



Trabajo Original

Pediatría

Aporte de hierro y zinc bioaccesible a la dieta de niños hondureños menores de 24 meses

Contribution of bioavailable iron and zinc to the diet of Honduran children under 24 month

Lorena Fernández-Palacios¹, Gaspar Ros-Berrueto¹, Elsa Barrientos-Augustinus², Elizabeth Jirón de Caballero³ y Carmen Frontela-Saseta¹

¹Departamento de Tecnología de los Alimentos, Nutrición y Bromatología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Murcia, España. ²Departamento de Tecnología de los Alimentos, Nutrición y Textil. Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán. Tegucigalpa, Honduras. ³Laboratorio de Control de Calidad San José. Laboratorio Nacional de Análisis de Residuos (LANAR). Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA) de la Secretaría de Agricultura y Ganadería de Honduras. Tegucigalpa, Honduras

Resumen

Objetivo: en el presente estudio se han analizado 18 alimentos infantiles (10 elaborados con recetas tradicionales hondureñas y 8 papillas industriales comercializadas en ese país), que suponen la base de la alimentación de los lactantes hondureños excluida la leche materna y las fórmulas infantiles.

Material y métodos: se determinó el contenido y bioaccesibilidad (fracciones solubles y dializables) de Fe y Zn. Para ello se simuló una digestión *in vitro* gastrointestinal con una primera fase de digestión gástrica (con pepsina), seguida de una segunda fase de digestión intestinal (con pancreatina y sales biliares). La espectrometría de absorción atómica midió el contenido mineral en las fracciones soluble y dializable.

Resultados: las papillas tradicionales hondureñas (PTH) mostraron baja densidad de los micronutrientes estudiados, siendo las PTH elaboradas con base de "arroz con frijoles y hojas verdes", "arroz con frijol molido" y "frijoles con plátano" las que presentaron un contenido superior con valores de 1,96, 1,56, y 1,46 mg Fe/100 g, respectivamente, aunque con valores de disponibilidad *in vitro* inferiores al 50% de su contenido. Para el Zn en estas recetas, los valores encontrados fueron muy bajos y están por debajo del límite de detección. En relación a las papillas industriales (PIH), las de "arroz", "trigo con leche" y "5 cereales" presentaron un mayor contenido de Fe (9,4, 8,53 y 7,56 mg Fe/100 g, respectivamente). Su disponibilidad *in vitro* fue mayor del 70% en todos los casos. Las PIH mostraron valores de Zn de 1,36, y 0,99 mg Zn/100 g en las muestras de "trigo con leche" y "trigo con miel", respectivamente, y una disponibilidad mayor del 75%.

Conclusión: queda demostrado que las PTH poseen algunas limitaciones en su formulación que hace que los micronutrientes seleccionados se encuentren en menor cantidad e incluso menos bioaccesibles, frente a los PIH, por lo que se recomienda su revisión para evitar la suplementación de estos micronutrientes y ayudar a mejorar el estado nutricional de la población infantil hondureña como país modelo de la región centroamericana.

Palabras clave:

Deficiencia.
Micronutrientes.
Honduras.
Disponibilidad *in vitro*.
Alimentos infantiles.

Abstract

Objective: In the present study we analyzed 18 baby food (10 made from traditional Honduran recipes, and 8 industrial baby food sold in that country) involving the staple food of Honduran excluded infants breast milk and infant formulas.

Material and methods: The content and bioaccessibility (soluble and dialysable fractions) of Fe and Zn were determined. For this *in vitro* gastrointestinal digestion in a first phase of gastric digestion (pepsin) followed by a second phase of intestinal digestion (with pancreatin and bile salts) was simulated. The atomic absorption spectrometry mineral content measured in soluble and dialyzable fractions.

Results: Traditional porridges from Honduras (PTH) showed low density of micronutrients being the PTH prepared based on "rice with beans and greens", "rice with ground beans" and "beans with banana" which had a higher content values of 1.96, 1.56, and 1.46 mg Fe/100 g, respectively, although *in vitro* availability values below 50% of its content. For Zn in these recipes, the values found were very low being below the detection limit. In relation to industrial porridges (PIH), those of "rice", "wheat with milk" and "5 cereals" they had a higher content of Fe (9.4, 8.53 and 7.56 mg Fe/100 g, respectively). Its availability *in vitro* was greater than 70% in all cases. PIH Zn showed values of 1.36, and 0.99 mg Zn/100 g samples of "wheat with milk" and "wheat with honey", respectively, and increased availability of 75%.

Conclusions: It is shown that PTH have some limitations in its formulation that makes the selected micronutrients are in fewer and even less bioaccessible, compared with PIH, so review is recommended to avoid supplementation of these micronutrients and help improve the nutritional status of the child population as Honduran model country in Central America.

