

Vigilancia de la concentración de yodo en sales disponibles en puestos de venta de Paraguay del 2015 a 2019

Carolina Bonzi Arévalos, Natalia Elizabeth González Cañete, José Manuel María Acosta Escobar, Geraldine Morínigo Isla, Marcelo Javier Galeano Miers, Elsi Carolina Ovelar Fernández.

Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS), Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN), Paraguay.

Resumen

Fundamentos: Los Desórdenes por Déficit de Yodo (DDY) constituyen un problema endémico en Paraguay. El objetivo fue evaluar la adecuación de yodo en muestras de sal de puestos de venta (bocas de expendio) a lo largo del periodo comprendido entre los años 2015 y 2019.

Métodos: Estudio descriptivo y longitudinal. Se analizó el contenido de yodo por titulación volumétrica con Tiosulfato de Sodio en 789 muestras de sal de bocas de expendio y se analizaron los niveles de yodo durante el periodo de 2015 a 2019.

Resultados: La mediana de yodo en sal fue de 29 (24-35) mg/kg; el 10% y 12% de las muestras fueron deficientes y excesivas en yodo, respectivamente. Se aumentó progresivamente en la cantidad de muestras de sal con niveles adecuados de yodo en 2019 vs 2015 (89% vs 62%; $p < 0,001$).

Conclusiones: La mediana de yodo en sal se encontró dentro del rango adecuado a lo largo de los años de estudio. Se presentó una mejora significativa en la cantidad de sales con los niveles adecuados de yodo desde el 2015 en adelante. Se requiere continuar con la monitorización a fin de garantizar la adecuación a la legislación vigente.

Palabras clave: Yodo; Políticas De Nutrición; Paraguay; Paraguay.

Surveillance of iodine concentration in salt available in Paraguayan retail outlets from 2015 to 2019

Summary

Background: Iodine Deficiency Disorders (IDD) constitute an endemic problem in Paraguay. The objective was to evaluate the adequacy of iodine in salt samples from retail outlets, throughout the period of 2015 to 2019.

Methods: Descriptive and longitudinal study. The iodine content was analyzed by volumetric titration with Sodium Thiosulfate in 789 salt samples in outlets and iodine levels were analyzed for the period from 2015 to 2019.

Results: The median iodine content in salt was 29 (24-35) mg/kg; 10% and 12% of the samples were deficient and excessive in iodine, respectively. The number of salt samples with adequate iodine levels progressively increased in 2019 vs 2015 (89% vs 62%, $p < 0.001$).

Conclusions: The median iodine in salt was found within the adequate range throughout the years of study. There was a significant improvement in the number of salts with adequate iodine levels from 2015 onwards. Continuing monitoring is required to ensure compliance with current legislation.

Key words: Iodine; Nutrition Policy; Paraguay; Sodium Chloride.

Correspondencia: Carolina Bonzi Arévalos
E-mail: cbonzi.nutricion@gmail.com

Fecha envío: 02/08/2021
Fecha aceptación: 20/10/2021

Introducción

El yodo es un mineral esencial para la síntesis de las hormonas tiroideas, la regulación del metabolismo, así como para el óptimo desarrollo cerebral^{1,2}. Las plantas y animales marinos son fuentes de yodo, ya que lo concentran del agua de mar. Asimismo, el yodo del océano se evapora a la atmósfera y regresa al suelo a través de la lluvia^{3,4}. El bajo contenido de yodo en algunos suelos, especialmente aquellos alejados del mar, conlleva deficiencias de este mineral en los cultivos y animales, así como en los seres humanos que se alimentan de ellos^{1,4}. Se estima que alrededor de 1,8 billones de personas se encuentran en riesgo de déficit de yodo a nivel mundial¹.

Los efectos adversos del déficit de yodo son especialmente visibles en embarazadas y su descendencia, pudiendo desencadenar un ciclo continuo de déficit y subdesarrollo para los países^{5,6}, ya que la carencia de yodo se asocia a mayor riesgo de pérdidas en el embarazo, mortalidad neonatal, bocio, hipotiroidismo, cretinismo, retraso en el crecimiento, entre otros^{3,5}. De hecho, el déficit de yodo es reconocida como la principal causa de retraso mental prevenible^{2,6}.

