

# INVESTIGACIÓN

## Adecuación del contenido de micronutrientes en harinas de trigo con hierro y vitaminas en Paraguay durante el periodo 2015-2019

DOI: 10.17533/udea.penh.v25n1a03

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA

ISSN 0124-4108

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

Vol. 25, N.º 1, enero-junio de 2023, pp. 31-43.

Artículo recibido: 10 de agosto de 2023

Aprobado: 13 de diciembre de 2023

Natalia Elizabeth González Cañete<sup>1\*</sup>; José Acosta Escobar<sup>2</sup>; Marcelo Galeano Miers<sup>3</sup>;  
Geraldine Morínigo Isla<sup>4</sup>; Carolina Bonzi Arévalos<sup>5</sup>; Elsi Ovelar Fernández<sup>6</sup>

### Resumen

**Antecedentes:** la deficiencia de micronutrientes, sobre todo de hierro, es uno de los principales problemas de nutrición a nivel mundial. **Objetivo:** evaluar la adecuación del contenido de micronutrientes (hierro y vitaminas del complejo B) en muestras de harina de empresas elaboradoras y fraccionadoras de Paraguay, y determinar las diferencias significativas en las concentraciones de micronutrientes en el periodo 2015-2019. **Materiales y métodos:** estudio descriptivo y longitudinal. Fueron recolectadas 540 muestras de harina. El método de ensayo para cuantificar las vitaminas hidrosolubles fue la cromatografía líquida de alta eficiencia. El hierro se determinó mediante el método AOAC985.35. **Resultados:** se obtuvieron muestras de 10 regiones: el 87,2 % fue tomado de plantas o molinos elaboradores; el 98,1 %, de harinas de tipo 000 (n=498). Los micronutrientes que presentaron con mayor frecuencia concentraciones adecuadas fueron el hierro y la niacina, mientras que el ácido fólico presentó las concentraciones menos adecuadas. Se presentaron diferencias significativas en las concentraciones de micronutrientes a lo largo del periodo mencionado.

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

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., 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>

5 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>

6 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>

**Cómo citar este artículo:** González Cañete NE; Acosta Escobar J; Galeano Miers M; Morínigo Isla G; Bonzi Arévalos C; Ovelar Fernández E. Adecuación del contenido de micronutrientes en harinas de trigo con hierro y vitaminas en Paraguay durante el periodo 2015-2019. *Perspect Nutr Humana*. 2023;25:31-43. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v25n1a03>



## Adecuación del contenido de micronutrientes en harinas en Paraguay

**Conclusiones:** se requiere continuar con el monitoreo a fin de garantizar la adecuación a la legislación vigente, sobre todo en cuanto a las concentraciones insuficientes o por encima del percentil 90.

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

### Adequacy of the Micronutrient Content in Wheat Flour with Iron and Vitamins in Paraguay During the Period 2015-2019

## Abstract

**Background:** Micronutrient deficiency, mainly iron deficiency, is one of the main nutrition problems worldwide.

**Objective:** To evaluate the adequacy of micronutrient content (iron and B complex vitamins) in samples of flour from processing and fractionating companies in Paraguay, and to determine the significant differences in micronutrient concentrations during the period 2015-2019. **Materials and Methods:** Descriptive and longitudinal study. A total of 540 flour samples were collected. The test method to quantify water-soluble vitamins was high-performance liquid chromatography. Iron was determined using the AOAC985.35 method. **Results:** Samples were obtained from 10 regions: 87.2% were taken from manufacturing plants or mills. 98.1% of the samples were type 000 flours (n=498). The micronutrients that most frequently presented adequate concentrations were iron and niacin, while folic acid presented the least adequate concentrations. Significant differences in micronutrient concentrations were observed throughout the mentioned period. **Conclusions:** It is necessary to continue monitoring in order to guarantee compliance with current legislation, especially regarding concentrations that are insufficient or above the 90th percentile.

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

## INTRODUCCIÓN

La deficiencia de micronutrientes (vitaminas y minerales) y en especial de hierro es uno de los principales problemas de nutrición a nivel mundial. Su deficiencia produce graves consecuencias a la salud, lo que contribuye al aumento de la morbilidad materna y perinatal (1). La anemia es de alta prevalencia entre las mujeres durante su edad reproductiva. El embarazo, el posparto y el sangrado menstrual abundante son las principales condiciones que determinan la anemia por deficiencia de hierro (2). La carencia de hierro durante la lactancia y la primera infancia se asocia con pérdida de la capacidad de aprendizaje y con una disminución de la resistencia a la enfermedad, lo que genera como secuelas efectos negativos sobre la capacidad de trabajo y la productividad (1,3,4).

Diferentes estudios realizados en Paraguay demuestran una considerable prevalencia de anemia por deficiencia de hierro en la alimentación, fundamentalmente en mujeres en edad reproductiva y niños preescolares y escolares, en mayor proporción en áreas rurales (5-9). La deficiencia de vitaminas del complejo B, como el ácido fólico, puede producir desórdenes del tubo neural (DTN) (10). El enriquecimiento de alimentos con ácido fólico ha demostrado reducir en varias poblaciones la incidencia de DTN (11,12).

El enriquecimiento o fortificación es la adición de uno o más nutrientes esenciales a un alimento, incluso si este mismo nutriente está contenido naturalmente en él, con el fin de prevenir o corregir su deficiencia demostrada de uno o más nutrientes en la población o en grupos específicos (13,14).

