

Deficiencias de cobre, hierro y zinc en niños menores de 5 años

Copper, iron and zinc deficiencies in children under 5 years of age

Gabriela Sanabria¹ , Gladys Estigarribia² , Cristel Kennedy² , Gloria Aguilar² , Fernando Galeano¹ , Marta Sanabria¹ , Aníbal Kawabata¹ , Iris Vuyk³ , Sergio Muñoz⁴ , Fernando Pizarro⁵ 

¹Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA). Facultad de Ciencias Médicas. Coronel Oviedo, Paraguay.

²Universidad Nacional de Caaguazú (UNCA). Instituto Regional de Investigación en Salud (IRIS). Coronel Oviedo, Paraguay.

³Universidad Nacional del Este (UNE). Facultad de Medicina. Centro de Investigaciones Médicas (CIM). Minga Guazú, Paraguay.

⁴Universidad de la Frontera (UFRO). Temuco, Chile.

⁵Universidad de Chile. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Santiago, Chile.

RESUMEN

Introducción: La determinación de niveles séricos de micronutrientes de los niños menores de 5 años, es un requerimiento básico para establecer la prevalencia de deficiencias nutricionales de la población infantil y es una estrategia útil para incentivar a Salud Pública para que tome medidas en cuanto a aplicación y/o modificación de las Políticas Alimentarias Nacionales. **Objetivo:** Determinar los niveles séricos de cobre, hierro y zinc en niños paraguayos menores de 5 años. **Materiales y Métodos:** Estudio observacional, descriptivo y de corte transversal. Se procesaron las muestras de sangre de 1.441 niños menores de 5 años de edad que provenían de los Departamentos de Alto Paraná, Caaguazú, Central y de la capital de Paraguay. Se realizaron hemogramas y se determinaron las concentraciones séricas de albúmina, cobre, ferritina y zinc, de todas las muestras. **Resultados:** Los niños tuvieron una edad promedio de 3 años y 3 meses, fueron 52,74% de sexo masculino y 47,26% de sexo femenino. La prevalencia de anemia fue de 45,25% y la prevalencia de hipoalbuminemia fue de 20,65%. Se detectaron deficiencias de cobre en 14,03%, de ferritina en 6,98% y de zinc en 43,62%, de los niños. **Conclusión:** Los resultados de este estudio avalan la necesidad de ampliar la cobertura del Programa Alimentario Nutricional

ABSTRACT

Introduction: The determination of serum levels of micronutrients in children under 5 years of age is a basic requirement to establish the prevalence of nutritional deficiencies in the child population and is a useful strategy to encourage Public Health agencies to take steps regarding application and/or modification of National Food Policies. **Objective:** To determine the serum levels of copper, iron and zinc in Paraguayan children under 5 years of age. **Materials and Methods:** This was an observational, descriptive and cross-sectional study. Blood samples from 1,441 children under 5 years of age who came from the Departments of Alto Paraná, Caaguazú, Central and the capital of Paraguay were processed. Complete blood counts were performed and the serum concentrations of albumin, copper, ferritin and zinc were determined in all samples. **Results:** The children in this study had an average age of 3 years and 3 months, they were 52.74% male and 47.26% female. The prevalence of anemia was 45.25% and the prevalence of hypoalbuminemia was 20.65%. Copper deficiencies were detected in 14.03%, ferritin in 6.98% and zinc in 43.62% of the children. **Conclusion:** The results of this study support the need to expand the coverage of the Comprehensive Nutritional Food Program (PANI program), to consider

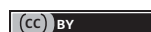
Correspondencia: Cristel Iona Kennedy Cuevas **correo:** cristelkennedy@gmail.com

Conflicto de interés: Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Financiamiento: Este estudio fue financiado por el Consejo Nacional de Tecnología y Ciencia (CONACYT), mediante el Programa PROCIENCIA, con los recursos económicos del Fondo para la Excelencia de la Educación y la Investigación (FEEI).

Recibido: 12/07/2022 **Aceptado:** 25/11/2022

Doi: <https://doi.org/10.31698/ped.49032022005>



Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons CC-BY 4.0

Integral (PANI), de plantearse si se deben ajustar las cantidades de minerales y vitaminas de la fórmula nutricional del Programa y de mejorar el seguimiento de los controles prenatales de las madres.

Palabras claves: Salud Pública, micronutrientes, cobre, hierro, zinc, anemia.

INTRODUCCIÓN

El cobre, el hierro y el zinc, son micronutrientes esenciales para la salud y el adecuado desarrollo infantil.

