiten disminuir el costo y facilitar el transporte de las muestras en un menor tiempo, además de brindar practicidad y funcionalidad en su uso. Así mismo, no está recomendado el uso de acidificantes o conservadores aplicados en las muestras de orina, debido a que generan variación en la concentración de yodo de

las muestras, lo cual afectará el resultado real del análisis.^{4,26}

En cuanto a la posible contaminación fúngica y bacteriana, se deben seguir los procesos de conservación y almacenamiento, con el fin de no modificar el pH y generar un ambiente propicio para la proliferación de los mismos. Este punto crítico de control debe ser tomado en cuenta en todo momento, desde la obtención de muestras hasta el análisis cuantitativo, especialmente si se pretende mantener muestras por periodos que abarcan días a semanas.²⁶

2.2.2.3. Métodos de determinación

Dentro de los principales métodos colorimétricos empleados con frecuencia, se encuentran:

- Método con persulfato amónico: empleado, principalmente, en muestras provenientes de una recolección de 24 horas. Se requieren elevadas cantidades de orina (300 a 500 ml) las cuales son digeridas con persulfato amónico a una temperatura de 90 a 110 °C. Posteriormente, se añade ácido arsenioso y sulfato cérico de amonio, llegando a medir la cantidad de yodo mediante el cálculo de una curva estándar. Los principales instrumentos a emplear son espectrofotómetro y bloque calefactor.^{4,26}
- Método con ácido clórico: emula el proceso mencionado anteriormente (método con persulfato

amónico), con la única diferencia de utilizar el ácido clórico en la digestión de la orina. No se emplea este método con frecuencia debido al riesgo que supone manipular este tipo de sustancias.^{4,26}

- Método ácido clórico modificado: a diferencia del método clórico tradicional, este compuesto actúa en la digestión de la orina, para posteriormente agrupar los resultados en intervalos de concentraciones estandarizados. Se emplea ferroína como indicador redox y un cronómetro para medir el tiempo de variación en la coloración.^{4,26}
- Método del Microplato (microplaca): proceso que se asemeja al método con persulfato amónico. La digestión es realizada en un microplato a 110°C por 60 minutos, posteriormente es transportado a una microplaca donde se desarrolla la reacción de Sandell – Kolthoff, mediante la reducción de iones séricos amarillos por arsénico, durante 30 minutos a 25°C. Este método es empleado con gran frecuencia por considerar que: tiene bajo costo económico, emplea una pequeña cantidad de muestra, presenta una mínima exposición a sustancias nocivas, y posee gran fiabilidad y exactitud en los resultados.^{4,26}

2.2.2.4. Valores referenciales

Los métodos descritos con anterioridad desarrollan y aplican un conjunto de criterios, como: la expansión del rango, con el fin de alcanzar las concentraciones deseadas; la ejecución de un proceso de cualificación, con el objetivo de obtener la menor variación; la amplitud

de valores referenciales de yoduria, comprendidos entre 50 ug/L a 200 ug/L; y la estimación de una cantidad de muestras no menor a 30, en los casos de recolección única o casual. Si bien la determinación de yoduria es el mejor indicador en el estado nutricional del yodo, este muestra el valor del elemento consumido en un corto plazo; por otra parte, la prueba de palpación de bocio o medición de glándula tiroides señala el estado referente a periodos prolongados previos.^{4,26}

Los valores de yodo en orina poseen diversos rangos o clasificaciones, teniendo en cuenta factores relacionados a la población. Dentro de estos factores se encuentran: el grupo etario, la condición fisiológica y, en ciertos casos, el género. Así mismo, cabe resaltar la importancia de la distribución de los datos, en referencia con la normalidad de los mismos; en este sentido, es frecuente encontrar estudios o investigaciones con distribución no normal, por lo que se recomienda emplear la mediana en lugar de la media, como medida referente. En el caso de proyectos desarrollados con muestras de distribución normal, se emplea la media, como medida de tendencia, y la desviación estándar, como medida de dispersión de la población estudiada.^{4,26}

Para fines del presente estudio, en la Tabla N°5 se menciona la clasificación de yoduria, ingesta de yodo y estado nutricional de yodo de niños en edad preescolar.

Tabla N° 5. Valoración del estado nutricional de yodo según niveles de yoduria

Yoduria (ug/L)	Ingesta de Yodo	Estado Nutricional de Yodo
< 20	Insuficiente	Deficiencia de Yodo grave
20 – 49	Insuficiente	Deficiencia de Yodo moderada
50 – 99	Insuficiente	Deficiencia de Yodo leve
100 – 199	Adecuada	Óptimo
200 - 299	Más que adecuada	Riesgo de hipertiroidismo
>300	Excesiva	Riesgo de efectos adversos

Fuente: Adaptado de **Lendechy, M.** Yoduria en población mexicana adulta. [Tesis especialidad]. Ciudad de México: Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición “Salvador Zubirán”. Universidad Autónoma de México; **2012**.²⁶

2.2.3. Sal de consumo humano

2.2.3.1. Generalidades

Dentro de la amplia variedad de presentaciones y conceptos asociados a los tipos de sal ofrecidos en el mercado actual, se debe tener en cuenta el correcto significado y comprensión de la sal de consumo humano, la cual hace referencia al producto cristalino con elevado contenido de cloruro de sodio; este podrá ser empleado y comercializado por la industria alimentaria y la población en general. La aplicación de la sal está vinculada a la gastronomía, la nutrición (medio alimenticio fortificado con determinados micronutrientes) y el uso como aditivo

alimentario en los procesos industriales correspondientes.²⁷

Cabe señalar la diferencia y el correcto uso de los diversos conceptos que pueden adoptar los diferentes tipos de sal. Estos variarán en su denominación y composición dependiendo del uso predeterminado o público objetivo. A continuación se muestran los términos empleados en la denominación de los tipos de sal:

- Sal de mesa: posee una composición idéntica a la sal de consumo humano (cloruro de sodio), siendo esta fortificada con yodo y flúor. Se caracteriza por ser homogénea, en estructura, y refinada. El periodo de conservación mínimo de este tipo de sal es de 6 meses, lo cual puede prolongarse de acuerdo a la adición, por parte del fabricante, de sustancias conservantes o antihumectantes. La producción de esta sal está sujeta al cumplimiento de los parámetros de inocuidad y calidad presentados en la norma técnica nacional especificada.²⁷
- Sal de cocina: posee una composición idéntica a la sal de consumo humano (cloruro de sodio), adicionando yodo y flúor. Está caracterizada, a diferencia de la sal de mesa, por tener una estructura no refinada y heterogénea, debido al mayor tamaño de los granos. El periodo de conservación varía de acuerdo a la adición de preservantes por parte del productor.²⁷
- Sal de uso en la industria alimentaria: este tipo de sal de consumo humano es empleada en la elaboración

de alimentos y otros productos de consumo. La adición de yodo y flúor, el tiempo de conservación por adición de antihumectantes, y la estructura del producto, son opcionales, dependiendo así del criterio del productor y requerimiento del usuario final.²⁷

2.2.3.2. Fortificación y Yodación Universal de la Sal (YUS)

La fortificación de un producto alimenticio está dada por la adición de uno o varios micronutrientes (vitaminas y minerales), comprendidos de forma natural o no dentro del mismo, con el objetivo de mejorar las cualidades nutricionales y, por consecuencia, prevenir patologías relacionadas a la carencia de los mismos. La razón principal de esta adición de nutrientes está basada en prevenir y enmendar problemas de salud pública local, regional o nacional, por lo que el impacto del consumo depende de la disponibilidad de los compuestos agregados, el nivel de ingesta del alimento por parte de la población, y el grado o concentración del compuesto. Así mismo, los beneficios de la fortificación están vinculados con la subsanación de déficit de micronutrientes en un grupo poblacional determinado, la optimización del estado nutricional de las personas y los efectos positivos sobre la salud.^{3,27}

Respecto a los tipos de fortificación, estos pueden realizarse empleando las siguientes formas o métodos:

- Fortificación masiva: forma empleada para la adición de micronutrientes en alimentos de consumo

extendido o común; esta es de elección en situaciones de riesgo o déficit nutricional en la población. Presenta un carácter de obligatoriedad, el cual es determinado y normado por el gobierno y las entidades facultativas correspondientes.^{3,27}

- Fortificación focalizada: dirigida a un grupo delimitado de una población, con el objetivo de incrementar o satisfacer parte del requerimiento diario del mismo; esto se orienta a grupos etarios vulnerables (gestantes, lactantes, niños y ancianos) y en situaciones de emergencia humanitaria.^{3,27}
- Fortificación orientada por el mercado: determinada, únicamente, por los productores de alimentos. Este tipo de fortificación está sujeto a un factor comercial, por lo cual el demandante o consumidor tendrá injerencia, según las necesidades o deseos, en la decisión de esta fortificación. Este método se viene dando a gran medida en países desarrollados; sin embargo, los países en vías de desarrollo han aumentado de forma exponencial la implementación de estos, generando problemas respecto a las irregularidades en las concentraciones adecuadas de los micronutrientes y los cambios en los hábitos alimentarios generados por la adherencia al consumo cotidiano y masivo de estos productos.^{3,27}

En cuanto a la Yodación Universal de la Sal o YUS, está se considera un tipo de fortificación masiva en muchos estados, considerando la OMS a esta estrategia como la preferente para evitar y corregir carencias de yodo en la población, lo cual generaría los denominados TDY. La

decisión de emplear este método y usar a la sal como vehículo alimentario se da por los siguientes motivos:^{3,27}

- La adición de yodo en la sal de consumo no genera modificación de sus características organolépticas principales.
- La extendida accesibilidad y distribución de la sal para la población.
- La elevada factibilidad en la obtención de instrumentos para la yodación y el bajo costo que esto significa para el productor.
- La posibilidad de realizar controles y supervisiones de la concentración de yodo en la sal de consumo, priorizando los puntos de venta y producción. Dichos lugares estarán sujetos a fiscalización por parte de los agentes y entidades relacionadas al Ministerio de Salud (MINSA).

