

INVESTIGACIÓN

Concentración de yodo en la sal de consumo de hogares paraguayos en el periodo 2015-2019

DOI: 10.17533/udea.penh.v25n2a03

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA

ISSN 0124-4108

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia

Vol. 25, N.º 2, julio-diciembre de 2023, pp. 137-147.

Artículo recibido: 31 de enero de 2024

Aprobado: 16 de mayo de 2024

Geraldine Morínigo Isla¹; José Acosta Escobar²; Marcelo Galeano Miers³;
Carolina Bonzi Arévalos⁴; Elsi Ovelar Fernández⁵; Natalia Elizabeth González Cañete^{6*}

Resumen

Antecedentes: la yodación universal de sal constituye la estrategia más segura y rentable para el control de los desórdenes por deficiencia de yodo. **Objetivo:** determinar la disponibilidad de sal adecuadamente yodada en hogares de Paraguay en el periodo 2015-2019. **Materiales y métodos:** estudio observacional retrospectivo; diseño muestral probabilístico por conglomerados, multietápico y estratificado. Los valores considerados como adecuados fueron 20-40 mg/kg. **Resultados:** la mediana de yodo de las 21 408 muestras fue de 25 mg/kg (percentiles 25 y 75 con valores de 19 y 31 mg/kg, respectivamente). El 67 % de las muestras presentaron yodación adecuada. Aumentaron significativamente las muestras con niveles adecuados en el 2019 con respecto al 2015 (76 % vs. 58 %, $p < 0,001$). En el 2019, más del 90 % de los hogares presentaron concentraciones de yodo ≥ 15 mg/kg, indicador hacia la sostenibilidad de la eliminación de los desórdenes por defi-

1 Lic., especialista en Salud Pública. Dirección de Nutrición y Programas Alimentarios (DNPA), Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN), MSPBS. Asunción-Paraguay. <https://orcid.org/0000-0001-9236-8600>

2 Lic., especialista en Nutrición Clínica y Soporte Nutricional. Sección de Micronutrientes, Dirección de Nutrición y Programas Alimentarios (DNPA), Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN), MSPBS. Asunción-Paraguay. <https://orcid.org/0000-0001-9132-2467>

3 Lic., Especialista en Nutrición Clínica, Obesidad y Diabetes. Sección de Micronutrientes, Dirección de Nutrición y Programas Alimentarios (DNPA), Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN), MSPBS. Asunción-Paraguay. <https://orcid.org/0000-0001-7946-4390>

4 Lic., máster universitario europeo en Alimentación, Nutrición y Metabolismo, Unidad de Investigación y Proyectos, Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN), MSPBS. Asunción-Paraguay. <https://orcid.org/0000-0001-7670-6710>

5 Lic., máster en Planificación y Conducción Estratégica Nacional. Dirección General, Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN), MSPBS. Asunción-Paraguay; <https://orcid.org/0000-0002-8788-5053>

6* Autor de correspondencia: Lic., MSc. Unidad de Investigación y Proyectos, Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN), MSPBS. Asunción-Paraguay Asunción, Paraguay; investigacion.inan@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4033-5668>

Cómo citar este artículo: Morínigo Isla G, Acosta Escobar J, Galeano Miers M, Bonzi Arévalos C, Ovelar Fernández E, González Cañete NE. Concentración de yodo en la sal de consumo de hogares paraguayos en el periodo 2015-2019. *Perspect Nutr Humana*. 2023;25:137-47. DOI: 10.17533/udea.penh.v25n2a03

© 2023 Universidad de Antioquia. Publicado por Universidad de Antioquia, Colombia.



Adecuación del contenido de micronutrientes en harinas en Paraguay

ciencia de yodo. En América Latina, los hogares con sal yodada ≥ 15 ppm aumentaron de 84,7 % a 90,6 %, desde 1995-2004 al período de 2005-2013. **Conclusiones:** se visualiza progreso en la adecuación de la sal yodada tanto a nivel nacional como mundial, y en la sostenibilidad hacia la eliminación de los desórdenes por deficiencia de yodo. Es clave continuar con la vigilancia.

Palabras clave: harina, hierro, vitaminas hidrosolubles, política nutricional, Paraguay.

Concentration of Iodine in the Consumption Salt of Paraguayan Households from 2015 to 2019

Abstract

Background: Universal salt iodization is the safest and most cost-effective strategy for the control of iodine deficiency disorders. **Objective:** To determine the availability of adequately iodized salt in homes in Paraguay in the period 2015–2019. **Materials and Methods:** Retrospective observational study; probabilistic cluster sampling design, multistage, and stratified. The values considered adequate were 20–40 mg/kg. **Results:** The median iodine of the 21,408 samples was 25 mg/kg (25th and 75th percentiles with values of 19 and 31 mg/kg, respectively). Sixty-seven percent of the samples presented adequate iodination. Samples with adequate levels increased significantly in 2019 compared to 2015 (76% vs 58%, $p < 0.001$). In 2019, more than 90% of homes had iodine concentrations ≥ 15 mg/kg, an indicator towards the sustainability of the elimination of iodine deficiency disorders. In Latin America, households with iodized salt ≥ 15 ppm increased from 84.7% to 90.6%, from 1995-2004 to the period 2005-2013. **Conclusions:** Progress is visible in the adequacy of iodized salt at a national and global level, and in sustainability towards the elimination of iodine deficiency disorders. It is key to continue surveillance.