La estrategia fundamental para controlar la deficiencia de hierro es el enriquecimiento de alimentos (1); la harina de trigo es el alimento ideal para ser enriquecido, por tratarse de un producto de consumo masivo en áreas urbanas y rurales, de fácil accesibilidad, de relativo bajo costo y de sencilla implementación (15,16). La harina de trigo, al ser industrializada, pierde vitaminas contenidas en las envolturas del grano, principalmente tiamina, riboflavina, niacina y ácido fólico, necesarias para el ser humano, por lo que se recomienda su re-auración (1).

El Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN) es el organismo técnico del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS) de Paraguay, responsable de la problemática alimentaria y nutricional del país, en todas sus etapas. La misión institucional es velar por la salud nutricional de la población, la inocuidad y el mejoramiento continuo de la calidad de los alimentos, a través de políticas públicas articuladas.

Desde el año 2002, el INAN realiza el monitoreo de las plantas de harinas, en cumplimiento a lo establecido en la Resolución S.G. N.º 27, de fecha 31 de enero del 2002. Esta Resolución fue derogada en el 2021, con la Resolución S.G. N.º 886, “por la cual se aprueba el reglamento técnico de enriquecimiento de la harina de trigo con hierro y vitaminas, se establecen requisitos para la autorización de importación de la harina de trigo y de la pre-mezcla de hierro y vitaminas utilizada en el enriquecimiento de la harina” (s. p.). En la misma normativa, en su Artículo 2 se menciona; “Establécese que el Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición -INAN, organismo técnico del Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social, se encargue de elaborar el Plan General de Enriquecimiento de la Harina de Trigo, determinando los nutrientes a ser agregados, así como las cantidades y formas químicas de los mismos”; y en su Artículo

5 dispone: “Designase al Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición -INAN como responsable del control del cumplimiento de las disposiciones contenidas en este Decreto” (17). Ya desde el año 1998, el INAN da cumplimiento al Decreto N.º 20.830, “por el cual se declara obligatorio el enriquecimiento de la harina de trigo, con hierro y vitaminas”. En el decreto, el Artículo 1 dispone: “declárese obligatorio el enriquecimiento de la harina de trigo que sea industrializada, importada, fraccionada y comercializada en el país, con hierro y vitaminas (tiamina, riboflavina, niacina y ácido fólico), como medida de control de la carencia de dichos nutrientes” (17).

Por todo lo expuesto, se planteó como objetivo de la investigación evaluar la adecuación del contenido de micronutrientes (hierro y vitaminas del complejo B) en muestras de harina de empresas elaboradoras y fraccionadoras de Paraguay, y determinar la presencia de diferencias significativas en las concentraciones de micronutrientes en el periodo 2015-2019.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

Se realizó un estudio observacional, descriptivo, de corte transversal, con datos procedentes de la estrategia de enriquecimiento de harinas de trigo con hierro y vitaminas en Paraguay, recolectadas durante el periodo 2015-2019.

### **Ubicación geográfica o de espacio de estudio**

Las muestras fueron tomadas en empresas o plantas elaboradoras y fraccionadoras de harinas, de 10 regiones sanitarias de la República del Paraguay.

### **Sujetos/objetos de estudio**

La población enfocada consistió en muestras de harina tipificadas como de cinco ceros (00000),

cuatro ceros (0000), tres ceros (000), dos ceros (00) y harinas leudantes, halladas en empresas elaboradoras y fraccionadoras de harinas, con Registro de Establecimiento (RE) otorgado por el INAN, de 18 regiones sanitarias de la República del Paraguay. La población accesible fue conformada por muestras de harina tipificadas como de cuatro ceros (0000), tres ceros (000) y harinas leudantes, halladas en empresas elaboradoras y fraccionadoras de harinas, con RE, de 10 regiones sanitarias de la República del Paraguay, recolectadas en el periodo de marzo del 2015 a diciembre del 2019.

### **Criterios de selección**

La evaluación de las muestras se realizó según lo establecido en la Resolución N.º 27/2002. De acuerdo con dicha resolución, las muestras de harina de trigo que son plausibles de ser analizadas para el contenido de micronutrientes son las tipificadas como de cinco ceros (00000), cuatro ceros (0000), tres ceros (000), dos ceros (00) y harinas leudantes. Como criterio de inclusión, se consideraron las muestras de harina con fecha de elaboración más reciente (respecto al día de la toma de la muestra), seleccionadas de manera aleatoria, disponibles en las empresas elaboradoras y fraccionadoras de harinas, con RE otorgado por el INAN. Como criterios de exclusión, se consideraron los residuos de harinas destinados a usos distintos a los de alimentación, muestras *premix* (premezcla de vitaminas hidrosolubles: tiamina, riboflavina, niacina y ácido fólico) y hierro, que se utilizan para el enriquecimiento de las harinas de trigo que serán comercializadas en el territorio nacional, y a muestras destinadas a la fabricación de productos alimenticios cuyas cualidades organolépticas podrían verse afectadas por la premezcla de hierro y vitaminas utilizadas para el enriquecimiento.

### **Tamaño de la muestra**

La cantidad de muestras recolectadas se originó a partir de las metas establecidas en el Plan Operativo Anual (POA) de la Sección Micronutrientes de la Dirección de Nutrición y Programas Alimentarios (DNPA) del INAN, determinados para los años administrativos 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019. El total de muestras de harina recolectadas durante el periodo 2015 a 2019 fue de 540.