La obtención de la materia prima, el cloruro de sodio, se da por la evaporación de salmuera de agua de mar; posteriormente, se incrementa la pureza hasta elevarla a un 99%, siendo procesada y fortificada antes de finalizar el proceso de producción. Por otra parte, esta estrategia, y el proceso de yodación en sí, ha generado grandes avances hacia el objetivo de la erradicación de los TDY, lo cual ha sido respaldado por los grandes y pequeños grupos de productores de sal; sin embargo, existen ciertas limitantes en el desarrollo como la falta de acceso por parte de poblaciones remotas, la falta de supervisión y control sobre los correctos procesos de yodación y el

disminuido número de productores de sal encontrados en cada país o población. Respecto a este último limitante, cabe señalar la intervención y apoyo en la instrucción técnica del proceso por parte del MINSA, llegando a obtener resultados alentadores en pequeños y medianos productores. Dichas mejoras se vieron ejemplificadas en la implementación de instalaciones con tecnología adecuada para el proceso de yodación; sin embargo, en zonas remotas o de difícil acceso se suscitaban inconvenientes como la escasez de materia prima por eventos climatológicos, la aparición de productos alterados provenientes del mercado negro, la ausencia de fiscalización sobre la calidad de la sal adecuadamente yodada y el incremento de precios sobre la adquisición y transporte de maquinaria e insumos relacionados con el proceso de yodación llevado a cabo en las plantas artesanales.^{3,27}

2.2.3.3. Elementos y Proceso de yodación de la sal

El yodo, como elemento, es adicionado a la sal mediante dos compuestos químicos:

- Yoduro de potasio: se caracteriza por la elevada inestabilidad y oxidación frente al calor, luz, temperaturas elevadas y humedad. Esto genera altas pérdidas de yodo en la sal, por lo cual es empleado usualmente como aditivo alimentario en procesos de industrialización de alimentos.^{3,27}
- Yodato de potasio: se caracteriza por la elevada insolubilidad en agua y la estabilidad en diversas

condiciones (reacciones y condiciones climatológicas). Estas propiedades permiten disminuir o evitar la pérdida o evaporación del yodo en la sal. El costo del compuesto es considerablemente más elevado al del yoduro de potasio.^{3,27}

Actualmente, se emplean dos métodos eficientes en la yodación de la sal para consumo humano:

- Método por vía húmeda: se da por el uso de una solución de yodato de potasio disuelta en agua. Esta mezcla puede ser adicionada a la sal mediante bombas esparcidoras, las cuales homogenizan la solución realizada, y mediante el método de goteo, donde se agrega el compuesto de acuerdo al flujo graduado por las vías.^{5,27}
- Método por Vía Seca: empleando yodato de potasio en formas de cristales secos, se adhiere el compuesto a la sal triturada y homogeneizada. Esta adición se da de manera mecánica o manual, lo cual reduce los costos de implementación y ejecución en cantidades pequeñas.^{5,27}

2.2.3.4. Métodos de determinación de yodo en sal

En la actualidad, se emplean dos métodos con precisión y efectividad similares:

- Método por volumetría (cuantitativo): prueba basada en la disolución de la sal en una solución ácida, la cual

contiene un exceso de yoduro de potasio. Se forma yodo y triyoduro, caracterizado por un color amarillo. Posteriormente, se adiciona una solución de almidón, formando un compuesto coloreado, el cual servirá para determinar la cantidad de yodo mediante titulación colorimétrica.^{5,27}

- Método Yoditest (semicuantitativo): prueba de uso rápido, basada en la reacción del almidón con el compuesto de yodato de potasio. Posee gran aceptación y difusión por el bajo costo, fiabilidad en resultados y portabilidad.^{5,27}

A continuación se puede apreciar las medidas de la prueba de Yoditest, la cual es comparada con una escala determinada, según se explica en la Tabla N° 6.

Tabla N° 6. Valores de yodo en sal en prueba Yoditest

Concentración de Yodo en Sal de consumo	Coloración	Descripción
0 ppm	Blanco, sin coloración	Sin Yodación
≥ 7 ppm	Celeste muy tenue	Insuficientemente Yodado
≥ 15 ppm	Azul o morado	Yodado
≥ 30 ppm	Azul o morado intenso	Adecuadamente Yodado

Fuente: Adaptado de **Ministerio de Salud**. Sostenibilidad de la yodación universal de la sal: procedimientos para la yodación de la sal. Lima: Ministerio de Salud; **2003**.⁵

2.2.3.5. Valores referenciales e indicaciones a nivel nacional

A nivel de pequeños, medianos y grandes productores, se realizan de manera constante capacitaciones y supervisiones en temas de procesamiento y comercialización respecto a la sal para consumo humano. Referente a este aspecto, se encuentra legislado el incumplimiento del correcto proceso de yodación y calidad en la sal, lo cual acarrea sanciones en los ámbitos administrativos y civiles, además de la suspensión sobre la elaboración y distribución del mencionado producto.²⁷

De acuerdo a la normativa nacional vigente expuesta por el Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOPI) y el Ministerio de Salud (MINSA) a través de la Norma Técnica Peruana (NTP) de Sal para Consumo Humano, se establece las siguientes condiciones y características para la sal de consumo:²⁷

- Extraída de fuentes o recursos naturales como minas de sal y salinas marinas.
- Presentación como cristales blancos con granulación de acuerdo al tipo de la misma
- Puede incluir aditivos admitidos por el Codex Alimentarius, específicamente emulsionantes y antiaglutinantes.

- Será fortalecida con yodo y flúor, en el caso de las sales de mesa y cocina.
- Se expenderá en envases impermeables y libres de metales pesados; se prohíben los provenientes de materiales o productos reciclados.
- En el etiquetado del envase, además de contener los puntos informativos estandarizados, se incluirá el contenido (ppm/kg), fuente de procedencia y método físico utilizado en la adición de yodo y flúor.
- Como particularidad, debido al producto y la política de la Yodación Universal de la Sal, el envase deberá contar con notificaciones referentes a la prohibición de la venta y comercialización en poblaciones con elevada cantidad de flúor en el agua potable; así mismo, deberá consignarse el tipo de sal y la denominación “Sal yodada y flourada”.

Por otra parte, respecto a los valores referenciales establecidos y normados a nivel nacional por la NTP, estos ascienden toma el valor de 30 a 40 ppm de yodo, en la forma de compuesto de yodato de potasio; así mismo, se indica la elección del método de adición por vía húmeda, considerando que este posee mayor uniformidad y aspersion sobre la sal de consumo.²⁷

2.3. Definición de términos básicos

-Concentración de yodo en sal: cantidad de yodo, como yodato de potasio, en la sal de consumo; es expresada en ppm o mg.³

-Consumo de sal: cantidad de sal de consumo ingerida diariamente por persona.²⁷

-Desórdenes o Trastornos por deficiencia de yodo: conjunto de síntomas o patologías causadas por la baja ingesta de yodo en la dieta.²⁵

-Desyodación: acción enzimática de las desyodasas en la cual eliminan yodo de la hormona tiroxina.²⁴

-Estado nutricional del yodo: estado fisiológico respecto al nivel de yodo y a los síntomas y valores clínicos relacionados a su inadecuada ingesta.²⁵

-Etapa fetal: periodo de desarrollo intrauterino que abarca desde las 8 semanas hasta el parto.²⁵

-Fortificación: adición o incremento de uno o varios micronutrientes en un alimento.³

-Política nutricional: estrategia alimentaria destinada a prevenir y erradicar la carencia de micronutrientes.²⁵

-Prevalencia: proporción de casos característicos presentes durante el periodo de aplicación del estudio.³⁰

-Prueba de Yoditest: método semicuantitativo usado en la determinación de yodo en la sal de consumo.²⁷

-Ritmo circadiano: frecuencia biológica diaria de las funciones en el organismo; comprende variaciones de acuerdo a factores externos.²⁵

-Yodación: acción de adicionar yodo, como yodato de potasio, a la sal de consumo; la ejecutan los productores de sal.²⁷

-Yodación universal de la sal: estrategia propuesta por la OMS, basada en la fortificación, con yodo, de la sal de consumo.³

-Yodo: micronutriente caracterizado por sintetizar hormonas tiroideas.²⁵

-Yoduria: cantidad o nivel de yodo presente en la orina; es expresado en ug/L.²⁶

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Formulación de hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

- La concentración de yodo en sal de consumo y los niveles de yoduria tienen una correlación significativa, en niños de 05 años del Centro Educativo Inicial “La Merced Kid” de Villa El Salvador, Lima en el año 2018.

3.1.2. Hipótesis específicas

- H. E. 1: Los niveles de yoduria determinados son adecuados, en niños de 05 años del Centro Educativo Inicial “La Merced Kid” de Villa El Salvador, Lima en el año 2018.
- H. E. 2: La concentración de yodo en sal de consumo es insuficiente, en niños de 05 años del Centro Educativo Inicial “La Merced Kid” de Villa El Salvador, Lima en el año 2018.

- H. E. 3: La diferencia de niveles de yoduria, según género, establece una superioridad de niños frente a niñas de 05 años del Centro Educativo Inicial “La Merced Kid” de Villa El Salvador, Lima en el año 2018

3.2. Identificación de variables

Cuadro N° 1. Identificación de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	Concentración de yodo en sal de consumo
VARIABLE DEPENDIENTE	Nivel de yoduria

Fuente: Elaboración propia. 2018

3.3. Operacionalización de variables

Cuadro N° 2. Operacionalización de variables

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA/PUNTO DE CORTE
Concentración de yodo en sal de consumo	Contenido determinado del compuesto formado por yodo, en relación al total del producto, en la sal de consumo	Cantidad de yodo en sal de consumo	Concentración de yodo en sal de consumo (ppm)	0 ppm = Sin yodación ≥ 7 ppm = Insuficientemente Yodado ≥ 15 ppm = Yodado ≥ 30 ppm = Adecuadamente yodado

VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	UNIDAD DE MEDIDA/PUNTO DE CORTE
Nivel de yoduria	Cantidad determinada de yodo en relación con el volumen de orina	Cantidad de yodo en orina	Concentración de yodo en orina (ug/L)	<20 = Severa Deficiencia 20-49.99 = Moderada Deficiencia 50-99.9 = Ligera Deficiencia 100-199.9 = Óptimo 200-299.99 = Riesgo de hipertiroidismo >300 = Riesgo de consecuencias

Fuente: Elaboración propia. 2018

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. Tipo y nivel de investigación

4.1.1. Tipo de investigación

- Descriptivo: la descripción, a partir de lo medido o evaluado, referente a las variables existentes.
- Transversal: la medición de las variables mencionadas se da en único momento.
- Prospectiva: la obtención de los datos de las variables se da después de comenzada la investigación.
- Cuantitativa: se estudian variables con un tipo de relación numérica; además, se emplean herramientas estadísticas para la obtención de resultados.^{28,29}

4.1.2. Nivel de investigación

La investigación se da a un nivel **descriptivo** debido a que refiere la medición y especificación de las variables, y **correlacional** porque busca determinar una asociación

o grado de relación basado en la aplicación de herramientas estadísticas.³⁰

4.2. Método y diseño de la investigación

4.2.1. Método de la investigación

Como fundamento de desarrollo del estudio, se aplica el siguiente método:

- **Deductivo:** se usan conclusiones o teorías generales para obtener resultados o casos particulares; es decir, parte de lo general a lo particular.

4.2.2. Diseño de la investigación

Según el manejo de la investigación, se presenta un diseño **No Experimental**, lo cual hace referencia a la no manipulación o variación intencionada de variables, es decir, se da únicamente la observación y medición de fenómenos en el contexto natural.³⁰

A continuación se presenta y detalla el diseño desarrollado en la presente investigación.³⁰

Diseño transeccional descriptivo:

X₁: Se recolectan datos y se describe la variable

X₂: Se recolectan datos y se describe la variable

Tiempo único

El interés es cada variable tomada individualmente

X_1

X_2

Donde:

X_1 : Concentración de yodo en sal de consumo

X_2 : Nivel de yoduria

Diseño transeccional correlacional:

$(X_1 - X_2)$: Se recolectan datos y se describe relación

Tiempo único

El interés es cada variable tomada individualmente

$X_1 - X_2$

Donde:

X_1 : Concentración de yodo en sal de consumo

X_2 : Nivel de yoduria

4.3. Población y muestra de la investigación

4.3.1. Población

El presente estudio tiene como objetivo la descripción y correlación de las variables mencionadas sobre una población delimitada de **80 infantes de 05 años de edad**,

pertenecientes al C.E.I. “La Merced Kid”, en el distrito de Villa El Salvador – Lima.