Los Desórdenes por Déficit de Yodo (DDY) constituyen un problema endémico en Paraguay⁷. A la carencia de yodo en el suelo se suma el amplio consumo de mandioca o yuca, rica en tiocianatos capaces de agravar el déficit de yodo por reducción de su captación por las glándulas tiroideas, situación que puede presentarse siempre y cuando el consumo de mandioca sea elevado y el consumo de yodo deficiente⁵.

Teniendo en cuenta que la sal es un ingrediente utilizado por la población en cantidades casi constantes, una de las intervenciones más costo efectivas para

prevenir los DDY ha sido la yodación universal de la sal^{1,5,6,8}. Esto implica que toda la sal destinada al consumo humano y animal debe estar adecuadamente yodada según los niveles recomendados internacionalmente⁶. En países cuyos suelos son deficientes en yodo, varios organismos internacionales han recomendado la yodación de la sal en concentraciones entre 20 a 40 mg/kg de sal^{6,8}. Estos niveles son los exigidos en la sal de Paraguay (Resolución S.G. Nº 599/2014), siendo ésta una de las principales fuentes de yodo disponible para la población⁹. El Programa Nacional de Control y Prevención de los Desórdenes por Deficiencia de Yodo (DDY) del Paraguay es llevado adelante por el Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN), dependiente del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS). Uno de los objetivos de este programa es lograr la yodación universal adecuada de la sal de consumo humano, animal y de la industria alimenticia.

Aunque la sal es un vehículo apropiado para la fortificación con yodo, la recomendación es no superar el consumo de 5 gramos de sal por día para la prevención de las enfermedades crónicas no transmisibles¹⁰. Además, el exceso de yodo también se ha asociado a efectos adversos, pudiendo resultar en hipertiroidismo inducido por yodo e hipotiroidismo de Hashimoto⁷.

La vigilancia resulta fundamental para evitar tanto el déficit como el exceso de yodo en la sal. Como parte de las actividades realizadas por el Programa Nacional de Control y Prevención de los DDY del Paraguay, el INAN realiza de manera anual el monitoreo de sal disponible en las bocas de expendio, seleccionando las muestras de forma aleatoria en todas las regiones sanitarias del país.

Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue evaluar la adecuación de la concentración de yodo, según la normativa vigente, en muestras de sal obtenidas de puestos de venta de Paraguay durante el periodo de 2015 a 2019.

Material y métodos

Para la presente investigación se analizaron 789 muestras de sal obtenidas de bocas de expendio de 17 regiones sanitarias, que fueron recolectadas durante el periodo comprendido entre los años 2015 y 2019. Las muestras se tomaron de manera aleatoria por técnicos debidamente entrenados.

Se determinaron los niveles de yodo de las muestras mediante el método *gold estándar* existente, que es la titulación volumétrica con Tiosulfato de Sodio, descrito por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Consejo Internacional para el Control de los Desórdenes por Deficiencia de Yodo (ICCIDD)⁶. Este procedimiento fue realizado en el laboratorio del Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición de Paraguay (INAN).

La concentración de yodo en la sal se calculó a partir del volumen de tiosulfato de sodio utilizado en la titulación, siendo éste proporcional a la cantidad de yodo liberado de la sal:

$$\text{Mg/kg (ppm) Yodo} = \frac{\text{Volumen de titulación (ml)} \times 21.15 \times \text{Normalidad del Tiosulfato de Sodio} \times 1000}{\text{peso de la muestra de sal (g)}}$$

Las muestras fueron categorizadas según su contenido de yodo y según su granulometría. La adecuación de la concentración de yodo se consideró según lo establecido a la Resolución S.G. N° 599/2014, como sigue:

niveles adecuados con un contenido de yodo ≥ 20 y ≤ 40 mg/kg, insuficiente ≤ 19 mg/kg, y excesivo > 40 mg/kg. La granulometría de la sal se estableció según la "Norma Paraguaya NP 14 002 19 de Sal enriquecida con yodo para consumo humano"⁹.