### **Reclutamiento**

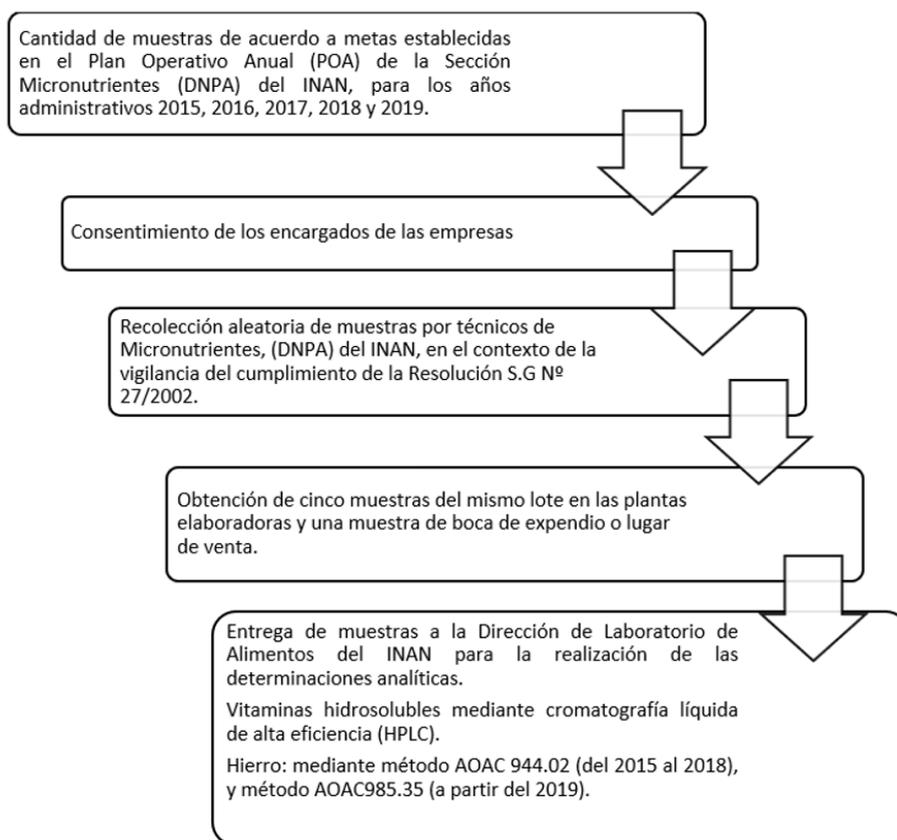
Las muestras de harina fueron recolectadas por técnicos de la sección de micronutrientes de la Dirección de Nutrición y Programas Alimentarios del INAN, en el contexto de la vigilancia del cumplimiento de la Resolución S.G N.º 27/2002, realizada con base en la lista de las empresas elaboradoras y fraccionadoras de harinas registradas en el INAN, durante el periodo 2015-2019.

### **Procedimientos y técnicas**

Las muestras tomadas aleatoriamente por técnicos de la sección de Micronutrientes fueron entregadas a la Dirección de Laboratorio de Alimentos del INAN para la realización de las determinaciones analíticas. Se tomaron cinco muestras del mismo lote en las plantas elaboradoras y una muestra de boca de expendio o lugar de venta. El método de ensayo para cuantificar las vitaminas hidrosolubles fue la cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC, por sus siglas en inglés *high performance liquid chromatography*). El análisis se llevó a cabo de manera simultánea para las vitaminas B1 (tiamina), B2 (riboflavina), B9 (ácido fólico) y B3 (niacina). Las vitaminas se separaron por medio de HPLC; se utilizó una fase estacionaria apolar (C18) y la solución mezcla hexanosulfonato ácido de sodio, fosfato monobásico de potasio y acetonitrilo grado HPLC, como fase móvil con pH: 2,1. Se detectaron a una longitud de onda de 275 nm

y sus concentraciones se determinaron con base en la relación del área de sus picos según el cromatograma de la muestra y los estándares. Para la determinación del hierro se utilizaron dos métodos, desde el 2015 hasta el 2018 el método fue AOAC 944.02, que se basa en la destrucción de la materia orgánica, se obtuvo la ceniza y se retomó con ácido. El color se desarrolló con un cromógeno, en este caso la ortofenantrolina. Luego se hizo la lectura en un espectrofotómetro o colorímetro. Para el cálculo se utilizó la Ley de Beer (18). A partir del 2019 las determinaciones se realizaron con el método AOAC985.35 (19). En este método, la materia orgánica se destruye llevando la muestra a cenizas en una mufla. La ceniza remanente se disolvió en ácido diluido y el analito

se determinó por espectrofotometría de absorción atómica. Se consideraron como valores adecuados de micronutrientes cuando en la harina se cuantificaban las siguientes cantidades mínimas de vitaminas: 4,50 mg para tiamina, 2,5 mg para la riboflavina, 35 mg para niacina, 3 mg para el ácido fólico y 45 mg para hierro, por cada 100 g de harina. Las variables consideradas para el análisis fueron tipo de establecimiento, región sanitaria del país, año de monitoreo, tipo de harina, cantidades (mg/kg) de hierro, ácido fólico, tiamina, riboflavina y niacina halladas en las harinas, porcentaje de muestras de harina con niveles de enriquecimiento de hierro y micronutrientes adecuados e insuficientes. Se presenta un flujograma completo del proceso en la figura 1.