4.3.2. Muestra

La población está subdividida en 2 estratos o grupos, de acuerdo a género, conteniendo así una cantidad de 40 niños y 40 niñas. Con el fin de obtener una muestra representativa de cada subgrupo, se determina **20 niños y 20 niñas**, obteniendo un total de 40 infantes. La subdivisión en estratos y la determinación de la muestra se da por el método de **muestreo probabilístico – aleatorio estratificado proporcional**, el cual refiere la segmentación basada en grupos homogéneos respecto a las variables estudiadas; dentro de cada subgrupo se determina una muestra representativa, de acuerdo a la proporcionalidad respecto al tamaño de la población total.³⁰

El número de participantes que conforman la muestra se calculó y estableció según la fórmula y las variables correspondientes al tipo de muestreo mencionado, cuyo resultado ha sido aplicado al presente proyecto:

$$nh = (Nh / N) * n$$

nh = tamaño de la muestra del estrato

NH = tamaño de la población en relación con el estrato

N = tamaño de toda la población

n = tamaño de la muestra completa

Criterios de Inclusión

- Niños y niñas con edades de 5 años
- Residir en el distrito de Villa El Salvador
- Pertenecer a la Institución Educativa en mención

Criterios de Exclusión

- No presentar el consentimiento informado debidamente firmado por uno de los padres o apoderado
- Niños y niñas que presenten patologías tiroideas o consuman una medicación con yodo

4.4. Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

4.4.1. Técnicas

Para la obtención de datos de las variables, se aplican las siguientes técnicas:

- Determinación de yodo en orina (yoduria): analizado por el método del Microplato (microplaca), proceso en el cual se digiere una muestra de orina con persulfato amónico a una temperatura de 110°C por 60 minutos. La digestión es realizada en un microplato, posteriormente es transportado a una microplaca donde se desarrolla la reacción de Sandell – Kolthoff, mediante la reducción de iones séricos amarillos por arsénico, durante 30 minutos a 25°C; se llega a medir la cantidad de yodo mediante el cálculo de una curva estándar. Los principales instrumentos a

emplear en el proceso son espectrofotómetro y bloque calefactor.^{4,30}

- Determinación de yodo en sal de consumo: analizado por el método de Yoditest (semicuantitativo), prueba de uso rápido, basada en la reacción del almidón con el compuesto de yodato de potasio presente en la sal de consumo. El procedimiento consiste en agregar dos gotas del reactivo en la sal de consumo; a continuación, se puede apreciar un cambio en la coloración, la cual varía desde blanco (sin yodo) hasta azul o morado intenso (adecuadamente yodado).^{5,30}

4.4.2. Instrumentos

Se emplearon, como instrumentos de recolección de datos obtenidos en la investigación, dos fichas de recolección de datos. Dichas fichas no requirieron un procedimiento de validación, al ser de simple entrada y recoger información. La ficha de recolección 01 (**Anexo N° 2**) contiene los datos referentes al nivel de yoduria; mientras que, la ficha de recolección 02 (**Anexo N° 3**) contiene los valores de concentración de yodo en sal de consumo.

4.4.3. Procedimientos

FASE I:

- Coordinación y solicitud de permiso con el coordinador de la institución educativa, para llevar a cabo el estudio.

- Reunión, coordinación y entrega de consentimiento informado (**Anexo N° 4**) a las docentes de educación inicial.
- Confirmación de exámenes y procedimientos a realizar por el laboratorio.

FASE II:

- Elaboración de instrumentos de recolección de datos.

FASE III:

- Recepción, por parte del investigador, de consentimientos informados debidamente autorizados por los padres de familia.
- Confirmación de fecha asignada para la recepción de las muestras

FASE IV:

- Recepción de muestras de orina de niños, en frascos de polietileno.
- Recepción de muestras de sal de consumo de hogares de niños, enviadas por los padres de los mismos, en bolsas debidamente rotuladas con el nombre de cada participante.
- Transporte, basados en los medios de temperatura adecuados, y entrega de muestras en el laboratorio.

FASE V:

- En el laboratorio, se da el análisis (yoduria) con muestras de orina por el método de microplato (reacción de Sandell – Kolthoff), agregando

persulfato amónico a 110°C por 60 minutos, y reduciéndolo por iones de arsénico durante 30 minutos a 35°C; se mide mediante cálculo de curva estándar.

- En el laboratorio, se da el análisis (concentración de yodo) de muestras de sal, por el método de Yoditest, agregando dos gotas del reactivo, cuya reacción se da por interacción de almidón y yodato de potasio, viendo cambios en la coloración de acuerdo a yodación.

FASE VI:

- Recepción de resultados (**Anexo N° 5** y **Anexo N° 6**) de los procedimientos de medición de yoduria y concentración de yodo en sal, llevados a cabo en el laboratorio, con el investigador.
- Recolección de datos mediante técnica de observación y análisis documental, empleando como instrumentos las dos fichas de recolección de datos.

CAPÍTULO V

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1. Resultados de investigación

El estudio fue diseñado y ejecutado sobre una población total de 80 niños de 5 años de edad, provenientes de la I. E. “La Merced Kid”, obteniendo, por métodos probabilísticos, una muestra de 40 infantes. Los resultados obtenidos de las variables fueron recogidos por fichas de recolección, de las cuales se extrajeron los datos correspondientes. Se podrá apreciar la totalidad de resultados de cada prueba en la base de datos (**Anexo N° 7**).

A continuación se analizarán los resultados obtenidos en la aplicación del estudio, para lo cual se emplearon diversos métodos estadísticos a través del uso del programa Minitab versión 17.3.1. El orden a seguir dentro de este análisis se relacionará con la exposición de las variables mostradas a lo largo del presente estudio. Dichos análisis estarán acompañados de interpretaciones, teniendo en cuenta el contexto y objetivos de la investigación.

5.1.1. Niveles de yoduria

Se ejecutó la agrupación de unidades de muestreo (frecuencias) de acuerdo a una tabla de distribución, la cual está basada en la denominación del yodo y los niveles de yoduria correspondientes.

Tabla N° 7. Distribución de frecuencias de los niveles de yoduria

Estado Nutricional de Yodo	Yoduria (ug/L)	Frecuencia	Porcentaje	Frec. Abs. Acumulada	Frec. Rel. Acumulada
Deficiencia grave	< 20	0	0 %	0	0%
Deficiencia moderada	20 – 49	0	0 %	0	0%
Deficiencia leve	50 – 99	06	15 %	06	15%
Óptimo	100 – 199	29	73 %	35	88%
Riesgo de hipertiroidismo	200 - 299	05	12 %	40	100%
Riesgo de efectos adversos	>300	0	0 %	40	100%
Total		40	100 %		

Fuente: Elaboración propia. 2018

Como se puede observar, en la **Tabla N° 7**, el 73% de los infantes registran niveles óptimos o adecuados; el 15% o 6 niños presentan deficiencia leve de yodo, mientras que tan solo el 12% de la muestra o 5 niños obtienen valores

excesivos de yodo en orina. Los valores inadecuados (fuera del rango óptimo) ascienden a 25% u 11 casos.

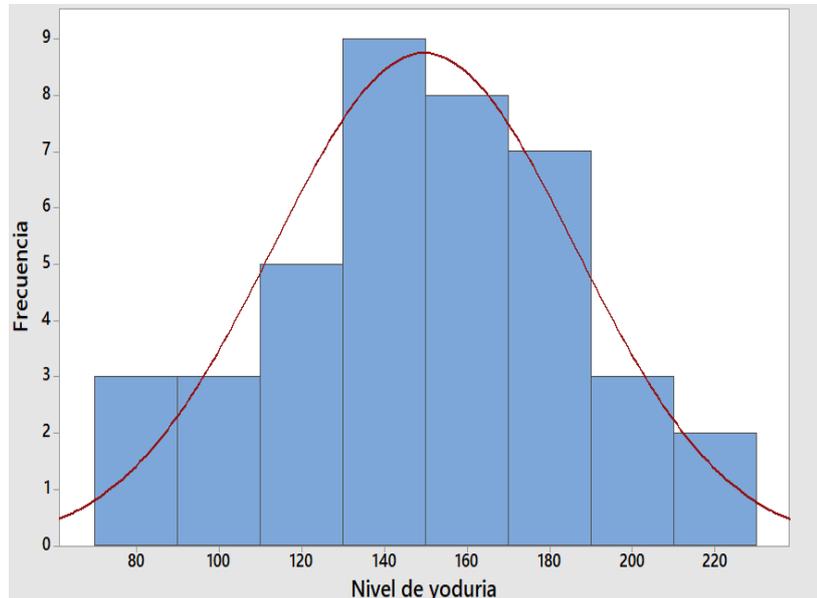


Gráfico N° 1. Histograma de frecuencias de niveles de yoduria

Fuente: Elaboración propia. 2018

Dentro de la variedad de valores hallados, se debe someter a un estudio de comprobación de normalidad de distribución de datos, el cual se puede apreciar en el **Gráfico N° 1**. Los valores de yoduria son sometidos a la prueba de Anderson - Darling, en la cual obtiene un valor p de 0.613, aceptando así la hipótesis nula (sí existe normalidad en los datos), es decir, existe una distribución adecuada y cercana de los valores al promedio establecido de yoduria. Respecto a los valores obtenidos en la determinación de medidas de resumen (**Anexo N° 8**), el promedio de yoduria de la población ascendió a 149 $\mu\text{g/L} \pm 36.50 \mu\text{g/L}$. El valor mínimo de yoduria en el grupo estudiado ascendió a 73 $\mu\text{g/L}$, mientras que el valor máximo hallado fue de 220 $\mu\text{g/L}$, lo cual indica un rango, o diferencia entre valores extremos, de 147 $\mu\text{g/L}$. Al tener

datos con distribución normal, el valor de la mediana de yoduria (149 ug/L) se asemeja al promedio obtenido, considerando la agrupación y bajos valores extremos presentes. Los valores obtenidos, con mayor frecuencia, de yoduria en el conjunto de datos fueron 154 y 164 ug/L, indicando así una distribución bimodal.

Tabla N° 8. Distribución del género de la muestra según los niveles de yoduria

Estado Nutricional de Yodo	Yoduria (ug/L)	Niños N (%)	Niñas N (%)
Deficiencia grave	< 20	0 (0%)	0 %
Deficiencia moderada	20 – 49	0 (0%)	0 %
Deficiencia leve	50 – 99	03 (15%)	03 (15%)
Óptimo	100 – 199	14 (70%)	15 (75%)
Riesgo de hipertiroidismo	200 - 299	03 (15%)	02 (10%)
Riesgo de efectos adversos	>300	0	0 %
TOTAL		20 (100 %)	20 (100%)

Fuente: Elaboración propia. 2018

Así mismo, como se observa en la **Tabla N° 8**, la frecuencia de la clasificación del yodo, basados en cada grupo de género de muestra, exhibe un porcentaje de niveles óptimos (100 ug/L – 199 ug/L) dentro del grupo de niñas del 75%; en cambio, el 70% de los niños tuvieron niveles óptimos. Los casos de exceso de yoduria (200 ug/L – 299 ug/L) en el grupo de niños asciende al 15% de su población, mientras que el 10% o 2 casos se presentan en el grupo de niñas. Se determinaron 03 valores deficitarios de yodo (0 ug/L – 99 ug/L) en cada uno

de los dos grupos; esto, referente al porcentaje individual de cada grupo, significa 15% en niños y 15% en niñas. Los valores de yoduria mayores a 100 ug/L comprenden el 85% de las muestras dentro del grupo de niños, mientras que en el grupo de las niñas se iguala este porcentaje, obteniendo 17 casos.