Keywords: Flour, iron, water-soluble vitamins, nutrition policy, Paraguay.

INTRODUCCIÓN

El yodo es un micronutriente presente sobre todo en el agua del mar y en productos marinos (1). En áreas geográficas alejadas del mar, la tierra y, por tanto, los alimentos que se cultivan en ella son pobres en yodo (2).

Se estima que alrededor del 31 % de la población mundial tiene una ingesta insuficiente de yodo (2).

Cuando la ingesta de yodo es inferior a los niveles recomendados, la glándula tiroides no puede sintetizar cantidades suficientes de hormonas tiroideas. El bajo nivel de hormonas tiroideas en la sangre (hipotiroidismo) es el principal responsable del daño cerebral y otros efectos nocivos conocidos colectivamente como *desórdenes por deficiencia de yodo*

(DDY) (3-6). Los DDY constituyen un problema de salud pública a nivel mundial (5).

La yodación universal de la sal (YUS) constituye la estrategia más segura y rentable para el control de los DDY (1,7). Esta implica la yodación de toda la sal de consumo humano, animal y aquella utilizada en la industria alimentaria. Las autoridades nacionales deben establecer los niveles de yodación en consulta con la industria de la sal, teniendo en cuenta las pérdidas esperadas y el consumo local (3).

Se estima que el 70 % de los hogares en todo el mundo tienen acceso y usan sal yodada (3). En América Latina, la cobertura de hogares con sal yodada ≥ 15 ppm se incrementó un 5,9 %, de 84,7 pasó al 90,6 %, desde el período 1995-2004 al período 2005-2013 (7).

La mayoría de los países evalúan el uso de la sal yodada en los hogares a través de encuestas escolares o domésticas. Los niños en edad escolar son un grupo objetivo útil para la vigilancia de los DDY debido a su alta vulnerabilidad, al fácil acceso y aplicabilidad de una variedad de actividades de vigilancia e intervenciones educativas en el entorno escolar (3).

En 1988, el Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS) de Paraguay realizó una encuesta nacional a partir de la cual se encontró que el 48,6 % de la población escolar estaba afectada por algún DDY (8). A raíz de esto, fue creado en 1991 el Programa Nacional de Control y Prevención de los Desórdenes por deficiencia de Yodo.

La normativa técnica nacional vigente que regula el monitoreo, control y vigilancia de la sal establece que esta debe enriquecerse con yodato de potasio para obtener entre 20-40 mg de yodo/kg de sal (9). Para el éxito del programa, además de monitorear la adecuada yodación en las plantas elaboradoras, fraccionadoras y otras empresas que comercializan o distribuyen sal yodada, es necesario conocer si los consumidores efectivamente utilizan esta sal en sus hogares. De hecho, la existencia de mercados no convencionales de sal no yodada es con frecuencia un obstáculo para lograr este desafío (3).

Uno de los criterios para la sostenibilidad de la eliminación de los DDY como problema de salud pública es que la proporción de hogares que utilizan sal adecuadamente yodada (≥ 15 ppm) supere el 90 % (3).

El objetivo de la investigación fue determinar la disponibilidad de sal adecuadamente yodada en hogares de escolares de Paraguay, en el periodo 2015-2019.

MATERIALES Y MÉTODOS

El diseño del estudio fue observacional retrospectivo. Para cada uno de los años de estudio el diseño muestral fue probabilístico por conglomerados, multietápico y estratificado. Primero, se seleccionaron los distritos o ciudades (conglomerados) de manera probabilística; segundo, se utilizó un muestreo aleatorio simple para la selección de las escuelas, y tercero, se aplicó un muestreo aleatorio estratificado por ciclos para seleccionar a los sujetos que formaron parte del estudio. En Paraguay, se considera que las muestras de sal proporcionadas por los escolares son representativas de la sal consumida en los hogares, pues, al realizar la explicación de la actividad a los estudiantes, se solicitó que entregaran una muestra de la sal que es consumida en su hogar.

Recolección de muestras

Se incluyó a estudiantes de primer a noveno grado, matriculados en las instituciones educativas públicas, privadas y subvencionadas de Paraguay del 2015 al 2019; estos fueron seleccionados en cada uno de los años de estudio. Los estudiantes aceptaron voluntariamente participar en el estudio y contaron con el consentimiento informado de los padres o tutores legales.

Se entregó a cada estudiante una bolsa de polipropileno de alta densidad, rotulada y con cierre hermético para la provisión de aproximadamente 50 gramos de sal de consumo de su hogar (4 o 5 cucharadas). Las muestras de sal recolectadas de los hogares de los escolares fueron enviadas al Laboratorio del Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN) para el análisis correspondiente.