**Figura 1.** Flujograma del proceso de obtención de muestras para determinaciones analíticas.

### Análisis de datos

Los datos se digitalizaron en planillas electrónicas de Microsoft Excel® versión 2013. La descripción de los resultados se expresó mediante frecuencias absolutas (n) y relativas (%) para las variables cualitativas, y mediante promedios y desviaciones estándar (para variables cuantitativas con distribución paramétrica) y rangos intercuartílicos (para variables cuantitativas con distribución no paramétrica). Para comparación de proporciones de muestras con niveles de enriquecimiento adecuados e insuficientes de los micronutrientes entre los años 2015, 2016, 2017, 2018 y 2019, se utilizó el test de proporciones; se consideró estadísticamente significativo un valor de  $p < 0,05$ .

### Consideraciones éticas

Para la toma de datos se contó con el consentimiento de los encargados de las empresas; sin embargo, debe tomarse en cuenta que según el Artículo 166 N.º 836/80 del Código Sanitario, los propietarios o representantes de establecimientos de alimentos están obligados a permitir el acceso a los funcionarios competentes del MSPBS para realizar las inspecciones que consideren necesarias. Para la presente investigación se aseguró

la confidencialidad de los datos mediante el resguardo de la identidad de marcas y empresas que formaron parte del monitoreo. Se respetó el principio de justicia al asegurar que las empresas contarán con toda la información del procedimiento, antes de realizar la toma de muestras. Se cumplió con el principio de beneficencia, al proporcionar vía nota, de manera gratuita, los resultados del monitoreo a las empresas, de manera gratuita. Esta información es proporcionada a la empresa a fin de que puedan realizar mejoras en el enriquecimiento de las harinas.

### RESULTADOS

Durante el periodo 2015-2019, se recolectó un total de 540 muestras procedentes de establecimientos distribuidores o fraccionadores de harina de trigo de distintos puntos del país; sin embargo, para el análisis, se incluyeron diferentes n de determinaciones para cada micronutriente, dependiendo de la disponibilidad de reactivos existente en el Laboratorio de Alimentos. En la tabla 1 se observa el total de muestras de harina de trigo analizadas según el año de monitoreo y tipo de establecimiento. La mayor cantidad de muestras fue procedente de la región de Caaguazú (n = 268, 50 %) (Tabla 2).

**Tabla 1.** Cantidad de muestras de harina de trigo recolectadas para la determinación de hierro y vitaminas, según año de monitoreo y tipo de establecimiento

Tipo de establecimiento	2015		2016		2017		2018		2019		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Boca de expendio	0	0	19	66	0	0	0	0	0	0	19	3,5
Distribuidor	0	0	0	0	0	0	0	0	15	10	15	2,8
Fraccionadora	6	4	6	21	0	0	13	12,3	10	6	35	6,5
Plantas elaboradoras	150	96	4	14	94	100	93	87,7	130	84	471	87,2
<b>Total</b>	<b>156</b>	<b>100</b>	<b>29</b>	<b>100</b>	<b>94</b>	<b>100</b>	<b>106</b>	<b>100</b>	<b>155</b>	<b>100</b>	<b>540</b>	<b>100</b>

Nota: Los porcentajes se calcularon en relación al total de cada año.

**Tabla 2.** Regiones sanitarias en las que se recolectaron las muestras de harina a lo largo del periodo 2015-2019

Regiones	n	%
Alto Paraná	92	17
Amambay	2	0
Caaguazú	268	50
Canindeyú	7	1
Capital	31	6
Central	64	12
Cordillera	1	0
Guairá	5	1
Itapuá	59	11
San Pedro	11	2
<b>Total</b>	<b>540</b>	<b>100</b>

La otra mitad de las muestras tomadas en este periodo se distribuyó en nueve regiones sanitarias. Prácticamente la totalidad de las muestras analizadas fueron de harinas de tipo 000 (n = 498, 98,1 %), y en segundo lugar la harina leudante (n = 5, 0,9 %) y tipo 0000 (n=5, 0,9 %). El contenido de hierro y vitaminas del complejo B (mg/kg) presentes en las muestras de harina de trigo analizadas se presenta en la Tabla 3. Los micronutrientes que en general presentaron

mayor proporción de valores insuficientes son el ácido fólico, la tiamina y la riboflavina. Los niveles de enriquecimiento de hierro y vitaminas (mg/kg) observados en las muestras de harina de trigo, estratificado por año, se presentan en la Tabla 4.

La interpretación de los resultados de enriquecimiento de las harinas con los micronutrientes debe analizarse en profundidad, ya que la Resolución S.G. N.º 27/02 establece los valores mínimos, pero no los valores máximos de enriquecimiento. Debe destacarse que el hecho de que las muestras presenten valores superiores a los puntos de corte establecidos no es necesariamente indeseable o incorrecto; sin embargo, debe contarse con información del porcentaje de las muestras con valores muy superiores a los mínimos establecidos por la resolución, según la información proporcionada por los percentiles. Esta información se presenta en el Gráfico 1, con los porcentajes de muestras que presentaron concentraciones por encima del percentil 90. El contenido de hierro, ácido fólico, niacina, tiamina y riboflavina hallado en las muestras de harina se observa en las figuras 2 y 3, respectivamente, incluyendo los valores límite (*outliers*).