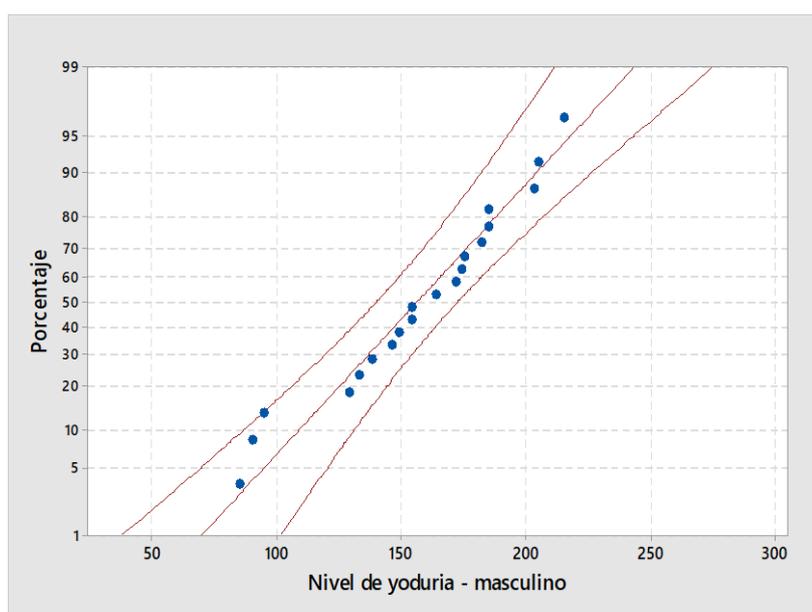


Gráfico N° 2. Dispersión de porcentajes de niveles de yoduria, en grupo masculino

Fuente: Elaboración propia. 2018

Respecto al tipo de distribución de valores, como se observa en el **Gráfico N° 2**, este obedece a una distribución normal de datos, lo cual permite emplear al promedio de yoduria, del grupo masculino, como una medida de referencia y se asume que existe una dispersión de valores cercanos a la misma. La demostración estadística de la normalidad de los datos mencionados se dio por la aplicación de la prueba de Anderson – Darling (**Anexo N° 9**), en la cual el grupo masculino obtuvo un valor p de 0.464, es decir, se confirma por pruebas estadísticas la existencia de una

distribución adecuada y cercana, por parte de los datos, al promedio de yoduria.

En el grupo masculino, se determinó (**Anexo N° 9**) un promedio de yoduria de $156 \text{ ug/L} \pm 37.21 \text{ ug/L}$. El valor de yoduria más bajo encontrado fue de 85 ug/L , mientras que el mayor valor hallado obtuvo 215 ug/L .

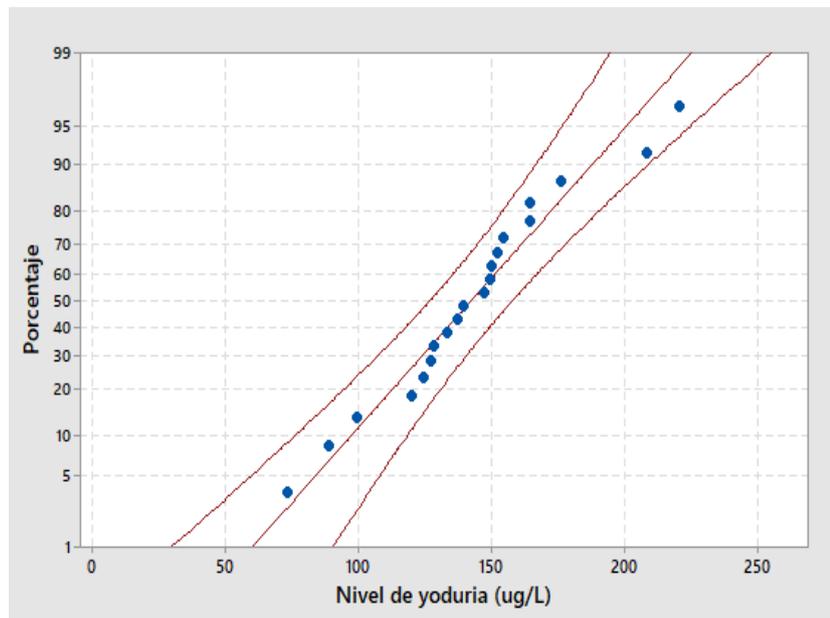


Gráfico N° 3. Dispersión de porcentajes de niveles de yoduria, en grupo femenino

Fuente: Elaboración propia. 2018

En el grupo femenino, respecto al tipo de distribución de valores, como se observa en el **Gráfico N° 3**, este obedece a una normalidad de datos, lo cual permite emplear a al promedio de yoduria como medida de referencia La demostración estadística de la normalidad de los datos mencionados se dio por la aplicación de la prueba de Anderson – Darling (**Anexo N° 10**), en la cual el grupo femenino obtuvo un valor p de 0.457, es decir, se confirma por la prueba estadística la presencia de una

distribución adecuada y cercana, por parte de los datos, al promedio de yoduria.

En este grupo se determinó (**Anexo N° 10**) un valor mínimo de yoduria de 73 ug/L y máximo de 220 ug/L. Sobre el promedio obtenido de esta subpoblación se determinó un valor de $142 \text{ ug/L} \pm 35.32$.

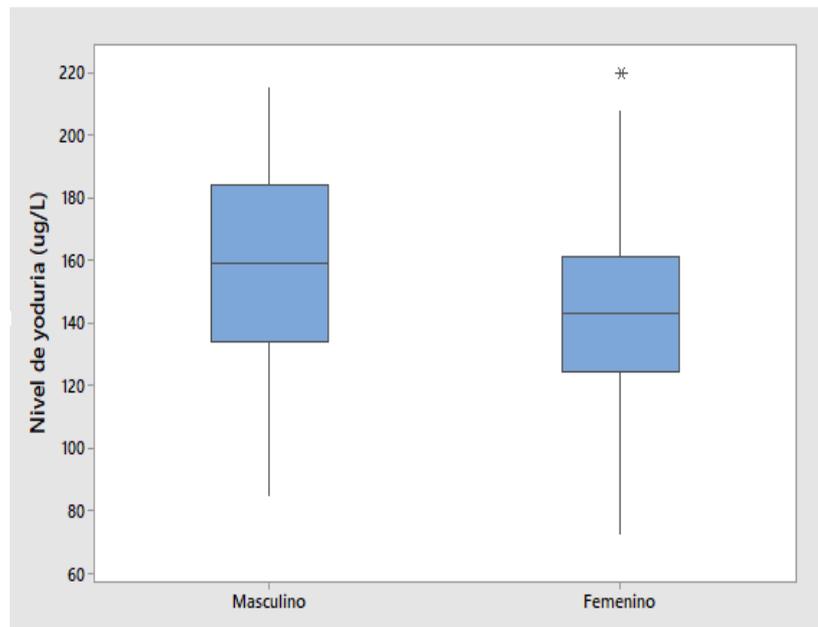


Gráfico N° 4. Diagrama de cajas de niveles de yoduria de acuerdo al género

Fuente: Elaboración propia. 2018

Se plasmó la división de los valores de yoduria de acuerdo al promedio y cuartiles, en un diagrama de cajas, como se ve en el **Gráfico N° 4**. En el grupo masculino se da una dispersión homogénea entre los valores y se obtiene un mayor valor promedio frente al grupo femenino; existe 1 valor extremo y una proporcionalidad entre los cuartiles 1, 2 y 3 del grupo femenino, lo que indicaría menor dispersión de valores.

Se realizó la comprobación de igualdad de varianzas, mediante la aplicación de la prueba F (**Anexo N° 11**), cuyo valor p de 0.823 supera el nivel de significancia de 0.05, señalando así la igualdad de varianzas entre los 2 grupos, y permitiendo comparar los promedios de ambos.

La determinación de la diferencia de ambos grupos se estableció por la prueba paramétrica T de student (**Anexo N° 12**); considerando la premisa de una superioridad de niveles de yoduria en el grupo masculino, se obtiene un valor p (0.885) por encima del nivel de significancia establecido, lo cual confirma los valores mayores del grupo masculino frente al femenino.

5.1.2. Concentración de yodo en sal de consumo

Tabla N° 9. Distribución de frecuencias de concentración de yodo en sal de consumo

Concentración de yodo en sal de consumo	Descripción	Frecuencia	Porcentaje	Frec. Absoluta Acumulada	Porc. Absoluto Acumulado
0 ppm	Sin Yodación	0	0 %	0	0 %
≥ 7 ppm	Insuficientemente Yodado	5	12 %	5	12 %
≥ 15 ppm	Yodado	25	63 %	30	75 %
≥ 30 ppm	Adecuadamente Yodado	10	25 %	40	100 %
Total		40	100 %		

Fuente: Elaboración propia. 2018

Respecto a la determinación de la concentración del elemento en mención, como se aprecia en la **Tabla N° 9**, se obtuvieron valores expresados en parte por millón (ppm). Cabe señalar que, de acuerdo a la normativa nacional de yodación (≥ 30 ppm), indicada por MINSA e INDECOPI, el 75 % o 30 muestras de sal de consumo fueron determinadas como inadecuadamente yodadas, mientras que tan solo el 25 % o 10 muestras se consideran adecuadamente yodadas.

Por otra parte, teniendo en cuenta los parámetros establecidos por la OMS (≥ 15 ppm), se determinó que el 88 % o 35 casos cumplen con lo indicado, mientras que tan solo el 12% o 5 casos son considerados. Se indicó que la concentración mínima en las muestras de sal fue de ≥ 7 ppm, mientras que el valor máximo superó los 30 ppm.; así mismo, el valor determinado con mayor frecuencia fue ≥ 15 ppm, convirtiendo esta distribución de valores cualitativos en unimodal.