Se calcularon medianas y rangos intercuartílicos de las concentraciones de yodo (en miligramos por kilogramo de sal). Se determinaron los porcentajes de muestras con niveles adecuados, insuficientes y excesivos de yodo. Para la comparación de proporciones de muestras con niveles adecuados de yodo entre el año 2015 y 2019, así como según granulometría de la sal, se utilizó el Test de proporciones, considerándose significativos a los valores de $p < 0,05$.

Resultados

La mediana de yodo durante el periodo de 2015 a 2019 fue de 29 mg/kg (rango intercuartílico 24-35). Los resultados obtenidos por año se detallan en la figura 1.

El 78% de las muestras de sal analizadas se encontraron con concentraciones adecuadas de yodo (20-40 mg/kg), mientras que el 10% fueron deficientes y el 12% excesivas en yodo. Las regiones de Concepción, Ñeembucú y Amambay presentaron mayor cantidad de muestras con niveles óptimos (88%) y la región de Guairá la menor cantidad de muestras (43%) con niveles adecuados de yodo. En la tabla 1 se observan los resultados obtenidos según región de procedencia de las muestras.

Vigilancia de yodo en sal en Paraguay

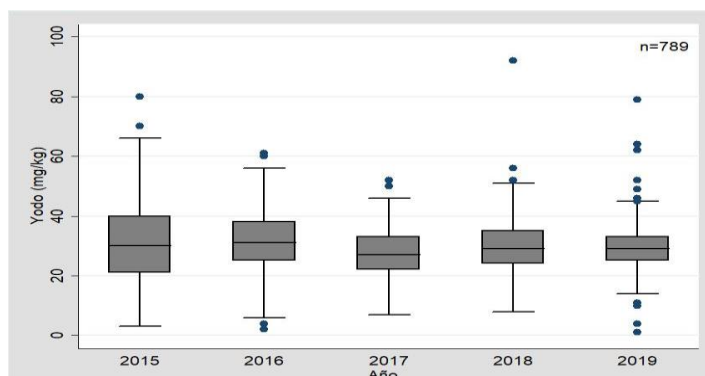


Figura 1. Valores de Yodo (mg/kg) obtenidos a partir de puestos de venta de sal, periodo 2015 a 2019.

Tabla 1. Resultados obtenidos según procedencia de la muestra.

Región sanitaria	Insuficiente n (%)	Adecuado n (%)	Excesivo n (%)
Concepción (n=17)	2 (11,8)	15 (88,2)	0 (0)
San Pedro (n=17)	4 (23,5)	13 (76,5)	0 (0)
Cordillera (n=41)	5 (12,2)	32 (78)	4 (9,8)
Guaira (n=21)	9 (42,9)	9 (42,9)	3 (14,3)
Caaguazú (n=36)	2 (5,6)	29 (80,6)	5 (13,9)
Caazapá (n=5)	1 (20)	4 (80)	0 (0)
Itapuá (n=53)	5 (9,4)	37 (69,8)	11 (20,8)
Misiones (n=6)	0 (0)	5 (83,3)	1 (16,7)
Paraguarí (n=31)	4 (12,9)	18 (58,1)	9 (29)
Alto Paraná (n=44)	1 (2,3)	36 (81,8)	7 (15,9)
Central (n=264)	23 (8,7)	211 (79,9)	30 (11,4)
Ñeembucú (n=17)	0 (0)	15 (88,2)	2 (11,8)
Amambay (n=26)	3 (11,5)	23 (88,5)	0 (0)
Canindeyú (n=11)	4 (36,4)	6 (54,5)	1 (9,1)
Boquerón (n=3)	1 (33,3)	2 (66,7)	0 (0)
Alto Paraguay (n=15)	4 (26,7)	9 (60)	2 (13,3)
Capital (n=162)	10 (6,2)	131 (80,9)	21 (13)
Total=769	78 (10,1)	595 (77,4)	96 (12,5)

Nota. n= frecuencia, %= porcentajes.