**Tabla 3.** Contenido de hierro y vitaminas (mg/kg) presentes en las muestras de harina de trigo analizadas

Vitamina o mineral	n	Mediana (p 25-75)	IC 95 %	Valor mínimo	Valor máximo
Hierro (45 mg/kg)	534	51,5 (38,2-64)	49,6-54,1	4	146
Ácido fólico (3 mg/kg)	403	2 (1-3)	2,3-2,8	0	15
Niacina (35 mg/kg)	380	60,5 (26-98,7)	69-82,1	2	283
Tiamina (4,5 mg/kg)	380	4 (2-5)	3,7-4,4	0	20
Riboflavina (2,5 mg/kg)	373	2 (1-3)	2,1-2,7	0	16

Nota. Cantidades mínimas de vitaminas consideradas como adecuadas: 4,50 mg para tiamina, 2,5 mg para la riboflavina, 35 mg para niacina, 3 mg para el ácido fólico y 45 mg para hierro, por cada 100 g de harina.

Las n de cada vitamina variaron, dependiendo de la disponibilidad de reactivos existente en el Laboratorio de Alimentos.

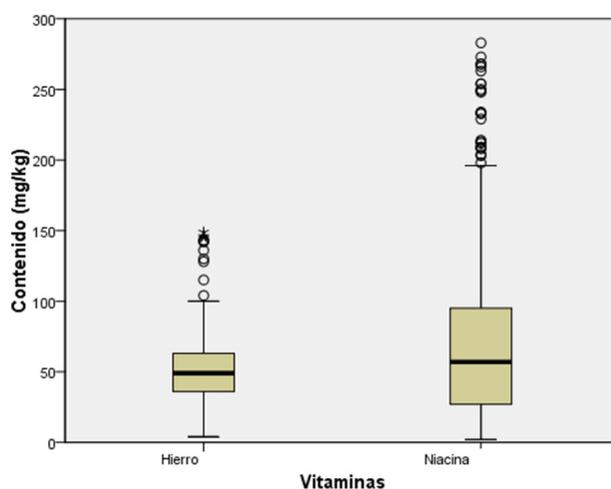
## Adecuación del contenido de micronutrientes en harinas en Paraguay

**Tabla 4.** Niveles de enriquecimiento de hierro y vitaminas (mg/kg) observados en las muestras de harina de trigo, estratificados por año

Niveles de enriquecimiento	2015*		2016†		2017‡		2018§		2019		Total	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
<b>Hierro</b>												
Adecuado	106	67,9	16	69,6	53	56,4	74	69,8	78	50,3	327	61,2
Insuficiente	50	32,1	7	30,4	41	43,6	32	30,2	77	49,7*,§	207	38,8
<b>Total hierro</b>	<b>156</b>	<b>100</b>	<b>23</b>	<b>100</b>	<b>94</b>	<b>100</b>	<b>106</b>	<b>100</b>	<b>155</b>	<b>100</b>	<b>534</b>	<b>100</b>
<b>Ácido fólico</b>												
Adecuado	20	14	2	9	--	--	60	75*, †,	14	9	96	24
Insuficiente	126	86§	21	91§	--	--	20	25	140	91, §	307	76
<b>Total ácido fólico</b>	<b>146</b>	<b>100</b>	<b>23</b>	<b>100</b>	<b>--</b>	<b>100</b>	<b>80</b>	<b>100</b>	<b>154</b>	<b>100</b>	<b>403</b>	<b>100</b>
<b>Niacina</b>												
Adecuado	75	48	0	0	--	--	90	89*,	92	92	257	68
Insuficiente	81	52 §,	23	100*, §,	--	--	11	11	8	8	123	32
<b>Total Niacina</b>	<b>156</b>	<b>100</b>	<b>23</b>	<b>100</b>	<b>--</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>380</b>	<b>100</b>
<b>Tiamina</b>												
Adecuado	52	33	5	22	--	--	50	50†,	6	6	113	30
Insuficiente	104	67§	18	78	--	--	51	50	94	94	267	70
<b>Total tiamina</b>	<b>156</b>	<b>100</b>	<b>23</b>	<b>100</b>	<b>--</b>	<b>100</b>	<b>101</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>380</b>	<b>100</b>
<b>Riboflavina</b>												
Adecuado	33	22	3	13	--	--	84	83*, †,	12	12	132	35
Insuficiente	116	78§,	20	87§	--	--	17	17	88	88	241	65
<b>Total riboflavina</b>	<b>149</b>	<b>100</b>	<b>23</b>	<b>100</b>	<b>--</b>	<b>--</b>	<b>101</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>373</b>	<b>100</b>

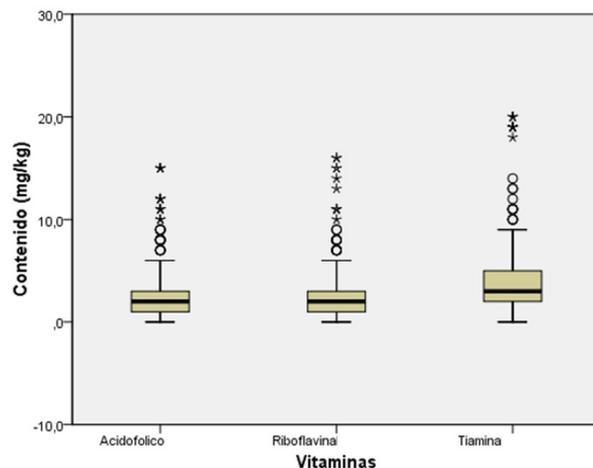
Nota. \*, †, ‡, §, | indica que se presentaron diferencias significativas, según el test de proporciones, en las celdas señaladas en relación con la variable "año". Valor p considerado como significativo < 0,05.