El cobre es esencial, debido a que interviene en la función enzimática de la respiración celular, síntesis de neurotransmisores, maduración hormonal, y producción de diversos compuestos⁽¹⁾.

Por otro lado, el hierro es de vital importancia, porque se encarga de funciones como; el transportar oxígeno, la síntesis de ADN, la transferencia de electrones, la acción como cofactor enzimático y otras reacciones bioquímicas⁽²⁾.

En cuanto al zinc, este mineral es esencial, puesto que tiene implicancia en el crecimiento corporal, el desarrollo del cerebro y en la respuesta eficaz del sistema inmune, entre otras funciones⁽³⁾.

Los bajos niveles séricos de estos tres micronutrientes en niños menores de 5 años, son capaces de generar déficit del crecimiento, alteraciones óseas, deterioro de la respuesta inmune, trastornos cardiacos, anemias y alteraciones a nivel cognitivo⁽¹⁻³⁾.

Además, la deficiencia de micronutrientes en menores de 5 años representa un problema para Salud Pública, ya que en América Latina se han reportado altas prevalencias de déficit de zinc y de hierro en dicho grupo etario⁽³⁾.

Determinar los niveles séricos de minerales de los niños menores de 5 años es un requerimiento básico para establecer la prevalencia de las deficiencias de micronutrientes en la población infantil y es una estrategia útil para incentivar a que el Ministerio de

whether the amounts of minerals and vitamins in the Program's nutritional formula should be adjusted, and to improve prenatal care.

Keywords: Public Health, micronutrients, copper, iron, zinc, anemia.

Salud Pública y Bienestar Social (MSPBS) tome medidas de intervención, como la aplicación y/o modificación de programas de suplementación y/o enriquecimiento de alimentos a nivel Nacional.

En base a lo anterior, el objeto de este estudio fue analizar las concentraciones séricas de cobre, hierro y zinc, para reportar la prevalencia de deficiencia de micronutrientes, en niños menores de 5 años de Paraguay.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño

Estudio observacional, descriptivo y de corte transversal.

Tamaño de muestra: El tamaño poblacional fue calculado en base a la población de niños menores de 5 años registrada por la Dirección General de Estadística, Encuestas y Censo (DGEEC), que fue de un total 704.285 niños para el año 2017. El tamaño resultante fue de 1.441 niños, la proporción esperada de 45%, el IC del 95%, la precisión del 3%, con un efecto de diseño de 1.4.

Muestra: Se tomaron muestras de sangre de niños de ambos sexos de entre 1 año y 4 años y 11 meses, procedentes de la ciudad de Asunción y de las ciudades de los Departamentos Central, Caaguazú y Alto Paraná, durante el año 2018.

Se reclutaron 1.441 niños (760 varones y 681 mujeres) de áreas de consultorio pediátrico y vacunatorio de Hospitales Públicos, con salud en su historial médico (sin patologías de base ni cuadros de enfermedades agudas) y sin consumo de suplementos minerales

durante el mes previo a la toma de muestras sanguíneas.

Entrevista previa: Se realizó una entrevista previa a los padres o tutores legales de los niños que formaron parte del estudio. La entrevista constaba de una evaluación clínica (encuesta de salud) y de una evaluación socio-demográfica (encuesta socioeconómica - Graffar modificado).

Toma de muestra: Posterior a la entrevista se tomaron las muestras de sangre a cada niño (con 8 a 12 horas de ayuno previo), siendo una parte de la muestra para las determinaciones de zinc, ferritina, cobre; y otra parte, para un análisis adicional bioquímico (albúmina y hemograma).

Transporte de muestras: Las muestras de sangre fueron recogidas en ayunas por punción venosa en tubos heparinizados. El plasma fue dividido en alícuotas en tubos Eppendorf de 200uL pre-etiquetados y mantenidos a -20°C en cada centro de salud, antes de enviarse en conservadoras con hielo seco, al laboratorio en donde se procesaron las muestras y se volvieron a re almacenar a -70°C, posterior al análisis.

Análisis bioquímico

Las muestras se procesaron en el Laboratorio del Instituto de Investigación en Salud (IRIS) y Laboratorio del Centro de Investigaciones Médicas (CIM).

Determinación de valores hematimétricos: Las determinaciones de valores de la serie roja del hemograma (hemoglobina, hematocrito, eritrocitos e índices hematimétricos), se realizaron en un Contador Hematológico (HumaCount30^{TS}, Human Diagnostics Worldwide). Se utilizó sangre total colectada en un tubo Vacutainer con EDTA como anticoagulante para 1 ml de sangre (tapa color lila, tamaño pequeño). Inmediatamente después de obtenida la muestra de sangre se agitó suavemente por inversión o en agitador mecánico suave, por al menos 5 minutos, hasta asegurar la mezcla sangre-anticoagulante. Luego de agitada la muestra se colocó directamente en la aguja de aspiración del equipo que toma 25ul de sangre y en forma automática realiza las distintas diluciones hasta

entregar los resultados impresos en un formulario estándar.