5.1.3. Relación entre niveles de yoduria y concentración de yodo en sal de consumo

Tabla N° 10. Distribución de la concentración de yodo en sal de consumo según el estado nutricional del yodo

Estado Nutricional de Yodo	Concentración de yodo en sal				Total
	Sin yodación	Insuficientemente yodado	Yodado	Adecuadamente yodado	
Deficiencia grave	0	0	0	0	0
Deficiencia moderada	0	0	0	0	0
Deficiencia leve	0	3 (50%)	3 (50%)	0	6
Óptimo	0	2 (7%)	19 (66%)	8 (27%)	29
Riesgo de hipertiroidismo	0	0	3 (60%)	2 (40%)	5
Riesgo de efectos adversos	0	0	0	0	0
Total	0	5	25	10	40

Fuente: Elaboración propia. 2018

Respecto a lo visto en la **Tabla N° 10**, se resalta la elevada frecuencia (32 niños) de individuos con niveles de yoduria óptimos o superiores y con la concentración mínimamente yodada de la sal (≥ 15 ppm y ≥ 30 ppm), lo cual indica una presunta correlación entre las variables. Así mismo, el 100% de individuos con deficiencia en los niveles de yoduria (6 casos), no se encuentran

consumiendo sal de consumo adecuadamente yodada (≥ 30 ppm). El 93 % de niños con niveles óptimos de yoduria consumen sal yodada o adecuadamente yodada, teniendo como valor mínimo ≥ 15 ppm de yodo; mientras que el 40 % de niños con niveles excesivos de yoduria consumían sal adecuadamente yodada (≥ 30 ppm)

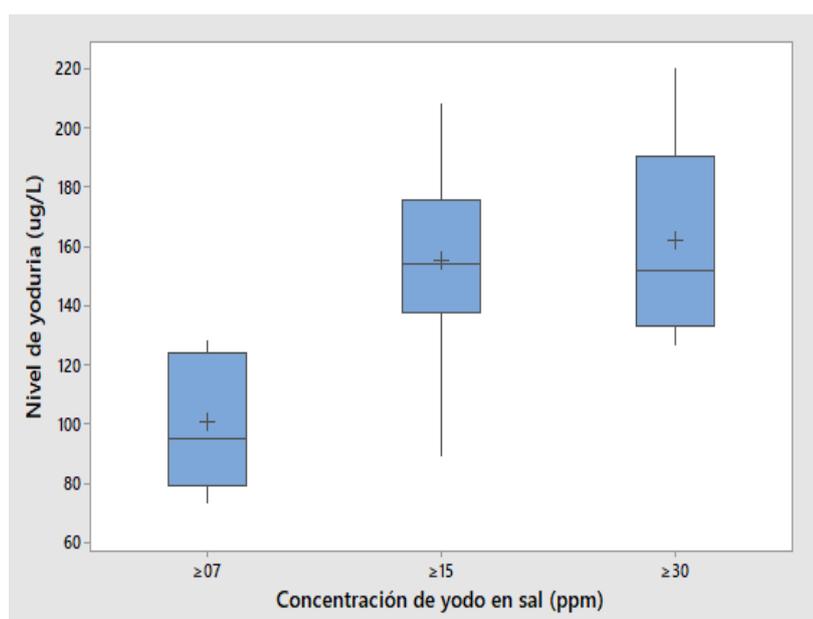


Gráfico N° 5. Diagrama de cajas referente a los niveles de yoduria respecto a la concentración de yodo en sal

Fuente: Elaboración propia. 2018

Como se observa en el **Gráfico N° 5**, la agrupación de acuerdo a la concentración de yodo en sal permite establecer la diferencia entre medianas y medias (+) de los niveles de yoduria, observando similitud o cercanía entre ambas medidas de cada grupo. El solapamiento o coincidencia de las cajas pertenecientes a cada grupo indicará una menor asociación entre las variables. Se aprecia una notable diferencia entre los valores del grupo ≥ 7 ppm con respecto al resto de grupos, lo cual indicaría una elevada intensidad de asociación. Así mismo, la

medida de asociación se vería disminuida en el caso de la comparación entre los grupos yodados (≥ 15 ppm y ≥ 30 ppm), observándose un solapamiento, principalmente en las medianas, indicando un patrón vinculado a los niveles adecuados de yoduria y la sal de consumo mínimamente yodada (≥ 15 ppm y ≥ 30 ppm).

En el grupo de niños con consumo de sal con concentración de yodo ≥ 7 ppm, se aprecia la mediana de yoduria por debajo del límite recomendado (100 ug/L), indicando así una correlación positiva entre las variables; este grupo, se caracteriza por tener una yoduria promedio de 95 ug/L, y alcanza una yoduria mínima y máxima de 73 ug/L y 128 ug/L, hallando así los valores más bajos de toda la muestra. El grupo correspondiente a la concentración de yodo en sal ≥ 15 ppm, se establecen niveles de yoduria más dispersos, encontrando un valor mínimo y máximo de 89 ug/L y 208 ug/L, respectivamente. El valor promedio de la yoduria, en este grupo, asciende a 154 ug/L. Así mismo, dentro del grupo de concentración de sal de consumo con yodo ≥ 30 ppm, se obtienen el mayor nivel de yoduria determinado (220 ug/L) y el valor promedio más elevado (161 ug/L), vinculando directamente ambas variables de forma proporcional.

Se logró identificar una diferencia importante entre las medidas de tendencia central, siendo una de ellas la baja media y mediana del grupo ≥ 7 ppm; además, los grupos denominados yodados (≥ 15 ppm y ≥ 30 ppm), obtienen niveles de yoduria normales o aceptables, partiendo desde las medidas de Q1, media y mediana. Esta

comparación de medidas relaciona a la suficiente yodación de sal con los óptimos niveles de yoduria.

La total afirmación o negación de la supuesta correlación se dará en el análisis de los resultados, mediante la aplicación e interpretación de métodos estadísticos.

Tabla N° 11. Tabulación cruzada entre clasificación de niveles de yoduria y concentración de yodo en sal de consumo

Clasificación yoduria / concentración yodo en sal	Insuficiente yodado	Yodado	Adecuadamente yodado	Total
Deficiente	3 0.750	2 3.625	0 0.625	5
Óptimo	3 3.750	19 18.125	3 3.125	25
Riesgo	0 1.500	8 7.250	2 1.250	10
Total	6	29	5	40

Fuente: Elaboración propia. 2018

Se procedió a analizar los datos mediante una agrupación de carácter categórico, dando como resultado la creación de una tabla de contingencia de 3 x 3 (**Tabla N° 11**). Como se aprecia, las múltiples frecuencias esperadas menores a 5 no cumplen el requisito para mostrar un valor confiable del estadístico Chi – cuadrada. Así mismo, los valores de las medidas de asociación r de Pearson y rho de Spearman, de 0.4 y 0.4, respectivamente, indican una asociación positiva moderada entre ambas variables,

teniendo en cuenta el valor mínimo de - 1 (negativa) y valor máximo de +1 (positiva). Se adecuó la información en tablas de contingencia de 2 x 2, las cuales permiten la aplicación de la prueba exacta de Fisher, identificando así el valor p referente a la independencia o asociación de las variables estudiadas. Los 2 casos de adecuaciones se basaron en la clasificación de la concentración de yodo en sal, la cual según la OMS debe ser ≥ 15 ppm, y según la normativa nacional (MINSa e INDECOPI) debe ser ≥ 30 ppm.

Tabla N° 12. Tabulación cruzada y medidas de asociación entre variables de yoduria y concentración de yodo, asumiendo categorías “insuficientemente yodado” y “yodado”

Clasificación yoduria / concentración yodo en sal	Insuficientemente yodado	Yodado	Total
Deficiente	3 0.750	3 5.250	6
Correcto	2 4.250	32 29.750	34
Total	5	35	40

Fuente: Elaboración propia. 2018

En cuanto a la primera adecuación de categorías, la **Tabla N° 12** muestra una tabla de contingencia con tabulación cruzada, donde en la variable de clasificación de yoduria se obtuvieron los grupos “deficiente” y “correcto”, conteniendo este último la combinación de las categorías de “óptimo” (100-199 ug/L) y “riesgo de hipertiroidismo”

(200-299 ug/L); por otra parte, en la variable concentración de yodo en sal se obtuvieron los grupos “insuficientemente yodado” y “yodado”, conteniendo este último la combinación de las categorías “yodado” (≥ 15 ppm) y “adecuadamente yodado” (≥ 30 ppm).

Resalta la elevada frecuencia de participantes (32) con correcta yoduria y sal yodada. Se realizó la prueba de Fisher, cuyo p valor de 0.01 rechaza la hipótesis nula, llegando así a la interpretación que sí existe una asociación significativa entre las variables mencionadas. Así mismo, los valores de las medidas de r de Pearson y Rho de Spearman (0.47 y 0.47, respectivamente) muestran una asociación positiva moderada.

Cabe señalar que esta agrupación de categorías, en la concentración de yodo en sal, estuvo basada en los parámetros mencionados por la OMS, indicando valores aceptables de 15 ppm a más.

Tabla N° 13. Tabulación cruzada y medidas de asociación entre variables de yoduria y concentración de yodo, asumiendo categorías “normativamente yodado” y “normativamente no yodado”

Clasificación yoduria / concentración yodo en sal	Normativamente no yodado	Normativamente yodado	Total
Deficiente	6 4.500	0 1.500	6
Correcto	24 25.500	10 8.500	34
Total	30	10	40

Fuente: Elaboración propia. 2018

En la segunda adecuación de categorías, apreciada en la **Tabla N° 13**, la tabulación cruzada muestra la variable de clasificación de yoduria, cuyas categorías son idénticas a la primera adecuación. En cuanto a la variable de concentración de yodo en sal, se muestran los grupos “normativamente yodado” y “normativamente no yodado”, conteniendo este último la combinación de las categorías “insuficientemente yodado” (≥ 7 ppm) y “yodado” (≥ 15 ppm).

Se observa un reducido número de participantes (10) con yoduria correcta y sal normativamente yodada. Según lo apreciado, al no encontrarse frecuencias esperadas menores a 1, se realiza la prueba de Chi – cuadrada de Pearson, obteniendo un valor p de 0.126, es decir, mayor a 0.05. Dicho resultado se interpreta como la negación al rechazo de la hipótesis nula, es decir, no existe asociación entre variables. Dicho estadístico es reforzado por la prueba de Fisher, cuyo p valor 0.30 es mayor a 0.05, indicando así que no existen evidencias para establecer una asociación entre variables. En cuanto a las medidas de r de Pearson y Rho de Spearman (resultados de 0.24 y 0.24, respectivamente) los valores mostrados señalan una asociación débil o nula, coincidiendo así con las pruebas mencionadas con anterioridad. Cabe señalar que esta agrupación de categorías, en la concentración de yodo en sal, estuvo basada en los parámetros establecidos en la Norma Técnica Peruana correspondiente. Dicha normativa, adoptada y establecida por INDECOPI y MINSA, rige sobre el territorio nacional y establece una concentración adecuada de yodo en sal mayor o igual a 30 ppm.

CAPÍTULO VI

DISCUSIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

6.1. Discusión de investigación

6.1.1. Yoduria general

La estimación de la yoduria, determinada por método analítico cuantitativo y muestra única de orina, es considerada el principal método en la determinación del estado nutricional del yodo en la población, como menciona la OMS.¹ Respecto a este punto, y para fines del presente estudio, se recolectaron muestras de orina en ayuno, coincidiendo con el menor nivel de yodo en su respectivo ciclo circadiano; además, se optó por emplear el método del microplato, basado en la reacción de Sandell – Kolthoff. Dicha metodología empleada coincide con las técnicas usadas en los estudios nacionales de Tarqui et al.⁷ y Higa et al.¹³, los cuales obtienen muestras únicas, en ayunas, de 30 ml y aplican métodos basados en la reacción anteriormente mencionada; por otra parte, existen diferencias con la metodología empleada en estudios internacionales respecto a la cantidad de muestra de orina requerida, cuya cifra ascendió a 10 ml. según el estudio de López et al.²¹; y referente a la toma

de muestra, la cual fue sin requerimiento de ayuno y en horas de la tarde, como se explica en el estudio de Lendechy²⁶.