Se determinó la concentración de yodo en las sales según el método volumétrico-Tiosulfato, adaptado de la AOAC 925:56, considerado como el estándar.

dar de oro para la determinación de yodo en sal. El principio de este método es que el yodo elemental en medio ácido se libera del yodato por acción del yoduro. El yodo liberado se titula con una solución de Tiosulfato de Sodio 0,005N, en la que se adiciona una solución indicadora de almidón al 1 % cerca al punto de equivalencia (cuando el yodo liberado amarillo intenso se torna pálido). El punto de equivalencia se observa cuando la muestra analizada pasa de azul oscuro a incolora. Por este método se analizaron todas las muestras positivas por duplicado, sin importar las concentraciones (10). Se clasificaron según los siguientes puntos de corte: negativos o sin yodación; deficiente por debajo de 20 mg/kg de sal; adecuado entre 20 a 40 mg/kg de sal; excesivo por encima de 40 mg/kg de sal. Estos niveles son los exigidos en la sal de Paraguay (Resolución S. G. N.º 599/2014, del MSPBS).

Como indicador del uso exitoso de la sal yodada como vehículo para eliminar los DDY en los hogares, se consideró al menos el 90 % de los hogares con niveles de ≥ 15 mg/kg, tal como establece la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Consejo Internacional para el Control de los Desórdenes por Deficiencia de Yodo (ICCIDD) (3).

Se recolectaron 24 187 muestras de sal durante el periodo 2015-2019; sin embargo, para el presente estudio se incluyeron las muestras que contaron de manera completa con las siguientes variables: año, región, zona, granulometría y cantidades de yodo. Aquellas muestras con estas variables incompletas fueron excluidas de los análisis. En el transcurso del periodo 2015-2019 también formaron parte de la muestra las sales dietéticas. Estas fueron incluidas en el análisis de datos, dado que niveles de yodación exigidos en la sal de Paraguay también incluye este tipo de sales, con las mismas concentraciones de yodo que las sales convencionales. Los resultados cuantitativos obte-

nidos se describieron como mediana y percentiles, y las diferencias se evaluaron por la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis o la prueba U de Mann-Whitney, según procediera.

Los datos categóricos fueron presentados mediante frecuencias y porcentajes. Se utilizó la prueba de proporciones para comprobar las diferencias significativas en las proporciones. Se consideraron significativos valores de $p < 0,05$. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico Stata 12. Esta investigación fue financiada por el Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN), dependiente del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social-Paraguay (MSPBS).

RESULTADOS

De las 21 674 muestras de sal recolectadas en el periodo 2015-2019, y luego de excluir aquellas con datos incompletos, quedaron 21 408 muestras incluidas en el presente estudio. La mayor parte de las muestras provinieron del área urbana (68 %) y correspondieron a granulometría fina (97 %).

La mediana de yodo en sal durante el periodo de estudio fue de 25 mg/kg (percentil 25 de 19, y percentil 75 de 31), con valor mínimo de 0 y valor máximo de 291 mg/kg. Se encontró una diferencia estadísticamente significativa entre la mediana de yodo en sal entre las áreas urbana y rural (25 vs 23 mg/kg; $p < 0,001$). Las concentraciones de yodo en sal por año de estudio se presentan en la figura 1. De acuerdo con la normativa nacional vigente, que establece 20-40 mg/kg de yodo en sal, durante el periodo evaluado, el 67 % de las muestras presentaron niveles de yodación adecuado (70,1 % vs 59,3 %, urbana vs rural). La distribución de los niveles de yodo en las muestras se detalla en la tabla 1.