Porcentaje calculado en relación al total de muestras recolectadas de la región

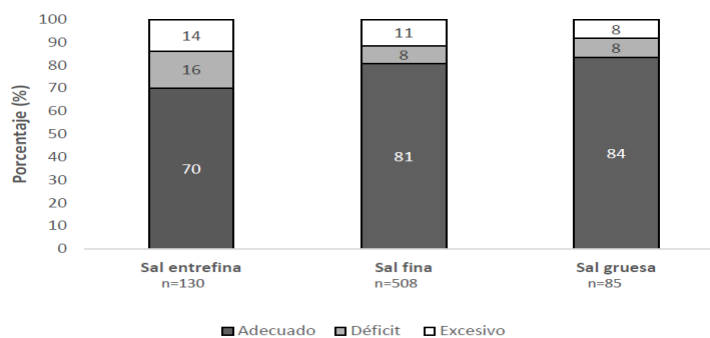


Figura 2. Niveles de yodo según granulometría de la sal, periodo 2015 a 2019. Test de proporciones, $p=0,028$.

Según la granulometría de la sal (figura 2), el 84% de las muestras de sal gruesa, el 81% de sal fina y el 70% de sal entrefina presentaron concentraciones adecuadas de yodo ($p=0,028$). En el periodo de estudio, de las 33 marcas de sal evaluadas, 22 de ellas (67%) presentaron niveles no adecuados en al menos una determinación.

El porcentaje de adecuación de muestras por año se describe en la figura 3. Se observa una

tendencia creciente hacia la adecuación de las concentraciones de yodo en sal en el periodo de estudio, a expensas de la disminución de sales tanto deficientes como excesivas en yodo. De hecho, en el año 2019 se encontró una cantidad significativamente mayor de muestras con concentraciones adecuadas de yodo con respecto al 2015 (89% vs 62%, $p<0,001$).

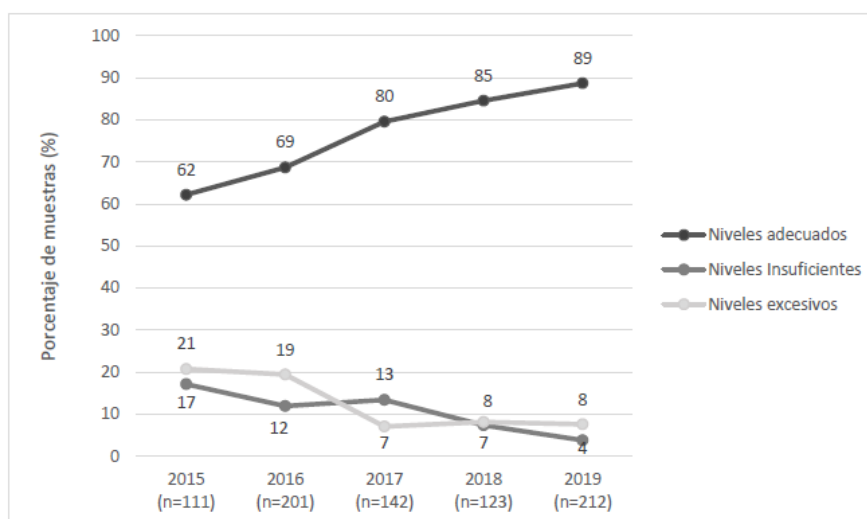


Figura 3. Tendencias en los niveles de yodo en muestras de sal obtenidas en puestos de venta (bocas de expendio) de Paraguay según año de monitoreo.

Discusión

El control de sales recolectadas de puntos de venta es necesario a fin de conocer la disponibilidad de yodo para el consumidor. El objetivo de esta investigación fue evaluar la adecuación de la concentración de yodo en muestras de sal obtenidas de bocas de expendio de Paraguay durante el periodo de 2015 a 2019.

La mediana de yodo en sal fue de 29 mg/kg (24-35). El 78% de las muestras analizadas se encontraron acordes a lo establecido en la normativa vigente. Es importante considerar

que la concentración óptima de yodo en sal entre 20 a 40 mg/kg de sal fue establecida por la Organización Mundial de la Salud para una población con una ingesta promedio de sal entre 5 a 10 g/persona/día¹⁰. La recomendación actual es reducir el consumo de sal a menos de 5 g/persona/día, en el marco de la prevención de las enfermedades crónicas no trasmisibles de origen nutricional¹¹. Siendo así, idealmente, la concentración de yodo en sal debería aproximarse más al límite superior de 40 mg/kg de sal para alcanzar los niveles de yodo con ingestas inferiores de sal⁶.