Respecto a los niveles de yoduria hallados en la muestra total, se determinó una media de 149 ug/L., encontrando a la población estudiada en una situación óptima, según la clasificación de la OMS. Este hallazgo coincide y corrobora la hipótesis específica 1, lo cual podría estar relacionado a un consumo adecuado de alimentos ricos en yodo y una correcta aplicación de sistemas de vigilancia de yodación en sal de consumo. La media encontrada contrasta con un estudio realizado en el año 2016 a nivel nacional, en el cual Tarqui et al.⁷ obtiene la yoduria de los escolares de nivel primario, exhibiendo una mediana de 258 ug/L de una muestra proveniente de 8023 infantes, clasificándolos así en un estado de exceso de yodo o riesgo de hipertiroidismo. Esto podría explicarse por el mayor consumo de alimentos ricos en yodo, factores de correcta seguridad alimentaria, y elevado número en la muestra y la ausencia de normalidad en la distribución. Por otra parte, estudios similares realizados a nivel internacional demuestran compatibilidad con los hallazgos del presente estudio, como es el ejemplo de la investigación presentada en el año 2013 por García³¹, quien en una población de 216 escolares de Madrid, obtuvo una mediana de 120 ug/L. La causa de dicho hallazgo podría estar dado por la ausencia de control de procesos de yodación de la sal de consumo, y por la baja cantidad de individuos analizados.

6.1.2. Yoduria según género

En cuanto a la determinación de yoduria según género, Capdevila et al.³² luego de analizar las yodurias en niños de ambos sexos, determina una prevalencia para el género masculino y femenino de 47 % y 53 %, respectivamente; así mismo, obtiene medianas superiores de niños frente a niñas, con valores de 220 ug/L y 209 ug/L. Dichos resultados se asemejan al estudio de Tarqui et al.⁷ el cual posee prevalencias de 50,9 % para el género masculino y 49,1 % para el femenino; además, la cuantificación de la yoduria toma valores en las medianas de 265 ug/L y 250 ug/L, respectivamente. Sobre este apartado, en el presente estudio, se encontró que el grupo de niñas mostró un promedio de 142 ug/L, mientras que el otro obtuvo 156 ug/L. Esto reafirma la hipótesis señalada en un inicio, atribuyendo un mayor nivel de yoduria al género masculino.

Cabe resaltar las similitudes respecto a la distribución de la población de niños según género; por otra parte, se encuentran elevados niveles de yoduria masculinos en todos los estudios, pudiendo explicarse esto por el mayor consumo de alimentos ricos en yodo. Existe una marcada diferencia en cuanto a los valores promedio de yoduria según género, a comparación de los estudios de Tarqui et al.⁷ y Capdevila et al.³², los cuales son notablemente menores en el presente estudio, pudiendo ser justificado por el número de personas estudiadas y el ámbito socioeconómico de la población.

6.1.3. Concentración de yodo en sal de consumo

La determinación de la concentración de yodo en sal de consumo se dio por el método semicuantitativo de Yoditest, el cual cuenta con la aprobación y difusión del MINSA⁵. La elección de un método portátil y accesible coincide con el empleado en los estudios nacionales de Miranda et al.¹² y Higa et al.¹³, en los cuales se evaluaron muestras de sal de 5 g, provenientes de niños menores de 3 años y mujeres en edad fértil (MEF). Por otra parte, Valdivia et al.¹⁷ emplean el método analítico volumétrico, con el fin de realizar la vigilancia de fortificación de yodo en sal de consumo a nivel nacional; el uso de este método es emulado en estudios internacionales de Bastardo et al.¹⁸, López et al.²¹ y García³¹, pudiendo atribuir la elección al amplio presupuesto destinado y disponibilidad de laboratorios certificados.

Los valores, respecto a concentración de yodo en sal, determinados por la Norma Técnica Peruana de sal para consumo, establecen como concentración aceptable la cantidad mayor a 30 ppm;²⁷ dicho valor es el resultado de una adecuación a la normativa impuesta por la OMS¹ cuyo parámetros indican un valor mayor a 15 ppm o 20 ppm; así mismo, este organismo considera, como mínimo, un 90 % de cobertura de sal yodada en los hogares (≥ 15 ppm). El aumento en los parámetros nacionales está basado en aplicaciones de medidas preventivas de los TDY, situación de inseguridad alimentaria respecto a alimentos ricos en yodo, e irregularidad en los procesos de yodación a nivel nacional.

En cuanto a los valores de yodo en sal, se determinó que un 63% obtuvo valores de concentración ≥ 15 ppm, mientras que tan solo un 25 % de las muestras de sal se determinó como adecuadamente yodada (≥ 30 ppm), según la clasificación nacional de la NTP.²⁷ Esta situación, además de corroborar la hipótesis específica 2, podría deberse a la falta de vigilancia y monitoreo en los procesos de yodación de sal de consumo, aunado a una ínfima difusión de las normas y los valores establecidos; además, el factor de conservación y transporte de la sal, en los hogares, tendría una posible incidencia en la concentración de yodo, causando una disminución en los valores.

Sobre el apartado de concentración de yodo, a nivel nacional se han dado progresivamente estudios de investigación y monitoreo de los correctos métodos y procesos en la yodación. El común denominador en los estudios previos tiene como indicador de valor máximo la medida ≥ 15 ppm de yodo en sal, obteniendo así en el estudio de Miranda et al.¹² una cobertura nacional del 92,9%, y regional del 91,1 %; el segundo estudio, llevado a cabo por Higa et al.¹³, indica hallazgos a nivel nacional de 85%, y regional del 92,5%; la última investigación, realizada por Tarqui et al.⁷, muestra coberturas a nivel nacional ascendentes a 76,9 %. Dicha gama de estudios permite determinar la involución en cuanto a implementación y cumplimiento de correctos procesos en el marco de la YUS; así mismo, la notable disminución progresiva, a partir del año 2010, de la cobertura de sal correctamente yodada, podría ser causada por una deficiencia en el control y aplicación de políticas en el

ámbito de la yodación universal de la sal, así como la introducción de sales alternativas en el mercado.

La similitud mostrada, en cuanto a cifras de cobertura, con el estudio realizado en México, por López et al.²¹ en el año 2013, permite corroborar valores alarmantes de sal inadecuadamente yodada (≤ 15 ppm), en cuyo caso asciende a 21,5 %.

6.1.4. Relación entre yoduria y concentración de yodo en sal

Como se mencionó en capítulos anteriores, quedó establecida una relación o asociación positiva entre niveles de yoduria y concentración de yodo en sal de consumo, basada en el criterio que tiene al valor de yodo en sal ≥ 15 ppm como medida de referencia mayor. Dicha correlación coincide con las conclusiones del estudio realizado el año 2013 en Hidalgo, México, por López et al.²¹, en donde se establece por métodos estadísticos (Chi – cuadrada) la asociación entre ambas variables, obteniendo valores muy significativos dentro de la clasificación óptima y excesiva de yoduria. Así mismo, García³¹ realizó un estudio en Madrid, en el cual encontró una relación directa (estadístico de chi – cuadrada) entre las dos medidas, considerando el valor “yodado” como ≥ 15 ppm; además, referenció que el grupo que consumía sal no yodada (< 15 ppm) tuvo una mediana de yoduria ascendente a 110 ug/L, mientras que el grupo consumidor de sal adecuadamente yodada, obtuvo una mediana de yoduria de 136 ug/L.

En los estudios internacionales mencionados, además del presente, la causa de la relación directa entre las variables podría deberse a la ingesta elevada de sal en las familias de los infantes, cuya concentración, a pesar de no ser la óptima, brinda una cantidad considerable del elemento en mención; otro motivo sería la relación con la accesibilidad y disponibilidad de alimentos marinos; además, podría considerarse el alto contenido de yodo en los alimentos procedentes de zonas aledañas al océano.

Por otra parte, cabe resaltar la escasa cantidad de estudios que correlacionan las variables en mención, lo cual estaría vinculado con la intervención de otros factores, con una función definida de variables de confusión, en el estado nutricional de yodo y consumo de sal, como lo son la frecuencia de consumo de sal yodada o la variedad de marcas de sal.

La igualdad o similitud con los estudios mencionados, respecto a la comprobación de hipótesis referente a la relación directa entre yoduria y concentración de yodo en sal, podría deberse a la localización geográfica de los grupos estudiados (zonas costeras) y al contexto socioeconómico de la población.

CONCLUSIONES

- La concentración de yodo en sal de consumo influye en los niveles de yoduria de los niños, es decir, se establece una correlación significativa y positiva entre las variables, considerando los parámetros establecidos por la OMS (≥ 15 ppm) para la cantidad de yodo en sal. Por otra parte, cuando se emplearon los valores referenciales (≥ 30 ppm) de la normativa nacional de yodación de la sal (MINSA e INDECOPI), no se encontraron indicios de correlación significativa entre las variables estudiadas.
- La población de niños analizados presenta un nivel de yoduria adecuado, según la clasificación de la OMS. Esto se corroboró por el valor de la media y mediana de la yoduria, logrando así uno de los objetivos propuestos.
- La concentración de yodo en sal muestra una correcta cobertura en la población (88 %), teniendo en cuenta los parámetros de la OMS (≥ 15 ppm), mientras que los estándares de la normativa nacional (≥ 30 ppm), señalados por el MINSA e INDECOPI, indican una situación totalmente negativa, determinando una cobertura poblacional de tan solo 25 %.
- Dentro del grupo de infantes, el subgrupo masculino presenta mayores niveles promedio de yoduria, en comparación del subgrupo femenino.

RECOMENDACIONES

- Fomentar y promocionar la realización de estudios e investigaciones anuales en materia de control de niveles de yoduria y concentración de yodo en sal de consumo de niños, a nivel nacional.
- Estimar, dentro de las futuras investigaciones, la determinación y análisis de otros indicadores del estado nutricional del yodo en los niños. Dentro de los análisis, se incluirían niveles de hormonas tiroideas, alteraciones ecográficas de tiroides y cantidad de anticuerpos antitiroglobulina.
- Incluir la evaluación periódica de la yoduria, mediante análisis cuantitativo analítico y en muestra única de orina, como parte de los controles pediátricos comprendidos desde los 06 hasta los 60 meses de edad. Esta determinación permitiría establecer causas del retardo del crecimiento y desarrollo cognitivo, ajenas a la anemia.
- Instaurar políticas sanitarias y educativas referentes a la difusión de la importancia del yodo y sal de consumo, en los diversos grupos etarios. Estas podrían ser desarrolladas en centros hospitalarios y colegios, teniendo como actividades principales a las sesiones educativas y demostrativas.
- Realizar actividades informativas y educativas respecto a la variedad y disponibilidad de métodos de determinación de yodo en orina y sal, lo cual permitiría ampliar el acceso y uso de las mismas en el ámbito sanitario y educativo.
- Implementar y consolidar estrategias de prevención, supervisión y corrección de los adecuados procesos de yodación en las plantas

de procesamiento de sal, cuyo objetivo estaría dirigido a mejorar la calidad del producto.