Determinación de albúmina: la prueba fotométrica colorimétrica para albúmina se determinó en un fotómetro de filtro marca Biosystems modelo BTS 350. La reacción del verde de bromocresol forma con la albumina en buffer de citrato un complejo coloreado, la absorbancia de este complejo es directamente proporcional a la concentración de albumina en la muestra.

Se utilizó plasma obtenido desde una muestra de sangre colectada en un tubo vacutainer con EDTA de 2,5 ml (tapa color lila, tamaño grande), centrifugado a 2500 rpm por 5-10 minutos, el plasma debió estar libre de hemólisis y turbidez. Las muestras de plasma se guardaron en tubos Eppendorf de 1,5 ml hasta 7 días a 2-8°C, en tiempos más prolongados congelar a -25°C.

Para el ensayo se pipeteó 10 µl de muestra/estándar más 1000 µl de reactivo (RGT listo para usar), luego se mezcló e incubó por 5 minutos a 20-25°C, midiendo la absorbancia frente al blanco del reactivo a una longitud de onda de 560 nm. Los resultados de concentraciones de albúmina fueron calculados por el equipo expresados en g/dl.

Determinación de ferritina: La ferritina se determinó por el método inmuno-enzimático en una etapa, con una detección final mediante fluorescencia (ELFA), en el equipo mini-Vidas de Bio Mérieux. Todas las etapas de la prueba se realizaron automáticamente en el sistema. Consiste en una sucesión de ciclos de aspiración/expulsión del medio reactivo, cuya fluorescencia emitida se mide a 450 nm. El valor de la señal de fluorescencia es proporcional a la concentración del antígeno específico, presente en la muestra.

Se utilizó plasma obtenido desde una muestra de sangre colectada en un tubo vacutainer con EDTA de 2,5 ml (tapa color lila, tamaño grande), centrifugado a 2500 rpm por 5-10 minutos, el plasma debieron estar libre de hemólisis y turbidez. Las muestras de plasma fueron guardadas en tubos Eppendorf de 1,5 ml de capacidad a -20°C hasta su procesamiento. Los reactivos a ser utilizados se dejaron a temperatura

ambiente durante 30 minutos antes de su empleo, se utilizaron un cartucho "FER" y un cono "FER" para cada muestra, control y calibrador. La prueba se identificó por el código "FER" en el sistema, el calibrador como S1 por duplicado y el control como "C1" y las muestras con sus respectivos códigos. La cantidad de muestra, calibrador y control fue de 100 µl. Al final de la prueba, el instrumento calculará los resultados automáticamente con relación a una curva de calibración memorizada, y después los imprimió en 30 minutos aproximadamente, expresados en ng/ml.

Determinación de cobre y zinc sérico: El cobre y zinc séricos se midieron por absorción atómica (Thermo Scientific, modelo iCE 3000 series, AA Spectrometer). Se utilizó plasma obtenido desde una muestra de sangre colectada en un tubo Vacutainer con EDTA de 2,5 ml de capacidad (tapa lila tamaño grande), el plasma debió de estar libre de hemólisis y turbidez y ser separado antes de una hora después de tomada la muestra de sangre.

Una alícuota de plasma fue guardada en criotubos de 1,5 ml de capacidad a -20°C hasta su procesamiento.

Las muestras se leyeron contra un estándar de concentración conocida (1ug/ml) preparado a partir de una solución comercial diseñada específicamente para absorción atómica (J.T. Baker). Esta solución se preparó fresca cada 15 idas y se conservó refrigerada, llevándola a temperatura ambiente antes de su utilización. Volumen de muestra: Cu 50ul, Zn: 250 ul; total=300ul.

Interpretación de resultados

Para detectar la anemia se consideraron los parámetros recomendados por la OMS para niños menores de 5 años, siendo las concentraciones de hemoglobina inferiores a 11 compatibles con anemia⁽⁴⁾.

Para evaluar los niveles de deficiencia de micronutrientes se tomaron en cuenta los parámetros del Atlas de Hematología, siendo los valores séricos de referencia cobre 0,82 - 2,80 ug/mL, ferritina 7 a 142 ug/mL y zinc 0,78 - 2,51 ug/mL⁽⁵⁾.