Las celdas con -- indican que durante dicho año no se tomaron muestras de harina.



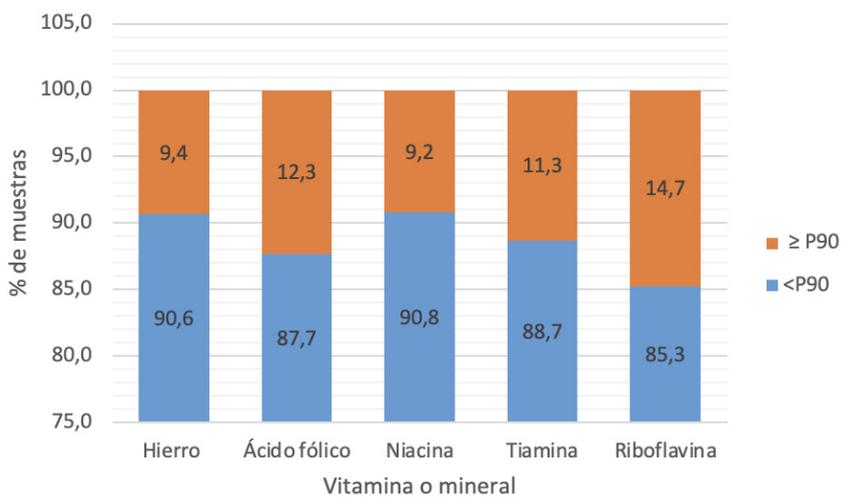
**Figura 2.** Distribución de las concentraciones de hierro y niacina (mg/kg) halladas en las muestras de harina de trigo.

Nota. hierro n = 534, niacina n = 380.



**Figura 3.** Distribución de las concentraciones de ácido fólico, riboflavina y tiamina (mg/kg) halladas en las muestras de harina de trigo.

Nota. Ácido fólico n = 403, riboflavina n = 373, tiamina = 380.



**Gráfico 1.** Porcentaje de muestras de harina con valores de enriquecimiento superiores e inferiores al percentil 90.

Nota. Percentiles 90 para hierro, ácido fólico, niacina, tiamina y riboflavina: 76, 5, 169, 7 y 5 mg/kg, respectivamente.

## DISCUSIÓN

A lo largo del periodo 2015-2019, la mayor cantidad de muestras fue recolectada en plantas elaboradoras de harina de trigo (n = 471; 87,2 % de las muestras) y la región de Caaguazú (n = 268, 50 %) fue la región en la que se tomó la mayor

cantidad de muestras a lo largo del periodo mencionado.

Al analizar las muestras que presentaron concentraciones adecuadas e insuficientes a lo largo de los años, se observó una reducción en los niveles adecuados desde el 2018 en adelante. En el caso del hierro, se presentó una reducción significativa

## Adecuación del contenido de micronutrientes en harinas en Paraguay

en el número de muestras con concentraciones adecuadas ( $\geq 45$  mg/kg) durante el 2019 (50 %) en relación con lo hallado durante el 2015 (68 %). En un año (del 2018 al 2019) se produjo una reducción significativa en el número de muestras con cantidades adecuadas de hierro (70 % vs. 50 %, respectivamente).

En el caso del ácido fólico en harina ( $\geq 3$  mg/kg), durante el 2018 (75 %) aumentó significativamente la cantidad de muestras con concentraciones adecuadas, en relación con las muestras halladas durante el 2015 y 2016 (14 y 9 %, respectivamente), es decir, se produjo una mejora significativa. Sin embargo, durante el 2019 (9 %) se redujo significativamente la cantidad de muestras con concentraciones adecuadas respecto a lo encontrado durante el 2018 (75 %). Con respecto a las concentraciones insuficientes de ácido fólico, durante el 2018 (25 %) se halló que la cantidad de muestras con concentraciones  $< 3$  mg/kg fueron significativamente menores que las halladas en el 2015 y el 2016 (86 y 91 %, respectivamente), es decir, se produjo una mejora significativa. Se observó un aumento significativo en las muestras con cantidades insuficientes durante el 2019 (91 %) en relación con lo hallado durante el 2018 (25 %).

En el caso de la niacina ( $\geq 35$  mg/kg), aumentó significativamente la cantidad de muestras con concentraciones adecuadas al comparar los valores entre el 2015 y el 2018; la misma situación se dio con las muestras del 2019 en relación con las del 2018. Consecuente a este hallazgo, se redujo la cantidad de muestras con concentraciones insuficientes entre el 2015 y el 2018 (52 vs. 11 %), el 2015 y el 2019 (52 vs. 8 %), y los valores del 2016 (la totalidad de las muestras presentaron valores insuficientes) en relación con lo hallado durante 2015, 2018 y 2019.

Con respecto a la tiamina, se produjo una reducción significativa en la cantidad de muestras con cantidades adecuadas ( $\geq 4,5$  mg/kg) entre el 2015 y el 2019 (33 a 6 %), el 2018 y el 2019 (50 a 6 %); sin embargo, se presentó una mejora significativa entre el 2016 y el 2018 (22 vs. 50 %). Se observó una reducción significativa entre el 2015 y el 2018 (67 a 50 %) en las muestras con concentraciones insuficientes, es decir, se produjo una mejora en la situación de yodación.