- Adecuar los parámetros nacionales mostrados en la Norma Técnica Peruana (NTP), respecto a la concentración de yodo en sal, a los valores empleados en el ámbito científico y por la OMS, cuya concentración referente es ≥ 15 ppm. Dicha modificación facilitaría el análisis y comparación de resultados obtenidos, con estudios a nivel internacional.
- Revisar y ejecutar las sanciones, civiles y penales, por la adulteración de la composición de la sal para consumo, lo cual sería considerado un delito contra la salud pública, teniendo como agravante el irreparable daño en el correcto desarrollo humano.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. **De Maeyer, EM; Lowenstein, FW; Thilly, CW.** La lucha contra el bocio endémico. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; **1979.**
2. **Gonzales Corbella, MJ.** Erradicación de la deficiencia de yodo: una asignatura pendiente. *Offarm.* **2006; 25(10): 86-94.**
3. **Allen, L; De Benoist, B; Dary, O.** Hurrel R. Editores. Guía para la fortificación de alimentos con micronutrientes. Ginebra: OMS, FAO; **2017.**
4. **Espada, M.** La medición del yodo en la orina: medición de las técnicas. *Endocrinol Nut. (Esp)* **2008; 55(1): 37-42.**
5. **Ministerio de Salud (Perú).** Sostenibilidad de la yodación universal de la sal: procedimientos para la yodación de la sal. Lima: Ministerio de Salud; **2003.**
6. **Ministerio de Salud (Perú).** Eliminación virtual de la deficiencia de yodo en el Perú con un modelo sostenible. Lima: MINSA; **1998.**
7. **Tarqui, C; Alvarez, D; Fernández, I.** Yoduria y concentración de yodo en sal de consumo en escolares peruanos del nivel primario. *Rev Peru Med Exp Salud Pública.* **2016; 33(4): 689-694.**
8. **Ministerio del Interior (Perú).** Ficha informativa sobre el distrito de Villa El Salvador [Internet]. Lima; **2009. [citado 4 de junio de 2018].**
URL <http://conasec.mininter.gob.pe/obnasec/pdfs/Nro.02-DistritoVillaSalvador.pdf> disponible en:

9. **Sistema de información del estado nutricional, año 2016** [Internet]. Lima: Centro Nacional de Alimentación y Nutrición; **2017**. [citado 4 de junio de 2018]. URL disponible en: <http://www.portal.ins.gob.pe/es/cenan/cenan-c2/vigilancia-alimentaria-y-nutricional/sistema-de-informacion-del-estado-nutricional>
10. **Comunidad de salud de los países del Este, Centro y Sur de África**. Manual para el monitoreo interno de la sal fortificada con yodo en operaciones a pequeña escala. Panamá: INCAP, UNICEF, FANCAP. 2da edición, **2011**.
11. **Global Iodine Scorecard and map** [Internet]. Washington: Iodine Global Network (IGN); **2017**. [citado 4 de junio de 2018]. URL disponible en: <http://www.ign.org/scorecard.htm>
12. **Miranda, M; Calderón, M; Riega, V; Barboza, J; Rojas, C**. Consumo de sal fortificada con yodo en niños de 12 a 35 meses de edad y mujeres en edad fértil en el Perú. Rev. Peru. med. exp. salud pública [Internet]. **2004** [citado 4 de junio de 2018]; **21(2): 82-86**. URL disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342004000200005&lng=es&nrm=iso.
13. **Higa, AM; Miranda, M; Campos, M; Sánchez, JR**. Ingesta de sal yodada en hogares y estado nutricional de yodo en mujeres en edad fértil en Perú, 2008. Rev Peru Med Exp Salud Pública [Internet]. **2010** [citado 4 de junio de 2018]; **27(2): 195-200**. URL disponible en: http://www.scielosp.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342010000200006&lng=en.

14. **Biblioteca electrónica de documentación científica sobre medidas nutricionales** [Internet]. Ginebra: Organización Mundial de la Salud; **2017**. [citado 4 de junio de 2018]. URL disponible en: http://www.who.int/elena/titles/salt_iodization/es/
15. **Encuesta demográfica y de salud familiar 2016** [Internet]. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática; **2017**. [citado 4 de junio de 2018]. URL disponible en: https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1433/index.html
16. **Tarqui, C; Sánchez, J; Álvarez, D; Jordán, T; Fernández, I.** Concentraciones de yodo en orina y en sal de consumo en mujeres entre 12 a 49 años del Perú. Rev Peru Med Exp Salud Pública. **2015;32(2):252-8.**
17. **Valdivia, S; Robles, S; Ramirez, G.** Vigilancia de la fortificación de la sal para consumo humano en el Perú, periodos 2009-2010. Bol-Inst Nac Salud [Internet]. **2012 [citado 4 de junio de 2018]; 18(5-6): 89-92.** URL disponible en: <http://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/INS/361/BOLETIN-2012-may-jun-89-92.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
18. **Bastardo, G; Quintero, Y; Angarita, C; Acero, C; Barreral, O; Castañeda, G; et al.** Consumo de yodo, estado nutricional y situación socioeconómica en dos comunidades con diferente altitud sobre el nivel del mar. Rev Venez Endocrinol Metab [Internet]. **2017 [citado 4 de junio de 2018]; 15(1): 29-40.** URL disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/3755/375550043005.pdf>

19. **Caballero, L; Cárdenas, L.** Excreción urinaria de yodo en escolares de la región andina, Venezuela 2011. Archivos Venezolanos de Puericultura y Pediatría [Internet]. **2014[citado 4 de junio de 2018]; 77(1):15-19.** URL disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=367937050004>
20. **López, S; Martín, I.** Contenido de yodo en sal a nivel de puestos de venta provenientes de distintas localidades en tres regiones argentinas. Rev. argent. endocrinol. Metab. [Internet]. **2014[citado 4 de junio de 2018];51(2):59-65.** URL disponible en: <http://www.raem.org.ar/numeros/2014-vol51/numero-02/59-65-endo2-4-linares-a.pdf>
21. **López, G; Galván, M; Silva, I; Chávez, M.** Factores asociados al estado nutricional de yodo en preescolares del estado de Hidalgo, México. Gaceta Médica de México [Internet]. **2013 [citado 4 de junio de 2018]; 149: 161-7.** URL disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Marcos_Galvan/publication/236653471_Factors_associated_with_iodine_nutritional_status_of_preschool_children_in_Hidalgo_Mexico/links/56746a2b08ae0ad265ba790f/Factors-associated-with-iodine-nutritional-status-of-preschool-children-in-Hidalgo-Mexico.pdf
22. **Caballero, L; Quintero, M; Guerra, I; Calderón, Y; Carrillo, A; Medina, O; et al.** Excreción urinaria de yodo en escolares de comunidades indígenas de la cuenca del río Orinoco en Venezuela. Portales Médicos [Internet]. **2008[citado 4 de junio de 2018].** URL disponible en: <https://www.portalesmedicos.com/publicaciones/articulos/990/1/Yoduria.-Excrecion-urinaria-de-yodo-en-escolares-de-comunidades-indigenas-de-la-cuenca-del-rio-Orinoco-en-Venezuela>

23. **Hernández, M; Sastre, A. Editores.** Tratado de Nutrición. Madrid. Díaz De Santos; **1999.**
24. **Dorantes, A; Martínez, C; Ulloa, A. Editores.** Endocrinología clínica de Dorantes y Martínez. 5a ed. Ciudad de México: El Manual Moderno; **2016.**
25. **Mahan, L; Escott-Stump, S; Raymond, J. Editores.** Dietoterapia Krause. 13a ed. Barcelona: Elsevier España; **2013.**
26. **Lendechy, M.** Yoduria en población mexicana adulta [Tesis especialidad]. Ciudad de México: Instituto nacional de ciencias médicas y nutrición “Salvador Zubirán”, Universidad Autónoma de México; **2012.**
27. **Norma Técnica Peruana. NTP 209.015 2005.** Sal para Consumo Humano (**2005**). INDECOPI. Perú.
28. **Fiallo, JP; Cerezal, J; Hedesa, YJ.** La investigación pedagógica: una vía para elevar la calidad educativa. Lima: Taller gráfico San Remo; **2008.**
29. **Sánchez, H; Reyes, C.** Metodología y diseños en investigación científica. Lima: Visión Universitaria; **2006.**
30. **Hernández, R; Fernández, C; Baptista, MP.** Metodología de la investigación. 6a ed. México: McGraw-Hill; **2014.**

31. **García, M.** Situación nutricional de yodo en niños de entre 3 y 14 años: variables individuales, familiares, dietéticas, analíticas y ecográficas [Tesis doctoral en internet]. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid; **2013 [citado 4 de junio de 2018]**. URL disponible en: https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/662030/garcia_%20ascaso_marta_taida.pdf?sequence=1
32. **Capdevila, R; Marsal, J; Pujol, J; Anguera, R.** Estudio de prevalencia de la deficiencia de yodo en una población escolarizada de 6 años. An Pediatr (Barc) [Internet]. **2010 [citado 4 de junio de 2018]; 72(5): 331–338.** URL disponible en: <https://www.analesdepediatria.org/es-pdf-S1695403310001220>

ANEXOS

ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: CONCENTRACION DE YODO EN SAL DE CONSUMO Y NIVELES DE YODURIA EN NIÑOS DE 5 AÑOS

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	MÉTODO Y DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES	POBLACIÓN Y MUESTRA
¿Cuál es la relación entre el nivel de yoduria y la concentración de yodo en sal de consumo en niños de 05 años del Centro Educativo Inicial "La Merced Kid" de Villa El Salvador, Lima en el año 2018?	Determinar la relación entre el nivel de yoduria y la concentración de yodo en sal de consumo en niños de 05 años del Centro Educativo Inicial "La Merced Kid" de Villa El Salvador, Lima en el año 2018	La concentración de yodo en sal de consumo influye sobre los niveles de yoduria en niños de 05 años del Centro Educativo Inicial "La Merced Kid" de Villa El Salvador, Lima en el año 2018	Tipo de Investigación: -Descriptivo- correlacional -Transversal -Prospectiva -Cuantitativa	Método de Investigación: -Deductivo	Variable Dependiente Y: Nivel de yoduria Indicador: Y: Cantidad de yodo en orina (ug/L)	Población: 80 niños de 05 años de edad, pertenecientes al C.E.I. "La Merced Kid", en el distrito de Villa El Salvador – Lima
Problemas Específicos P.E.1: ¿Cuál es el nivel de yoduria en niños de 05 años? P.E.2: ¿Cuál es la concentración de yodo en sal de consumo en niños de 05 años?	Objetivos Específicos O.E.1: Indicar los niveles de yoduria en niños de 05 años O.E.2: Estimar la concentración de yodo en sal de consumo en niños de 05 años	Hipótesis Específicas H.E.1: Los niveles de yoduria determinados, en niños de 05 años H.E.2: La concentración de yodo en sal de consumo es insuficiente, en niños de 05 años	Nivel de Investigación: -Descriptivo -Correlacional	Diseño Investigación: -No experimental	Variable Independiente X: Concentración de yodo en sal de consumo Indicador: X: Contenido de yodo en sal de consumo (ppm)	Muestra: 40 niños de 05 años de edad, pertenecientes al C.E.I. "La Merced Kid", en el distrito de Villa El Salvador - Lima
P.E.3: ¿Cuál es la diferencia de los niveles de yoduria, según género, en niños de 05 años?	O.E.3: Establecer la diferencia de los niveles de yoduria, según género, en niños de 05 años	H.E.3: La diferencia de niveles de yoduria, según género, establece una superioridad de niños frente a niñas de 05 años				

ANEXO N° 2: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 01 -
YODURIA

HOJA DE REGISTRO DE DATOS

Fecha: __/__/__

Nombre:

Sexo: M () F ()

Nivel de yoduria - Prueba de Laboratorio

Yoduria (Rx Sandell – Kolthoff): _____ ug/L

**ANEXO N° 3: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 02 –
CONCENTRACIÓN DE YODO EN SAL**

HOJA DE REGISTRO DE DATOS

Fecha: __/__/__

Nombre:

Sexo: M () F ()

Concentración de yodo en sal- Prueba de Yoditest

Determinación por escala de coloración: _____ ppm

ANEXO N° 4: CONSENTIMIENTO INFORMADO

INVESTIGACIÓN: “CONCENTRACIÓN DE YODO EN SAL DE CONSUMO Y NIVELES DE YODURIA EN NIÑOS DE 05 AÑOS”

Investigador: Giancarlo Bessombes

Propósito

El presente tema de investigación aborda las variables de yoduria (nivel de yodo en orina) y concentración de yodo en sal de consumo. Se considera de utilidad respecto a temas de identificación y prevención de Trastornos por Déficit de Yodo (TDY), los cuales generan cuadros clínicos que inciden en el desarrollo físico y cognitivo de los niños.