Análisis estadístico

Toda la información fue recopilada en una hoja electrónica Excel y los datos se exportaron para su análisis estadístico, al software STATA 14.

Consideraciones éticas

El protocolo de este estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto Nacional de Medicina Tropical y fue evaluado por los comités científicos de la Universidad Nacional de Caaguazú y la Universidad Nacional de Minga Guazú, antes de la ejecución.

A los tutores legales de los niños se les informó verbalmente y por escrito sobre los objetivos y procedimientos del estudio, y posteriormente firmaron un documento de consentimiento informado.

RESULTADOS

Se procesaron los datos de un total de 1.441 niños menores de 5 años, de los cuales 760 niños (52,74%) eran de sexo masculino y 681 eran de sexo femenino. La edad promedio fue de 3 años y 3 meses. De los niños 31,99% tenía entre 4 y <5 años, el 25,4% tenía de 3 a <4 años, 23,66% tenía entre 2 y <3 años y 18,95% de 1 a <2 años. Del total de niños, 1.360 eran nacidos a término y 1.358 recibieron lactancia materna. El peso promedio de los niños fue de 3.250gr, la hemoglobina promedio de los niños fue de 12,2g/dL (6-17,5 g/dL), el hematocrito promedio fue de 37,2% (20,8-49%), la albúmina sérica promedio fue de 4,4 g/dL (3,0-6,6 g/dL), el cobre sérico promedio fue de 0,88 ug/dL (0,3-2,63 ug/dL), el hierro sérico promedio fue de 34,87ug/dL (1,4-41,9 ug/dL) y el zinc sérico promedio fue de 1,15ug/mL(0,3-2,6 ug/dL). Tabla 1.

La procedencia de los niños fue 30,95% del Departamento Central, 24,98% de la capital del país (Asunción), 22,14% del Departamento de Alto Paraná y 21,93% del Departamento de Caaguazú. Figura 1.

Del total de niños, 1.410 (98%) no eran indígenas y 31 (2%) eran indígenas. De los 31 niños indígenas, 28 eran de Alto Paraná, 2 eran de Caaguazú y 1 era de Central.

El 54,75% de los niños presentaron hemograma normal y 45,25% de los niños presentaron valores de serie roja compatibles con anemia (IC: 95% 42,52 - 47,99).

Además, 79,25% de los niños poseían albúmina sérica en rango normal y 20,65% de los niños tuvieron hipoalbuminemia.

Referente a los niveles séricos de Cobre, Ferritina y Zinc, 1.239 niños (85,95%) presentaron niveles séricos normales de cobre y 202 niños (14,03%) presentaron deficiencia de cobre (IC: 95% 12,20 - 15,85), 1.340 niños (93,02%) presentaron niveles séricos normales de ferritina y 101 niños (6,98%) presentaron déficit de ferritina (IC: 95% 5,56 - 8,32), y 812 niños (56,38%) presentaron niveles séricos normales de zinc y 629 niños (14,03%) presentaron deficiencia de zinc (IC: 95% 41,02 - 46,23). Tabla 2.

Acorde al grupo etario, las deficiencias de cobre se presentaron en 42 niños (20,79%) de 1 a < 2 años, 40 niños (19,80%) de 2 a < 3 años, 51 niños (25,25%) de 3 a < 4 años y 69 niños (34,16%) de 4 a < 5 años.

Las deficiencias de ferritina se presentaron en 40 niños (39,60%) de 1 a < 2 años, 36 niños (35,64%) de 2 a < 3 años, 12 niños (11,88%) de 3 a < 4 años y 13 niños (12,87%) de 4 a < 5 años.

Las deficiencias de zinc se presentaron en 129 niños (20,51%) de 1 a < 2 años, 148 niños (23,53%) de 2 a < 3 años, 149 niños (23,69%) de 3 a < 4 años y 203 niños (32,27%) de 4 a < 5 años Tabla 3.

Según la procedencia, las deficiencias de cobre se presentaron en 80 niños (39,6%) de Alto Paraná, 95 niños (47,03%) de Caaguazú, 15 niños (7,43%) de Central y en 12 niños (5,94%) de Asunción.

Las deficiencias de ferritina se presentaron en 28 niños (27,72%) de Alto Paraná, 14 niños (13,86%) de Caaguazú, 14 niños (13,86%) de Central y en 38 niños (37,62%) de Asunción.

Las deficiencias de zinc se presentaron en 204 niños (32,43%) de Alto Paraná, 93 niños (14,79%) de Caaguazú, 201 niños (31,96%) de Central y en 131 niños (20,83%) de Asunción. Tabla 3.

Tabla 1. Caracterización de los niños menores de 5 años (n= 1.441).