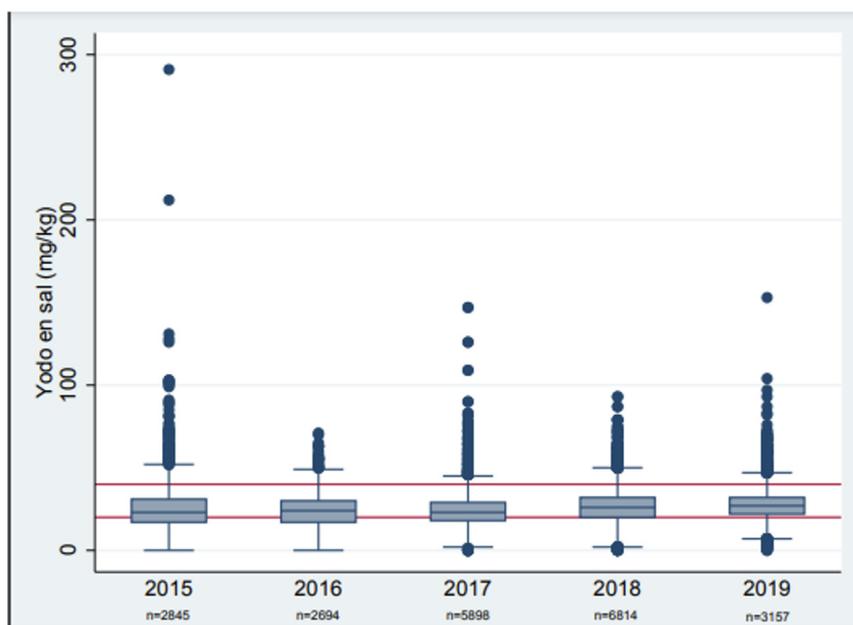


Figura 1. Concentración de yodo en muestras de sal recolectadas de hogares paraguayos por año, 2015-2019. n = 21 408. Líneas de referencia, 20 y 40 mg/kg, según Resolución S. G. N.º 599/2014, del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, MSPBS.

Tabla 1. Niveles de yodo en muestras de sal recolectadas de hogares paraguayos por área, 2015-2019

Nivel de Yodo	Total		Área urbana		Área rural		p
	n	(%)	n	(%)	n	(%)	
Deficiente							
< 15 mg/kg ^a	2866	13	1614	11	1252	18	
15-19 mg/kg	2933	14	1878	13	1055	15	
Adecuado							
20-40 mg/kg	14 274	67	10 208	70	4066	59	< 0,001
Excesivo							
> 40 mg/kg	1335	6	862	6	473	7	
Total	21 408	100	14 562	100	6846	100	

^a10 muestras (0,05%) dieron resultado negativo a la yodación..

Se encontró un aumento progresivo en la cantidad de muestras en el nivel adecuado de yodo en el 2019 respecto al 2015 (76 % vs 58 %, $p < 0,001$) (Figura 2). Según granulometría de la sal, la mayor parte de las muestras de sal fina y gruesa resultaron adecuadas en yodo. Se observó mayor cantidad de

muestras con niveles insuficientes que excesivos de yodo en ambos tipos de sal. Se encontraron diferencias significativas en los niveles de yodo según la granulometría de la sal ($p < 0,001$). La cantidad de muestras con niveles adecuados, excesivos y deficientes se observan en la figura 3.

Adecuación del contenido de micronutrientes en harinas en Paraguay

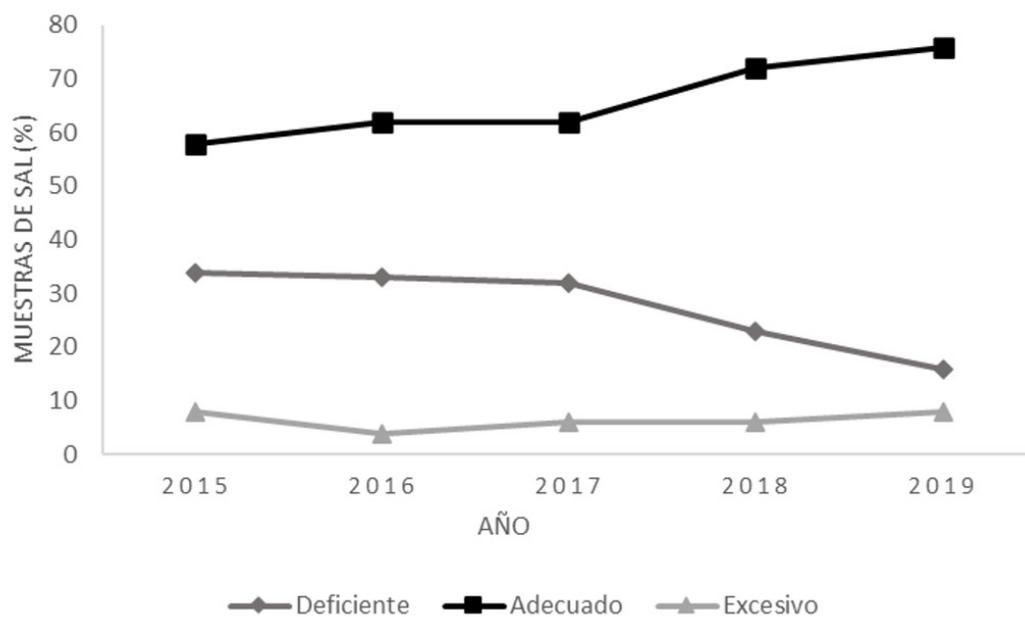


Figura 2. Tendencia del nivel de yodo en muestras de sal de hogares paraguayos por año, 2015-2019.