Las concentraciones adecuadas de riboflavina ( $\geq 2,5$  mg/kg) disminuyeron significativamente durante el 2019, en comparación con los valores hallados durante el 2015, situación a la que se debe prestar atención. Durante el 2018, aumentaron significativamente las muestras con cantidades adecuadas de riboflavina en relación con los valores hallados en el 2015, 2016 y 2019. Cabe resaltar que entre el 2015 y el 2019 se redujeron significativamente las muestras con concentraciones insuficientes de riboflavina.

La Resolución S.G. N.º 27/2002 establece las cantidades mínimas de micronutrientes que deben adicionarse a las harinas por cada kilogramo de producto. En el presente estudio, el 61, 30, 67, 30 y 35 % de las muestras de harinas presentaron concentraciones adecuadas de hierro, ácido fólico, niacina, tiamina y riboflavina, respectivamente. Considerando la preocupación que se genera por la gran cantidad de muestras con concentraciones insuficientes de ácido fólico, tiamina y riboflavina, se analizó la distribución por percentil de concentraciones encontradas para cada micronutriente (dado que la mencionada resolución solo establece los valores mínimos recomendados). Las cantidades de hierro y niacina halladas en las muestras contemplaban las recomendaciones mínimas establecidas (medianas de 45 y 35 mg/kg, respectivamente). Para los demás micronutrientes, la

mediana hallada no fue suficiente para cumplir con las concentraciones mínimas recomendadas.

Si bien se presentó una gran cantidad de muestras con cantidades insuficientes de ácido fólico y riboflavina (76 y 70,3 %, respectivamente), no puede soslayarse la cantidad de muestras con valores superiores al percentil 90 (12,3 % y 14,7 % de las muestras). Este hallazgo derivó en analizar la cantidad de muestras con valores *exageradamente altos*. En este sentido, se observó una gran cantidad de muestras con valores atípicos (*outliers*) que se presentaron para el ácido fólico, la niacina, la tiamina y la riboflavina, situación que no debe ignorarse.

En la literatura actual se refiere que una mayor disponibilidad de alimentos enriquecidos ha generado preocupación a nivel internacional, dado que no todos los grupos etarios se benefician por una ingesta alta de micronutrientes. La relación entre el riesgo de cáncer y la dosis de ácido fólico aparentemente presenta una forma de U. Otras investigaciones resaltan situaciones en las cuales puede verse enmascarada la presencia de anemia perniciosa ante una baja dosis de vitamina B12 (10). Se describen además anemia y alteraciones neurológicas en ancianos con ingestas elevadas de folatos. La mayor probabilidad de exceder la ingesta máxima tolerable o *upper level* (UL) se podría dar cuando existen niveles de enriquecimiento/fortificación superiores a los establecidos en las normativas nacionales o internacionales, o por mayor consumo de suplementos o alimentos fortificados/enriquecidos (20). A fin de evitar el enriquecimiento con niveles excesivos de hierro y vitaminas, a partir del 2020 el INAN consideró necesario actualizar la Resolución 27/2002. Se derogó la Resolución 27/2002 por la Resolución S.G N.º 886/2021, que establece rangos con contenidos mínimos y máximos de hierro y vitaminas.

Los programas de fortificación de la harina deben incluir métodos adecuados de garantía y control de la calidad en los molinos, además de la supervisión, desde el punto de vista normativo y de la salud pública, del contenido nutricional de los alimentos fortificados y una evaluación de impacto de las estrategias de fortificación sobre la salud y la nutrición (12). Por esta razón, sería fundamental contar con investigaciones que evalúen el consumo de productos alimentarios cuyo ingrediente principal sean las harinas (como los panificados), con encuestas de alimentación representativas a nivel nacional, junto con las determinaciones bioquímicas de estos micronutrientes, a fin de establecer no solo si las cantidades de micronutrientes encontradas en las harinas son suficientes para cumplir con los objetivos nutricionales de la población, sino también para evaluar el riesgo de superar las ingestas máximas tolerables (UL).

Una fortaleza de esta investigación es que, según la investigación de Pachón H. (21), son escasos los países que demuestran desarrollar la fortificación de granos básicos de una manera confiable y continua; falta un monitoreo regular, con resultados disponibles públicamente. La autora menciona que se pueden citar pocos ejemplos de publicaciones puntuales en países como Guatemala, Palestina y Chile de los resultados del seguimiento de estos programas nacionales. Esta investigación, realizada en Paraguay, servirá de insumo para otros investigadores que busquen estudiar los avances en la fortificación de harina de trigo a nivel global.

Como limitaciones de la presente investigación puede mencionarse que, si bien la selección de las muestras se hizo al azar, el muestreo no es representativo de todas las empresas elaboradoras y fraccionadoras de harinas a nivel país, por lo que no es posible generalizar los resultados (validez externa). Sin embargo, los hallazgos son muy importantes, pues reflejan parte de la situación

## Adecuación del contenido de micronutrientes en harinas en Paraguay

encontrada durante el proceso de monitoreo de las plantas de harinas. Otra limitación fue la falta de suficientes reactivos a lo largo del periodo de análisis, reactivos con los que se podría haber analizado la totalidad de las muestras recolectadas a lo largo del periodo 2015-2019 (n = 340).