DATOS PERSONALES		
Variable	Valor	
Edad (promedio)	3 años y 3 meses	
Sexo masculino (n/%)	760 (52,74%)	
Sexo femenino (n/%)	681 (47,26%)	
Peso al nacer (promedio)	3.250g	
Nacidos a término (n/%)	1.360 niños (94,37%)	
Lactancia materna (n/%)	1.358 niños (94,324%)	
Tiempo de lactancia (promedio)	12 meses	
DATOS BIOQUÍMICOS		
Variable	Promedio ± DE	Valor Mín/Máx
Hemoglobina	12,2 ± 1,15	6-17,5
Hematocrito	36,8 ± 2,7	20,8-49
Albúmina	4,4 ± 0,39	3,0-6,6
Cobre	0,88 ± 0,27	0,3-2,63
Hierro	34,87 ± 32,85	1,4-41,9
Zinc	1,15 ± 0,39	0,3-2,6

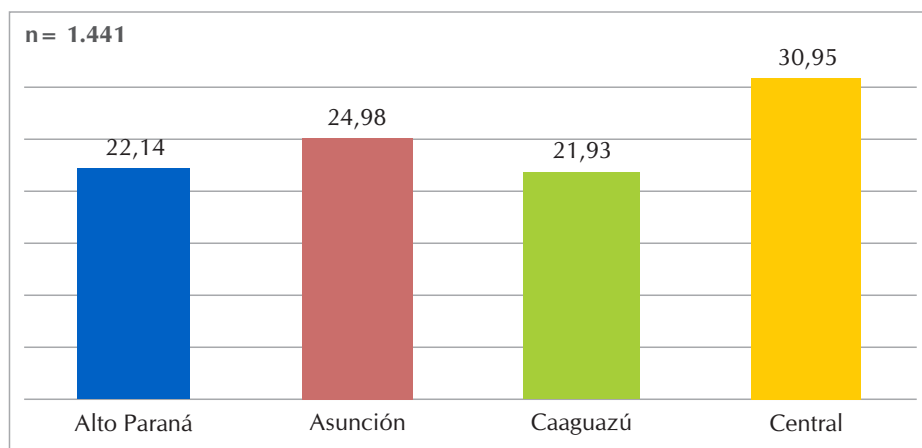


Figura 1. Procedencia de los niños menores de 5 años (%).

Tabla 2. Niveles de cobre, ferritina y zinc de niños menores de 5 años (n=1.441).

Micronutrientes	NIÑOS SIN DÉFICIT		NIÑOS CON DÉFICIT	
	n	%	n	%
Cobre	1239	85,97	202	14,03
Ferritina	1340	93,02	101	6,98
Zinc	812	56,38	629	43,62

Tabla 3. Deficiencias de cobre, ferritina y zinc de los niños menores de 5 años, según edad y procedencia (n=1.441).

N = 1440	DEFICIENCIAS					
	Deficiencia de cobre		Deficiencia de Ferritina		Deficiencia de zinc	
Edad agrupada	n = 202	%	n = 101	%	n = 629	%
1 a < 2 años	42	20,79	40	39,60	129	20,51
2 a < 3 años	40	19,80	36	35,64	148	23,53
3 a < 4 años	51	25,25	12	11,88	149	23,69
4 a < 5 años	69	34,16	13	12,87	203	32,27
Departamento						
Alto Paraná	80	39,60	28	27,72	204	32,43
Asunción	12	5,94	38	37,62	131	20,83
Caaguazú	95	47,03	14	13,86	93	14,79
Central	15	7,43	21	20,79	201	31,96

DISCUSIÓN

La determinación de los niveles séricos de micronutrientes en los niños menores es un paso indispensable para decidir si se deben tomar medidas de intervención, para mejorar la salud de la población infantil.

Acorde a las clasificación de la OMS, de la importancia de la prevalencia de anemia para la Salud Pública, la cifra hallada en este estudio (45,25%) es considerada de importancia Severa para Salud Pública, ya que supera el 40% de la población estudiada⁽⁴⁾.

En Paraguay, los reportes de prevalencias de anemia anteriores señalan que los casos de anemia son mucho más frecuentes en las zonas rurales que en las zonas urbanas. Puesto que un estudio realizado con niños indígenas menores de 5 años de zonas rurales del Departamento de Caazapá halló 74,4% de anemia en el año 2013, pero un trabajo hecho con niños no indígenas menores de 5 años provenientes de zonas urbanas del Departamento Central y de la capital encontró 11,7% de anemia en el año 2017^(6,7). Aunque la causa más frecuente de anemia a nivel mundial es el déficit de hierro, en este estudio se halló 6,98% de niveles bajos de ferritina, lo cual sugiere que se debe considerar causas de anemia alternativas como deficiencia de ácido fólico, deficiencia de vitamina B12, parasitosis y/o talasemias⁽⁸⁾.