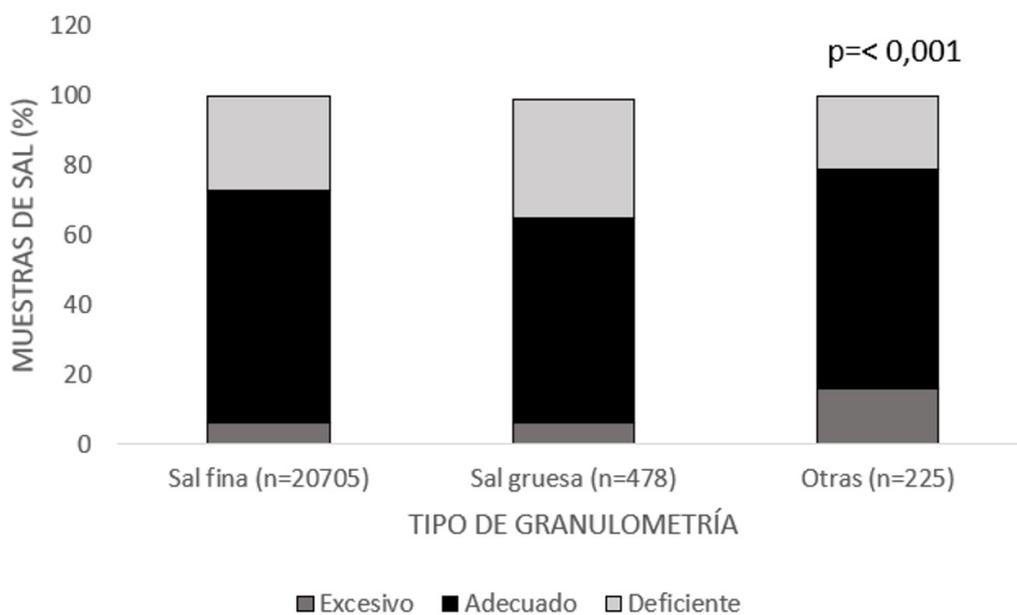


Figura 3. Niveles de yodo según granulometría de sal de hogares paraguayos por año, 2015-2019.

Con respecto al indicador de sostenibilidad de eliminación de los DDY (más del 90 % de los hogares con concentración de yodo en sal ≥ 15 mg/kg), 87 % de los hogares alcanzaron este criterio en el periodo de estudio (89 % área urbana vs. 82 % área rural, $p < 0,001$).

En la tabla 2 se observa un incremento en la cantidad de hogares que alcanzaron 15 mg/kg en el 2019 con respecto al 2015 (94 % vs. 85 %, $p < 0,001$). De hecho, en el año 2019 se alcanzó el objetivo de más del 90 % de los hogares con nivel de yodo en sal ≥ 15 mg/kg, tanto en el área urbana como rural (95 % vs. 91 %, $p < 0,001$).

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue determinar la disponibilidad de sal adecuadamente yodada en hogares de escolares de Paraguay durante el periodo 2015-2019. La mediana de yodo en sal durante el periodo de estudio fue adecuada, de 25 mg/kg (percentiles 25 y 75 con valores de 19 y 31 mg/kg, respectivamente), con valor mínimo de 0 y valor máximo de 291 mg/kg. A lo largo del periodo evaluado, las sales proveídas por niños del área rural presentaron concentraciones más bajas de yodo que las del área urbana (23 vs. 25 mg/kg; $p < 0,001$). El 67 % de las muestras presentaron niveles de yodación adecuados a la legislación vigente (20-40 mg/kg).

Aumentó significativamente la cantidad de muestras con niveles adecuados de yodo en el año 2019 con respecto al 2015 (76 % vs. 58 %, $p < 0,001$). Al evaluar la sostenibilidad de la eliminación de los DDY, si bien únicamente 87 % de los hogares presentaron niveles de yodo en sal ≥ 15 mg/kg en el periodo de estudio, en el año 2019 se alcanzó el objetivo de más del 90 % de los hogares con niveles de yodo en sal ≥ 15 mg/kg en el área urbana y rural.

Un estudio previo sobre la disponibilidad de sal adecuadamente yodada en 12 126 hogares de Paraguay durante el periodo 2011-2015 encontró un 52 % de muestras con niveles adecuados de yodo. Al evaluar el año 2015 con respecto al 2011, se observó un aumento en las muestras con niveles deficientes y una disminución en la cantidad de muestras con niveles excesivos (11). En el presente estudio, se encontró un 67 % de las muestras de sal con niveles adecuados de yodo, mayor a lo reportado en el periodo 2011-2015. Al comparar el año 2019 con respecto al 2015, contrario al periodo anterior, se observó una disminución en el porcentaje de muestras con niveles deficientes y un mantenimiento en el porcentaje de muestras con niveles excesivos de yodo (8 %). Estos resultados son esperables teniendo en cuenta la modificación en la normativa que regula el contenido de yodo en sal de 30-50 ppm a 20-40 ppm en el año 2014 (12).