### CONFLICTO DE INTERESES

No se manifestó ningún conflicto de intereses en los miembros del grupo que realizaron la investigación.

### FINANCIACIÓN

La investigación no contó con financiación por parte de fuentes externas ni patrocinadores.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los técnicos de la Dirección de Laboratorio de Alimentos del INAN por su participación en el proceso de análisis de muestras.

## Referencias

1. MSPBS. Decreto 20830/1998. Asunción, Paraguay: Presidencia de la República; 1998.
2. Petraglia F, Dolmans MM. Iron deficiency anemia: Impact on women's reproductive health. *Fertil Steril*. 2022;118(4):605-6. <https://doi.org/10.1016/j.fertnstert.2022.08.850>
3. Means R. Iron deficiency and Iron deficiency anemia: Implications and impact in pregnancy, fetal development, and early childhood parameters. *Nutrients*. 2020;12(2):447. <https://doi.org/10.3390/nu12020447>
4. Cappellini M, Musallam K, Taher A. Iron deficiency anaemia revisited. *J Intern Med*. 2020;287(2):153-70. <https://doi.org/10.1111/joim.13004>
5. Galeano F, Sanabria G, Sanabria M, Kawabata A, Aguilar G, Estigarribia G, et al. Prevalencia de anemia en niños de 1 a 4 años de edad en Asunción y Central, Paraguay 2017. *Pediatr*. 2021;48(2):120-6. <https://doi.org/10.31698/ped.48022021006>
6. Achon F, Cabral L, Vire F, Zavala B. Prevalencia de anemia en la población pediátrica de una comunidad rural del Paraguay y su asociación con el estado nutricional. *ANACEM (impresa)*. 2013;7(1):7-11.
7. Echagüe G, Sosa L, Díaz V, Funes P, Ruiz I, Pistilli N, et al. Anemia en niños indígenas y no indígenas menores de 5 años de comunidades rurales del Departamento de Caazapá. *Pediatr (Asunción)*. 2013;40(1):19-28.
8. Díaz V, Echagüe G, Paéz M, Mendoza L, Mongelós P, Castro A, et al. Anemia y deficiencia de hierro en mujeres indígenas del Departamento de Presidente Hayes, Paraguay, 2010-2011. *Rev Chil Salud Pública*. 2015;19(3):261-9. <https://doi.org/10.5354/0719-5281.2015.37637>
9. Díaz V, Funes P, Echagüe G, Sosa L, Ruiz I, Zenteno J, et al. Estado nutricional-hematológico y parasitosis intestinal de niños escolares de 5 a 12 años de cuatro localidades rurales de Paraguay. *Mem Inst Investig Cienc Salud*. 2018;16(1):26-32. [https://doi.org/10.18004/mem.iics/1812-9528/2018.016\(01\)26-032](https://doi.org/10.18004/mem.iics/1812-9528/2018.016(01)26-032)
10. Czeizel A, Dudás I, Vereczkey A, Bánhidly F. Folate deficiency and folic acid supplementation: the prevention of neural-tube defects and congenital heart defects. *Nutrients*. 2013;5:4760-75. <https://doi.org/10.3390/nu5114760>
11. van Gool J, Hirche H, Lax H, De Schaepdrijver L. Folic acid and primary prevention of neural tube defects: a review. *Reprod Toxicol*. 2018;80:73-84. <https://doi.org/10.1016/j.reprotox.2018.05.004>
12. OMS. Recomendaciones sobre la fortificación de las harinas de trigo y de maíz. Informe de reunión: declaración de consenso provisional. 2009.

13. Field M, Mithra P, Peña-Rosas J. Wheat flour fortification with iron and other micronutrients for reducing anaemia and improving iron status in populations. *Cochrane Database Syst Rev* . 2021;(1). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011302.pub3>
14. da Silva Lopes K, Yamaji N, Rahman M, Suto M, Takemoto Y, Garcia-Casal M, et al. Nutrition-specific interventions for preventing and controlling anaemia throughout the life cycle: an overview of systematic reviews. *Cochrane Database Syst Rev* . 2021;(9). <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013092.pub2>
15. Sadighi J, Nedjat S, Rostami R. Systematic review and meta-analysis of the effect of iron-fortified flour on iron status of populations worldwide. *Public Heal Nutr* . 2019;(18):3465-84. <https://doi.org/10.1017/S1368980019002179>
16. Hurrell R. Ensuring the efficacious iron fortification of foods: A tale of two Barriers. *Nutrients*. 2022;14(8):1609. <https://doi.org/10.3390/nu14081609>
17. MSPBS. Resolución S. G. N° 886. Asunción, Paraguay: Poder Ejecutivo, Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social; 2021.
18. Day R, Underwood A. *Química Analítica Cuantitativa*. 5.ª ed. Pearson Prentice Hall; 1965, 469-474 pp.
19. Method AOAC 985.35-1988. Minerals in infant formula, enteral products, and pet foods. Atomic absorption spectrophotometric method. AOAC International; 1988.
20. Castillo C, Tur J, Uauy R. Fortificación de la harina de trigo con ácido fólico en Chile. Consecuencias no intencionadas. *Rev Med Chile*. 2010;138:832-40. <https://doi.org/10.4067/S0034-98872010000700007>
21. Pachón H. Avances en la fortificación de harina de trigo a nivel global. *An Venez Nutr*. 2014;27(1): 31-39. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0798-07522014000100007&Ing=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-07522014000100007&Ing=es)