Por otra parte, respecto a la prevalencia de deficiencias de cobre y zinc en países de Latino América, se destaca una investigación hecha en Venezuela con niños de 6 a 12 años que halló 68,4% de deficiencia de cobre y 94,8% de deficiencia de zinc; también un estudio que se realizó en Brasil con niños de edad escolar que detectó 15% de deficiencia de zinc; y además un estudio que se realizó en México con niños de 1 a 11 años de edad que encontró 30,6% de deficiencia de cobre y 26,6% de deficiencia de zinc⁽⁹⁻¹¹⁾.

En cuanto a la prevalencia de deficiencias de cobre y zinc en países que no pertenecen a Latino América, se puede mencionar un estudio que se realizó en África (R.D. Congo) con niños menores de 5 años que halló 1,5% de deficiencia de cobre y 64,6% de deficiencia de zinc; otro trabajo que se llevó a cabo en África (Etiopía) que encontró 51,9% de deficiencia de zinc y 0% de deficiencias de cobre, y un estudio de China que detectó 27% de deficiencia de zinc⁽¹²⁻¹⁴⁾.

Respecto a datos a nivel Nacional, actualmente no se cuenta con estudios publicados que reporten los niveles séricos de cobre, ferritina y zinc, de los niños paraguayos menores de 5 años.

Al analizar los niveles bajos de los micronutrientes en relación a la edad, en este estudio se pudo constatar que las deficiencias de cobre y zinc ascienden a medida que aumenta la edad de los niños, siendo inferior la deficiencia en los niños de 1

a < 2 años y superior la deficiencia en niños de 4 a < 5 años. Sin embargo, los niveles de ferritina muestran un comportamiento inverso, siendo más frecuente su deficiencia en el grupo de 1 a < 2 años y menos frecuente en el grupo de niños de 4 a < 5 años.

La mayor prevalencia de deficiencia de cobre y zinc en los niños de superior edad, se debería al aporte insuficiente de cobre y zinc en la alimentación diaria vía oral de los niños y/o a la necesidad de recibir alimentos fortificados con estos minerales⁽¹⁵⁾.

En el caso de la ferritina, es probable que la deficiencia en los niños de inferior edad se deba a que alimentación de las madres fue inadecuada o a que las madres no recibieron los suplementos como hierro y vitaminas del complejo B durante el embarazo, y la mejoría conforme al aumento de la edad podría deberse a que los niños corrigen de a poco la deficiencia que se generó durante el embarazo, una vez que inician su alimentación por vía oral⁽¹⁶⁾.

Por otro lado, en el análisis de las deficiencias de micronutrientes acorde a la procedencia de los niños, se encontró que en Caaguazú existe mayor deficiencia de cobre y en Asunción menor deficiencia de cobre; que en Asunción existe mayor deficiencia de ferritina y en Caaguazú menor deficiencia de ferritina, y que en Alto Paraná existe mayor deficiencia de zinc y en Caaguazú menor deficiencia de zinc.

El hallazgo de mayor deficiencia de cobre en Caaguazú con menor deficiencia de cobre en Asunción, podría deberse a las diferencias de hábitos alimentarios de cada región⁽¹⁵⁾, o también podría estar relacionado con las semanas de gestación previas al nacimiento de los niños, puesto que está comprobado que los niños que nacen antes de las 32 semanas (prematuros) de gestación, tienen predisposición a desarrollar deficiencia de cobre por un aumento acelerado de la demanda nutricional, y acorde a la Dirección de Salud Integral de la Niñez y Adolescencia del MSPBS, en Caaguazú se reporta un mayor porcentaje (6,1%) de niños nacidos prematuros, que en Asunción (1,2%)⁽¹⁷⁾.

En cuanto a la mayor prevalencia de deficiencia de ferritina en Asunción con menor prevalencia de

deficiencia de ferritina en Caaguazú, este resultado podría tener que ver con las características de la dieta de los niños y sus madres en cada región⁽¹⁸⁾, o también podría estar vinculado con la cobertura del Programa Alimentario de Nutricional Integral (PANI) en ambas regiones, puesto que en el año del estudio (2018) en Asunción el PANI tuvo 1.011 beneficiarios niños y 821 beneficiarias embarazadas, y en Caaguazú el PANI tuvo 9.668 niños beneficiarios y 2.577 embarazadas beneficiarias. Siendo así la cobertura del Programa (que entrega una fórmula nutricional que contiene hierro, entre otros nutrientes) considerablemente inferior en Asunción, en comparación a la cobertura en Caaguazú.