Tabla 2. Proporción de hogares paraguayos con nivel de yodo en sal ≥ 15 mg/kg, durante el periodo 2015-2019

Año	Yodo en sal ≥ 15 mg/kg			p (urbana vs rural)
	Total % (IC 95 %)	A. urbana (%) (%)	A. rural (%)	
2015	85 (83-86)	86	82	0,002
2016	81 (79-82)	87	72	< 0,001
2017	83 (82-84)	86	80	< 0,001
2018	89 (89-90)	90	87	0,010
2019	94 (93-94)	95	91	0,001
2015-2019	87 (86-87)	89	82	<0,001

Adecuación del contenido de micronutrientes en harinas en Paraguay

Como se mencionó, el INAN es la dependencia responsable de la coordinación a nivel nacional del Programa Nacional de Control y Prevención de los Desórdenes por deficiencia de Yodo, cuya estrategia principal consiste en el enriquecimiento con yodo de la sal para consumo humano, animal y de uso en la industria alimenticia, a fin de garantizar su disponibilidad para la población en general. En ese contexto, el INAN viene realizando actividades relacionadas con la implementación de un sistema de monitoreo y vigilancia que abarca el control y seguimiento desde el lugar donde se produce la yodación de la sal, o desde su ingreso al país si esta se encuentra ya yodada de origen, pasando por los lugares o comercios donde se realiza su expendio, así como también la sal consumida en los hogares. Los resultados de mejora presentados en este estudio denotan el producto de las auditorías que forman parte del monitoreo, control y vigilancia constante que el INAN realiza. Durante las auditorías, los inspectores designados realizan la verificación del cumplimiento de las Guías de Buenas Prácticas de Manufactura en establecimientos de sal yodada, el proceso, los procedimientos y el registro relacionados con la yodación de la sal; además, verifican la toma de muestra de sal y las etiquetas para ser analizadas y evaluadas en el INAN.

Uno de los objetivos del monitoreo externo realizado por el INAN es dar seguimiento a las medidas correctivas de los establecimientos elaboradores de sal yodada. En caso de que el establecimiento elaborador presente incumplimiento parcial o total de los requisitos detectados durante el monitoreo externo, deberá realizar el plan de acciones correctivas y presentarlos al INAN. En caso que la empresa no haya presentado el plan de acciones correctivas en el plazo establecido o no haya realizado ninguna acción declarada en dicho plan para subsanar las no conformidades, se remiten los antecedentes del caso a la Asesoría Jurídica del INAN, a fin de tomar las acciones correspon-

dientes. Por lo tanto, las actividades de monitoreo, control y vigilancia de las empresas repercute en las medidas legales que pueden llegar a tomarse sobre las empresas importadoras, fraccionadoras, elaboradoras y comercializadoras de sal yodada.

Un estudio publicado en el año 2016 estimó el consumo de yodo a partir de la excreción urinaria en 1920 escolares paraguayos: el 5 % tuvo un consumo deficiente; el 32 % (200-299 μ g/L) mayor a las necesidades; el 47 % tuvo un consumo excesivo (>300 μ g/L); y el 53 % de los escolares presentó ingesta excesiva de yodo cuando la sal contenía niveles de este nutriente superiores a la normativa vigente y 44 % cuando el contenido en la sal fue adecuado (13). Es preocupante las concentraciones excesivas de yodo en la sal considerando además el consumo excesivo de sal en escolares paraguayos, estimado en $9,6 \pm 4,4$ gm/día (14). Los alimentos industrializados también aportan en el consumo de sal, y por tanto de yodo (15). Se encontró que el 85 % de los escolares paraguayos consume más de los 5 gm/día de sal recomendados por la OMS, y un 46 %, más de 10 gm/día (14).

La optimización de la ingesta de yodo en la población es fundamental para reducir la prevalencia de enfermedades tiroideas. En efecto, existe evidencia de una relación en forma de U entre la ingesta de yodo y las enfermedades tiroideas autoinmunes en adultos, especialmente tiroiditis de Hashimoto y enfermedad de Graves. Es decir, un aumento del riesgo de desarrollar estas enfermedades con niveles de ingesta de yodo tanto bajos como altos. Sin embargo, persiste la incertidumbre sobre la relación entre la ingesta de yodo y las enfermedades autoinmunes tiroideas en poblaciones específicas como los niños (16).

En un estudio realizado en más de 8000 estudiantes de nivel primario de Perú, la mediana de yodo en sal determinada por volumetría fue de 28,7 mg/

kg. Si bien la mediana de yodo fue mayor en Perú que la reportada en este estudio (25 mg/kg), mayor cantidad de muestras en Perú presentaron menos de 15 mg/kg de yodo con respecto a Paraguay (23 % vs. 13 %, respectivamente) (15).

La diferencia en la concentración de yodo en sal por área geográfica urbana y rural, cuyo nivel de yodación es significativamente menor en el área rural, coincide con lo encontrado en otros estudios (17-19). En Colombia se encontró que vivir en área urbana aumenta la probabilidad de los escolares a tener ingesta excesiva de yodo. En México, la humedad ambiental y el grado de marginación social de las localidades fueron los factores asociados con un menor contenido de yodo en la sal (17). Además de la exposición prolongada o excesiva a la humedad, el calor y los contaminantes, el control deficiente de yodación en la fábrica y el empaquetado deficiente podrían explicar pérdidas de yodo, lo que resulta en cantidades inadecuadas en la sal en los hogares (3). Por consiguiente, el control de yodo en sal debe realizarse en los diferentes niveles.