Los niveles de yodación de la sal establecidos en la legislación nacional son compatibles con la recomendación de la OMS de reducción del consumo de sal a menos de 5 g/día para disminuir el riesgo de adquirir enfermedades cardiovasculares y al mismo tiempo permitir una ingesta adecuada de yodo. Sin embargo, reducir la ingesta de sal en la población es hasta la fecha un desafío. De hecho, en Paraguay la ingesta promedio de sal es de 13 g/persona/día^{11,12}.

En una investigación similar realizada en el año 2017 en Hernandarias, Paraguay, el 88% de las muestras de sal se encontraban en el rango adecuado de yodo. De las 9 marcas analizadas, 1 de procedencia brasilera resultó deficiente en yodo y 2 resultaron excesivas en yodo¹³. Al igual que en el presente estudio, mayor cantidad de muestras resultaron con exceso antes que con deficiencia de yodo. Esto es preocupante teniendo en cuenta que el promedio de consumo de sal en la población paraguaya adulta es bastante superior a las recomendaciones de la OMS^{6,11,12}. En efecto, determinaciones de yoduria realizadas en el año 2014 en Paraguay confirmaron niveles excesivos de yodo en el 48% de los escolares y en 39% de las embarazadas¹⁴.

En un estudio realizado en Argentina, en el periodo de 2009 a 2012, el 50% de las marcas de sal analizadas incumplieron con los niveles requeridos de yodo, siendo el 17,5 % no yodadas¹⁵. En el presente estudio, al evaluar según marcas el 67% de las mismas resultaron no conformes en al menos una determinación dentro del periodo de estudio, siendo alta la variabilidad en la concentración de yodo en una misma marca evaluada en momentos distintos. Esta variabilidad podría explicarse por una diferencia en la cantidad de yodo agregada en los procesos, distribución desigual de yodo en la sal por una mezcla insuficiente o pérdidas de yodo

(empaquete o condiciones climáticas durante el almacenamiento)⁶.

Teniendo en cuenta la alta prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles y que la sal es una de las pocas fuentes de yodo para la población paraguaya, se destaca la necesidad de continuar con la monitorización de la sal a fin de garantizar niveles óptimos de yodo con ingestas de sal que no representen niveles excesivos de sodio.

Como fortaleza del estudio, se puede destacar la utilización de un método de referencia estandarizado para la determinación de las concentraciones de yodo. Entre las debilidades se menciona la carencia de información completa de ciertas variables (procedencia, granulometría) en algunas muestras y escasos datos de ciertas regiones sanitarias del país.

Agradecimientos

Al equipo de Micronutrientes, Vigilancia de Alimentos y Laboratorio del Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN).

Referencias

1. Yadav K, Pandav CS. National iodine deficiency disorders control programme: Current status & future strategy [Internet]. Vol. 148, Indian Journal of Medical Research. Wolters Kluwer Medknow Publications; 2018 [citado 15 de abril de 2021]. p. 503-10. Disponible en: /pmc/articles/PMC6366256/
2. Tarqui-Mamani C, Sánchez-Abanto J, Alvarez-Dongo D, Jordán-Lechuga T, Fernández-Tinco I. Iodine concentration in urine and salt consumption in women between 12 to 49 years of age in Perú. Vol. 32, Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública. Instituto Nacional de Salud; 2015.
3. Niwattisaiwong S, Burman KD, Li-Ng M. Iodine deficiency: Clinical implications [Internet]. Vol. 84, Cleveland Clinic Journal of