Respecto al hallazgo de mayor deficiencia de zinc en Alto Paraná y menor deficiencia de zinc en Caaguazú. Este hallazgo podría deberse a los hábitos alimentarios en ambas regiones⁽¹⁵⁾, también podría tener que ver con que la mayoría de los niños indígenas incluidos en este estudio provenían de Alto Paraná y se ha demostrado que las poblaciones indígenas presentan mayor prevalencia de deficiencia de zinc⁽¹⁹⁾, y además podría relacionarse nuevamente con la cobertura del PANI (cuya fórmula nutricional también contiene zinc), debido a que en Alto Paraná el PANI tuvo 3.353 niños beneficiarios y 1.700 embarazadas beneficiarias; cifras que resultan ser inferiores a las de los beneficiarios del Departamento de Caaguazú.

Cabe destacar, que actualmente el Programa Nacional PANI sigue vigente, entregando mensualmente a los niños menores de 5 años una fórmula nutricional que contiene cobre, hierro, zinc y vitaminas del complejo B, entre otros nutrientes. La cobertura del Programa en el año en el cual se efectuó este estudio fue de 66.527 niños menores de 5 años y de 21.322 embarazadas y la cobertura del año 2022 fue de 19.786 niños menores de 5 años y 5.759 embarazadas, lo cual indica que la cobertura del Programa ha decrecido⁽²⁰⁾.

Una limitante de este trabajo fue realizar determinaciones adicionales como saturación de transferrina y protoporfirina eritrocitaria, determinaciones que no fueron hechas debido a que se requerían volúmenes superiores de muestras sanguíneas y también mayor disponibilidad de insumos.

No obstante, los resultados de este estudio avalan la necesidad de aumentar la cobertura del Programa PANI, también de plantearse si se deben ajustar las cantidades de minerales y vitaminas de la fórmula nutricional del Programa, y de reforzar las técnicas de captación y de atención en los consultorios prenatales.

CONCLUSIÓN

Los niveles séricos de cobre y ferritina estuvieron en rango normal en la mayoría de los casos, pero se hallaron altas prevalencias de anemia y de deficiencia de zinc en los niños menores de 5 años de Paraguay.

Se recomienda ampliar la cobertura del Programa Alimentario Nutricional Integral (PANI), una reevaluación de la composición de micronutrientes de la fórmula nutricional del Programa y reforzar la captación de embarazadas de los consultorios prenatales, para un mejor cumplimiento de la suplementación durante el embarazo.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN), por brindarnos información sobre los beneficiarios del Programa Alimentario Nutricional Integral (PANI), de cada región, durante el año en se realizó este estudio.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORES

Los autores participaron de manera equitativa en el diseño del estudio, la ejecución del proyecto, el procesamiento de datos y la elaboración del artículo.