La aplicación y desarrollo del presente tema de investigación, refrendará la hipótesis vinculada a la asociación de las variables mencionadas, teniendo como procedimiento la recolección de datos (muestra de orina y muestra de sal) en escolares de 05 años de edad.

Riesgos del Estudio

Este estudio NO representa ningún riesgo para su hijo(a), debida a que se emplearán métodos de recolección de muestras NO invasivos.

Beneficios del Estudio

Es importante señalar que con la participación de su menor hijo(a), contribuye a mejorar los conocimientos en el campo, de la salud y la nutrición.

Costos de la Participación

La participación en el estudio no tiene ningún costo para usted.

Confidencialidad

Toda la información obtenida en el estudio es completamente confidencial, solo el investigador conocerá la información. Se le asignará un número a cada uno de los participantes, y este número se usará para el análisis, presentación de resultados, publicaciones, etc.; de esta manera el nombre permanecerá en el anonimato.

Requisitos de Participación

Los posibles participantes deben ser niños pre-escolares de 05 años de edad pertenecientes a la institución educativa en mención. Si está de acuerdo con la participación de su hijo(a) en el estudio, le solicitamos firme este documento como prueba de su consentimiento, lo cual indicará la voluntariedad para este fin. Sin embargo, si usted no desea participar en el estudio por cualquier razón, puede dejar de firmar con total libertad, sin que esto represente alguna consecuencia negativa por hacerlo.

Declaración voluntaria

Habiendo sido informado (a) del objetivo del estudio, he conocido los riesgos, beneficios y la confidencialidad de la información obtenida. Entiendo que la participación en el estudio es gratuita. He sido informado (a), también, de la forma cómo se realizara el estudio. Estoy enterado que puedo dejar de participar o no continuar en el estudio en el momento en que lo considere necesario, o por alguna razón específica, sin que esto represente que tenga que pagar, o alguna represalia de parte del equipo.

Nombre del Participante: _____

Firma:

fecha: / / 2018

ANEXO N° 5: RESULTADO DE LABORATORIO - YODURIA

Laboratorio SAN PABLO

Diasmedic San Pablo E.I.R.L

RUC: 20535858099

Dirección: Av. Pachacutec 3376 - VMT

Participante:



Teléfono de Ref:

943278918

Médico tte:

Particular

<i>Prueba</i>	<i>Valor obtenido</i>	<i>Valores referenciales</i>
Yodo orina	167 ug/L	Déficit: < 100 ug/L Normal: 100 – 200 ug/L Superior: > 200 ug/L

**ANEXO N° 6: RESULTADO DE LABORATORIO –
CONCENTRACIÓN DE YODO EN SAL**

Laboratorio SAN PABLO

Diasmedic San Pablo E.I.R.L

RUC: 20535858099

Dirección: Av. Pachacutec 3376 - VMT

Participante:



Teléfono de Ref:

943278918

Médico tte:

Particular

<i>Prueba</i>	<i>Valor obtenido</i>	<i>Valores referenciales</i>
Yoditest	7 ppm - color celeste	0 ppm: no yodado 7 ppm: insuficientemente yodado 15 ppm: yodado >30 ppm: correctamente yodado

ANEXO N° 7: BASE DE DATOS ANALIZADOS

PARTICIPANTE	GÉNERO	NIVEL DE YODURIA	CONCENTRACIÓN DE YODO EN SAL DE CONSUMO
1	M	164	>15
2	M	203	>15
3	M	175	>15
4	M	154	>30
5	M	90	>15
6	M	129	>15
7	M	149	>30
8	M	185	>15
9	M	146	>15
10	M	215	>30
11	M	185	>15
12	M	95	>7
13	M	154	>15
14	M	133	>30
15	M	85	>7
16	M	174	>15
17	M	172	>15
18	M	182	>30
19	M	138	>15
20	M	205	>15
21	F	176	>15
22	F	154	>30
23	F	149	>15
24	F	99	>15
25	F	164	>15
26	F	220	>30
27	F	124	>15
28	F	73	>7
29	F	208	>15
30	F	152	>15
31	F	89	>15
32	F	127	>30
33	F	120	>7
34	F	139	>15
35	F	133	>30
36	F	164	>15
37	F	128	>7
38	F	137	>15
39	F	150	>30
40	F	147	>15

**ANEXO N° 8: MEDIDAS DE RESUMEN SOBRE LOS
NIVELES DE YODURIA**

Prueba de normalidad de Anderson-Darling	
A-cuadrado	0.28
Valor p	0.613
Media	149.65
Desv.Est.	36.50
Varianza	1332.39
Asimetría	-0.109782
Curtosis	-0.323788
N	40
Mínimo	73.00
1er cuartil	128.25
Mediana	149.50
3er cuartil	174.75
Máximo	220.00
Intervalo de confianza de 95% para la media	
137.98	161.32
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
137.41	164.00
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
29.90	46.87

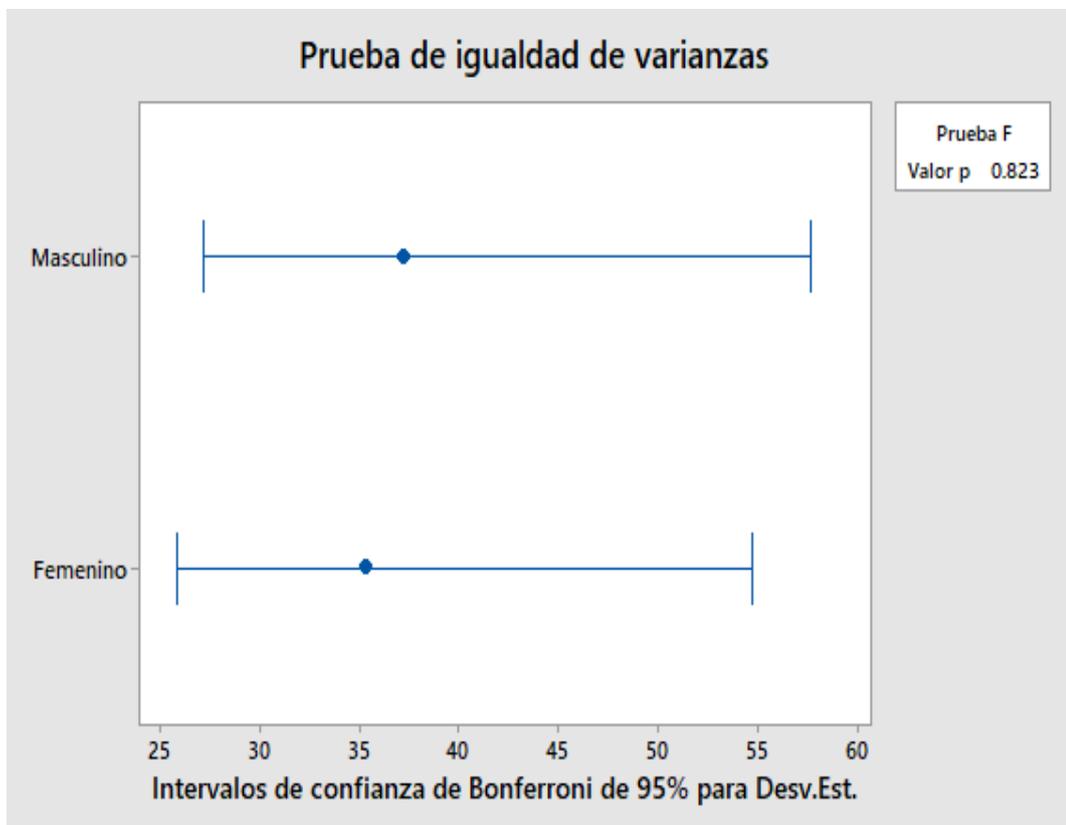
ANEXO N° 9: MEDIDAS DE RESUMEN SOBRE LOS NIVELES DE YODURIA EN GÉNERO MASCULINO

Prueba de normalidad de Anderson-Darling	
A-cuadrado	0.34
Valor p	0.464
Media	156.65
Desv.Est.	37.21
Varianza	1384.34
Asimetría	-0.513438
Curtosis	-0.327272
N	20
Mínimo	85.00
1er cuartil	134.25
Mediana	159.00
3er cuartil	184.25
Máximo	215.00
Intervalo de confianza de 95% para la media	
139.24	174.06
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
139.88	180.35
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
28.30	54.34

ANEXO N° 10: MEDIDAS DE RESUMEN SOBRE LOS NIVELES DE YODURIA EN GÉNERO FEMENINO

Prueba de normalidad de Anderson-Darling	
A-cuadrado	0.34
Valor p	0.457
Media	142.65
Desv.Est.	35.32
Varianza	1247.40
Asimetría	0.265160
Curtosis	0.716455
N	20
Mínimo	73.00
1er cuartil	124.75
Mediana	143.00
3er cuartil	161.50
Máximo	220.00
Intervalo de confianza de 95% para la media	
126.12	159.18
Intervalo de confianza de 95% para la mediana	
127.24	153.53
Intervalo de confianza de 95% para la desviación estándar	
26.86	51.59

ANEXO N° 11: PRUEBA DE IGUALDAD DE VARIANZAS (F)
ENTRE GRUPO MASCULINO Y FEMENINO



ANEXO N° 12: PRUEBA T DE STUDENT RESPECTO A NIVELES DE YODURIA SEGÚN GÉNERO

Prueba T e IC de dos muestras: MASCULINO; FEMENINO

T de dos muestras para Masculino vs. Femenino

	N	Media	Desv.Est.	Error estándar de la media
Masculino	20	156.7	37.2	8.3
Femenino	20	142.7	35.3	7.9

Diferencia = μ (Masculino) - μ (Femenino)

Estimación de la diferencia: 14.0

Límite superior 95% de la diferencia: 33.3

Prueba T de diferencia = 0 (vs. <): Valor T = 1.22 Valor p = 0.885 GL = 38

Ambos utilizan Desv.Est. agrupada = 36.2749