Con todos los esfuerzos realizados en los diferentes países que presentan DDY, aún hoy en día todavía existen algunas áreas de identificación y miles de millones de personas enfrentan esta condición. A pesar de que la yodación de la sal es un método fácil y asequible para evitar las consecuencias de la deficiencia de yodo, aún hay muchos países europeos que no desarrollaron programas de prevención, lo que llevó a la persistencia de una escasez de yodo de leve a moderada (20). Incluso en países donde el cretinismo endémico o el bocio endémico desaparecieron, las medidas profilácticas deben continuarse y mantenerse indefinidamente, ya que la deficiencia de yodo puede reaparecer con el tiempo. Lo que marca la diferencia entre el déficit de yodo y otros déficits de nutrientes es el hecho de que el nivel de yodo está más vinculado a la geografía que al desarrollo socioeconómico, pues

el suelo es deficiente en yodo en grandes áreas geográficas de todo el mundo (21-24).

A nivel global, la yodación de la sal ha sido la política de salud pública aceptada para mejorar la ingesta de yodo. Sin embargo, según investigaciones realizadas en países como Australia, aunque los indicadores de

proceso, impacto y sostenibilidad propuestos por la OMS permitirían un control directo sobre la ingesta de yodo, el seguimiento discontinuo, las dinámicas desiguales, y no considerar el contexto socioeconómico, geográfico, cultural y étnico de cada país, son factores que desestabilizan la implementación de la política tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo (25, p. 2).

En este contexto, los resultados de la presente investigación aportan enormemente al campo del conocimiento científico, y son de mucha relevancia tanto para el Paraguay como para países en los cuales la yodación de sal constituye la mejor estrategia para prevenir los DDY, debido a la realización del monitoreo y vigilancia constante del contenido de yodo. La carencia de yodo se ha identificado como problema de salud pública importante en 129 países. Por lo menos, 1500 millones de personas, o sea, el 29 % de la población mundial vive en zonas expuestas a la carencia de yodo. En 1997, la OMS estimó que entre 500 y 850 millones de esas personas padecen de bocio; ocho de los países más populosos del mundo (Bangladesh, Brasil, China, India, Indonesia, Nigeria, Pakistán y Federación de Rusia), que constituyen el 54 % de la población mundial, tienen un problema importante de carencia de yodo. En conjunto, dichos países representan el 72 % de la población mundial afectada por trastornos yodopénicos (26).

Adecuación del contenido de micronutrientes en harinas en Paraguay

Las principales fortalezas de este estudio constituyen la utilización del método estándar de oro para la determinación de la concentración de yodo en sal, así como el tamaño y la representatividad nacional de la muestra. Entre las limitaciones de este estudio se destacan la falta de datos sobre granulometría de la sal y zona de recolección en algunas muestras.

En conclusión, si bien esta investigación muestra un progreso en la adecuación de las sales a los niveles de yodo establecidos en la normativa nacional vigente y en la sostenibilidad hacia la eliminación de los desórdenes por deficiencia de yodo, continuar con la vigilancia en Paraguay es clave para prevenir enfermedades asociadas a la ingesta de yodo.

Referencias

1. Leung A, Braverman L. Consequences of excess iodine. *Nat Rev Endocrinol*. 2014;10:136-142. <https://doi.org/10.1038/nrendo.2013.251>
2. 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;23(2):0-0. Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lbc-165922>
3. WHO. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination: a guide for programme managers [Internet]. World Health Organization. 2007. p. 99. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241595827>
4. Velasco I, Bath S, Rayman M. Iodine as Essential Nutrient during the First 1000 Days of Life. *Nutrients*. 2018;10(3):290. <https://doi.org/10.3390/nu10030290>
5. Yadav K, Pandav C. National Iodine Deficiency Disorders Control Programme: Current status & future strategy. *Indian J Med Res*. 2018;148(5):503-10. https://doi.org/10.4103/ijmr.IJMR_1717_18
6. WHO. Effect and safety of salt iodization to prevent iodine deficiency disorders: A systematic review with meta-analyses [Internet]. World Health Organization. 2014. p. 151. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/9789241508285>
7. Vargas-Uricoechea H, Murillo-Palacios J, Ramírez-Bejarano L. Análisis del estado poblacional del yodo en Colombia y la necesidad de modificar los niveles de yodación universal de la sal. *Rev Colomb Endocrinol Diabet Metab (Online)* [Internet]. 2020;20(2):87-98. Disponible en: <https://revistaendocrino.org/index.php/rcedm/article/download/608/795?inline=1>
8. Jara Y JA, Pretell EA, Zaracho J, Goetting S, Riveros C. Prevalencia de bocio endémico por el método ecográfico, determinación de yodurias y yodo en sal en escolares del Paraguay. *Rev chil nutr*. 2004;31(3):287-95. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182004000300004>
9. MSPBS. 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; se establecen disposiciones generales para el monitoreo, control, y vigilancia, y se aprueban los anexos" [Internet]. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. 2014. Disponible en: <https://www.leyes.com.py/buscar/?td=10&c=24&p=1&a=2014>

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

FINANCIACIÓN

Financiado por la Institución en la cual trabajan los autores.