REFERENCIAS

1. Ros L, Ros I. Cobre y zinc en pediatría. *An Pediatr Contin*. [Internet]. 2010 [citado 2022 may 17]; 8(4): 191-195. Disponible en: <https://studylib.es/doc/5512316/cobre-y-zinc-en-pediatr%C3%ADa---anales-de-pediatr%C3%ADa-continuada>.
2. Martínez O, Baptista H. Anemia por deficiencia de hierro en niños: un problema de salud nacional. *Hematol Me?x*. [Internet]. 2019 [citado 2022 may 17]; 20(2): 96-105. Disponible en: <https://doi.org/10.24245/rhematol.v20i2.3098>.
3. Romero L, Gonzáles F, Abad N, Ramírez A, Guamán M. El zinc en el tratamiento de la talla baja. *Revista Universidad y Sociedad*. [Internet]. 2020 [citado 2022 may 17]; 12(2): 341-349. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000200341&lng=es&nrm=iso
4. Organización Mundial de la Salud. Concentraciones de hemoglobina para diagnosticar la anemia y evaluar su gravedad. Ginebra, Organización Mundial de la Salud, 2011 (WHO/NMH/NHD/MNM/11.1) Disponible en: https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/85842/WHO_NMH_NHD_MNM_11.1_spa.pdf?sequence=7&isAllowed=y.
5. McDonald G, Paul J, Cruickshank B. *Atlas de Hematología*. 5 ed. 1991.
6. Echagüe G, Sosa L, Díaz V, Funes P, Ruíz 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)*. [Internet]. 2013 Abr [citado 2022 may 17]; 40(1): 19-28. Disponible en: http://scielo.iics.una.py/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-98032013000100003&lng=en
7. 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 (Asunción)*. [Internet]. 2021 [citado 2022 mayo 17]; 48(2): 120-126. Disponible en: <https://www.revistaspp.org/index.php/pediatria/article/view/653>
8. Zavaleta N, Astete L. Efecto de la anemia en el desarrollo infantil: consecuencias a largo plazo. *Rev peru med exp. Salud pública* [Internet]. 2017 [citado 2022 Jul 01]; 34(4): 716-722. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1726-46342017000400020&lng=es.doi: <http://dx.doi.org/10.17843/rpmesp.2017.344.3251>.
9. Maury Sintjago E, Mattei A, Perozo K, Bravo A, Martínez E, Vizcarra M. Niveles Plasmáticos de Hierro, Cobre y Zinc en escolares Barí. *Pediatr (Asunción)*. [Internet]. 2017 [citado 2022 mayo 17]; 37(2): 112-7. Disponible en: <https://www.revistaspp.org/index.php/pediatria/article/view/204>.
10. Figueroa D, Queiroz D, Azevedo A, Lins M, Nanes Z. Seguridad alimentaria, crecimiento y niveles de vitamina A, hemoglobina y zinc en niños preescolares del nordeste de Brasil. *Temas livres Ciênc Saúde coletiva*. [Internet]. 2014 [citado 2022 mayo 17]; 19 (2):641-650. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/csc/a/KLsvzgwZJxjKRwBnqFJdfxm/?format=html&lang=es>.
11. Morales MC, Villalpando S, García A, Shamah T, Robledo R, Avila MA, et al. Iron, zinc, copper and magnesium nutritional status in Mexican children aged 1 to 11 years. *Salud Pública Mex*. [Internet]. 2012 [citado 2022 Nov 11]; 54(2): 125-34. doi: <https://doi.org/10.1590/s0036-36342012000200008>
12. Mbunga BK, Engebretsen IM, Strand TA, Gjengdal EL, Akilimali PZ, Langfjord MM, et al. Distribution and Determinants of Serum Zinc, Copper, and Selenium Levels among Children under Five Years from Popokabaka, Democratic Republic of Congo: A Cross-Sectional Study. *Nutrients*. 2022; 14 (683):1-14. doi: <https://doi.org/10.3390/nu14030683>
13. Amare B, Moges B, Fantahun B, Tafess K, Woldeyohannes D, Yismaw G, et al. Micronutrient levels and nutritional status of school children living in Northwest Ethiopia. *Nutr J*. 2012; 11(108):1-8. doi: <https://doi.org/10.1186/1475-2891-11-108>
14. Cai-Jin Y, Jing-Ying S, Gang-Xi L. Meta-Analysis of Zinc Deficiency and Influence Factors in Children Under 14-year-old in China. *J Fam Med*. 2021; 8(5):1-11. doi: <http://dx.doi.org/10.26420/jfammed.2021.1257>.
15. Ros L, Ros I. Cobre y zinc en pediatría. *An Pediatr Contin*. 2010; 8(4): 191-195. doi: 10.1016/S1696-2818(10)70034-2
16. Milman N. Fisiopatología e impacto de la deficiencia de hierro y la anemia en las mujeres gestantes y en los recién nacidos/infantes. *Rev peru ginecol obstet*. [Internet]. 2012 [citado 2022 Nov 22]; 58(4): 293-312. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-51322012000400009&lng=es.
17. Dirección de Salud Integral de la Niñez y Adolescencia; Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Perfil de salud de la niñez de Paraguay. Asunción: OPS; [Internet]. 2011 [citado 2022 Nov 22]. Disponible en: http://www.ins.gov.py/wp-content/uploads/2019/09/5.-Perfil-de-la-Niñez-Paraguay_compressed.pdf.

18. Blesa LC. Anemia ferropénica. *Pediatría Integral*. [Internet]. 2016 [citado 2022 Nov 22]; 20(5):297-307. Disponible en: <https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2016-06/anemia-ferropenica/>.

19. Martínez J, Ramírez R. Factores asociados a la deficiencia de zinc en niños colombianos: resultados de la Encuesta Nacional de Salud 2010; estudio transversal. *Nutr Hosp*. [Internet]. 2014 [citado 2022 Nov 22]; 29(4): 832-837.

Disponible en: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112014000400015&lng=es doi: <https://dx.doi.org/10.3305/nh.2014.29.4.7226>

20. Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN). Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Cobertura general del PANI 2013 al 2022. Asunción: INAN; 2022. Disponible en: https://www.inan.gov.py/site/?page_id=81