- Medicine. Cleveland Clinic Educational Foundation; 2017 [citado 15 de abril de 2021]. p. 236-44. Disponible en: <https://www.ccjm.org/content/84/3/236>
4. Alba Tamarit E, Vallada Regalado E, Clérigues Bonet V, Olaso González G, Moreno Gálvez Á, Gandía Balaguer A. Beneficios del uso de sal yodada en niños de edad escolar. *Rev esp nutr comunitaria* [Internet]. 2017 [citado 28 de abril de 2021];0-0. Disponible en: http://www.renc.es/imagenes/auxiliar/files/R_ENC_2017_2_01._Alba_Tamarit_E._Bebeficios_sal_yodada_en_escolares%281%29.pdf
 5. Pearce EN, Lazarus JH, Moreno-Reyes R, Zimmermann MB. Consequences of iodine deficiency and excess in pregnant women: an overview of current knowns and unknowns. *Am J Clin Nutr* [Internet]. 1 de septiembre de 2016 [citado 15 de abril de 2021];104(Suppl 3):918S-923S. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27534632/>
 6. World Health Organization (WHO), United Nations Children's Fund (UNICEF), International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders (ICCID). *Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: A guide for programme managers*. Genova; 2008.
 7. Jara Yorg JA, Pretell EA, Ovelar E, Sánchez Bernal S, Mendoza L, Jara Mark A, et al. Diabetes gestacional, hipotiroidismo y concentración urinaria de yodo en embarazadas. *Yodurias en escolares en Paraguay. Exceso de yodo en la sal y riesgo de hiper e hipotiroidismo*. *Rev Chil Nutr* [Internet]. 1 de marzo de 2016 [citado 29 de abril de 2021];43(1):54-61. Disponible en: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182016000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=en
 8. Vargas-Uricoechea H, Pinzón-Fernández MV, Bastidas-Sánchez BE, Jojoa-Tobar E, Ramírez-Bejarano LE, Murillo-Palacios J. Iodine Status in the Colombian Population and the Impact of Universal Salt Iodization: A Double-Edged Sword? [Internet]. Vol. 2019, *Journal of Nutrition and Metabolism*. Hindawi Limited; 2019 [citado 15 de abril de 2021]. Disponible en: [/pmc/articles/PMC6466914/](https://www.pmc/articles/PMC6466914/)
 9. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Resolución 599/2014. Por la cual se aprueba el reglamento técnico para sal yodada y no yodada, los requisitos y las condiciones para su importación, elaboración, fraccionamiento y comercialización [Internet]. [citado 12 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.leyes.com.py/buscar/?td=10&c=24&p=1&a=2014>
 10. WHO. Guideline: fortification of food-grade salt with iodine for the prevention and control of iodine deficiency disorders [Internet]. Genova; 2014 [citado 15 de abril de 2021]. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241507929>
 11. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. *Iniciativa para la Reducción del Consumo de Sal/Sodio en Paraguay* [Internet]. [citado 4 de mayo de 2021]. Disponible en: <http://portal.mspbs.gov.py/dvent/iniciativa-la-reduccion-del-consumo-salsodio-paraguay/>
 12. Sequera V, Cañete F, Paiva T, Giménez E, Santacruz E, Fretes G, et al. Urinary sodium excretion patterns in adult population in spot urine samples. *An la Fac Ciencias Médicas* [Internet]. 30 de abril de 2017 [citado 4 de mayo de 2021];50(1):51-60. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.18004/anales/2017.050>
 13. Ucedo Samudio HI, Villamayor Gauto RD, Gamarra Martínez JA, Díaz Rojas DD, Toledo González FG. Contenido de yodo en sal destinada al consumo humano comercializados en los locales de venta del mercado de Hernandarias-Paraguay. 2018 [citado 29 de abril de 2021]; Disponible en: [moz-extension://16d104d9-4306-4560-acef-3503d0a2112b/enhanced-reader.html?openApp&pdf=http%3A%2F%2F200.10.229.229%2Ffiles%2Fpublicaciones%2F2018_QIAF%2F2018-Ucedo_Yodo_en_Sal.pdf](https://16d104d9-4306-4560-acef-3503d0a2112b/enhanced-reader.html?openApp&pdf=http%3A%2F%2F200.10.229.229%2Ffiles%2Fpublicaciones%2F2018_QIAF%2F2018-Ucedo_Yodo_en_Sal.pdf)
 14. Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición. *Micronutrientes – INAN* [Internet]. Informe de Yoduria 2014. [citado 5 de mayo

de 2021]. Disponible en:
https://www.inan.gov.py/site/?page_id=501

15. López Linares S, Heer I M. 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 29 de abril de 2021];51(2):59-65. Disponible en:
http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30342014000200002.