AGRADECIMIENTOS

Al equipo de técnicos de la sección de Micronutrientes, Dirección de Inocuidad y Control de Alimentos y Dirección de Laboratorio de Alimentos del INAN.

10. AOAC. Official methods of Analysis of AOAC [Internet]. AOAC International. 1995. Disponible en: archive.org/stream/gov.law.aocac.methods.1.1990/methods.1.1990.djvu.txt
11. Ledesma-Solís EM, Sánchez-Bernal S, Masi C. Availability of adequately iodized salt in paraguayan households during 2011-2015. En: *Memorias 21st International Congress of Nutrition*. Buenos Aires; 2017. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1hY7wbNYe6vFwp8pZTvGK9Um2waZrqYaA/view>
12. MSPBS. Resolución SG N.º 163, por la cual se actualiza la resolución S. G. N.o 44 de fecha 31 de marzo de 2008. 2009.
13. Acosta J, Sánchez Bernal S, Masi C, Morínigo G, Galeano M, Coronel J, et al. Perfil de consumo de yodo en escolares y adolescentes del Paraguay y disponibilidad de sal adecuadamente yodada en sus hogares. 2016. En *Memorias 54.º Reunión Anual de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN)*. Encarnación. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/179RDMllrh-aTeXEpejWZi5WblgJpRsNs/view>
14. Sánchez S, Masi C, Rojas G, Galeano M, Mendoza L. Estimación de la ingesta de sal a partir de la excreción urinaria de sodio en escolares y adolescentes de 6 a 19 años de edad en el Paraguay. 2015. En: *Memorias 7.º Congreso Regional de Pediatría*. Pedro Juan Caballero. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1-drq0XDSrUCYbJgGpoEndirttsWQuryS/view>
15. Tarqui-Mamani C, Alvarez-Dongo, D Fernández-Tinco I. Yoduria y concentración de yodo en sal de consumo en escolares peruanos del nivel primario. *Rev Perú Med Exp Salud Pública*. 2016;33(4):689-94. <https://doi.org/10.17843/rp-mesp.2016.334.2552>
16. Wang B, He W, Li Q, Jia X, Yao Q, Song R, et al. U-shaped relationship between iodine status and thyroid autoimmunity risk in adults. *Eur J Endocrinol*. 2019;181(3):255-66. <https://doi.org/10.1530/EJE-19-0212>
17. López R, Galván M, Silva M, Chávez D. Factores asociados al estado nutricional de yodo en preescolares del estado de Hidalgo, México. *Gac Med Mex [Internet]*. 2009;149(2):161-7. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=41577>
18. Galván M, Fernández-Cortés, TL Suárez-Diéguéz T, López-Rodríguez G. Estado nutricional de yodo en niños escolares mexicanos de zonas urbanas y rurales. *Endocrinol Diabetes Nutr [Internet]*. 2020;67(4):228-34. <https://doi.org/10.1016/j.endinu.2019.09.003>
19. Tran T, Hetzel B, Fisher J. Access to iodized salt in 11 low- and lower-middle-income countries: 2000 and 2010. *Bull World Heal Organ*. 2016;94(2):122-9. <https://doi.org/10.2471/BLT.15.160036>
20. Podoba J, Racova K, Urbankova H, Srbecky M. Current status of iodine deficiency-related disorders prophylaxis in Slovakia - the life's work of Julian Podoba remained unfinished. *Endocr Regul*. 2016;50(1):3-9. <https://doi.org/10.1515/enr-2016-0002>
21. Zimmermann M. Symposium on 'Geographical and geological influences on nutrition' Iodine deficiency in industrialised countries. *Proc Nutr Soc*. 2010;69(1):133-43. <https://doi.org/10.1017/S0029665109991819>
22. Zimmermann M, Boelaert K. Iodine deficiency and thyroid disorders. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2015;3(4):286-95. [https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(14\)70225-6](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(14)70225-6)
23. WHO. Progress towards the elimination of iodine deficiency disorders (IDD) [Internet]. World Health Organization. 1999, pp. 1-54. Disponible en: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-NHD-99.4>
24. Biban B, Lichardopol C. Iodine Deficiency, Still a Global Problem? *Curr Heal Sci J*. 2017;43(2):103-111. <https://doi.org/10.12865/CHSJ.43.02.01>
25. Chávarro-Bermeo F, Arteaga-Díaz J, Roth-Deubel A. Política mundial de yodación de sal: desafíos. *Rev Salud Pública*. 2021;23(6):1-7. <https://doi.org/10.15446/rsap.V23n6.98302>
26. WHO. Carencia de yodo [Internet]. World Health Organization. 1998, pp. 1-4. Disponible en: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/EB103/se27.pdf