Key words:

Deficit.
Micronutrients.
Honduras. Availability
in vitro. Meal for
children.

Recibido: 08/05/2016
Aceptado: 29/09/2016

Fernández-Palacios L, Ros-Berrueto G, Barrientos-Augustinus E, Jirón de Caballero E, Frontela-Saseta C. Aporte de hierro y zinc bioaccesible a la dieta de niños hondureños menores de 24 meses. Nutr Hosp 2017;34:290-300

DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1161>

Correspondencia:

Lorena Fernández-Palacios. Departamento de Tecnología de los Alimentos, Nutrición y Bromatología. Facultad de Veterinaria. Universidad de Murcia. Campus Universitario de Espinardo, s/n. 30100 Espinardo, Murcia. España
e-mail: l.fernandezpalacios@um.es

INTRODUCCIÓN

Honduras presenta uno de los índices más altos de desnutrición infantil en Mesoamérica, según el informe más reciente del Programa Mundial de Alimentos (WFP), la organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y el Fondo Internacional de Desarrollo Agrícola (FIDA) (1). Ocupa el segundo lugar en la región por detrás de Guatemala, con un 31% de desnutrición infantil, lo que significa que algo más de 1 de cada 4 niños menores de 5 años sufre desnutrición en distinto grado. A este problema global hay que añadir que dentro de los nutrientes esenciales se producen carencias significativas. Así, 3 de cada 10 niños de entre 6 meses y 5 años padecen de anemia, siendo mayor la incidencia de anemia ferropénica en poblaciones rurales con una tasa del 40% (2). Aunque el rango de edad en el que se puede manifestar la anemia es muy amplio, la mayor parte aparece en Honduras durante el llamado "periodo de diversificación de la dieta del lactante", comprendido entre los 6 y 9 meses de edad, llegando a ser la incidencia de anemia por déficit de Fe de un 60% en la población infantil (3). Evidentemente este problema nutricional tiene su causa en la disponibilidad de alimentos y en las pautas alimentarias que siguen los responsables de la alimentación de los lactantes. Es una pauta extendida, especialmente en grupos de población rurales, indígenas o de bajos ingresos, que elaboren estos alimentos con los recursos disponibles y basados en recetas tradicionales que en muchas ocasiones pueden aportar alimentos que no sean los adecuados a los periodos de iniciación a la alimentación sólida de los niños, siendo quizás la causa, entre otros factores, de la anemia observada en la población infantil de este país. Junto con los alimentos tradicionales se emplean para alimentar a los lactantes los alimentos infantiles producidos por la industrial alimentaria, principalmente cereales infantiles y alimentos complementarios homogeneizados, que están limitados en países como Honduras a estratos sociales de mayores recursos económicos, mientras que en otros países (europeos o Estados Unidos de Norteamérica) son de consumo más generalizado.

No existe una recomendación específica sobre qué tipo de alimentos para lactantes deben ser introducidos para iniciar la alimentación complementaria, si bien casi todos los organismos internacionales coinciden en que estos deberían cumplir un principio fundamental: proveer alta cantidad de energía de fácil utilización en el mínimo volumen posible (4). El ajuste de energía

aconsejable para el lactante es de 650 calorías al día, es decir, 108 kcal/kg/día en los primeros 6 meses y 96 kcal/kg/ día, lo que supone 850 calorías al día entre los 6 a 12 meses (5). Es posible que los requerimientos energéticos de lactantes en poblaciones de riesgo (con infecciones frecuentes o condiciones ambientales adversas) como en Honduras varíen en virtud de las situaciones de estrés que se produzcan. De los tres grupos de alimentos que es posible administrar a partir del 6.º mes (cereales, frutas, y verduras), no existen razones sólidas para recomendar el inicio con uno u otro tipo, pudiendo adaptarse el esquema alimentario al contexto sociocultural de cada país (6). Como complemento a este objetivo principal mencionado, los alimentos para lactantes de entre 9 y 12 meses de edad deben servir para cubrir además el 97% de la ingesta diaria recomendada de Fe, y el 86% del Zn (7).

Los procesos metabólicos de absorción de nutrientes son muy complejos, especialmente los del Fe, ya que depende de factores clave como su forma hémica o no, y en este último caso de su estado oxidado o reducido, así como de otros factores dietéticos que determinan que no todo el Fe presente en el alimento sea absorbido y accesible para el organismo (8). De modo general podemos considerar que el coeficiente de absorción del Fe oscila entre el 7 y el 15%, lo que significa que el niño necesita aproximadamente una concentración igual o superior a 10-11 mg/día para cubrir los requerimientos diarios de Fe biodisponible en el periodo de 6-12 meses, que son del orden de 0,9 mg/día, demandados esencialmente para el rápido crecimiento, y también para las pequeñas pérdidas producidas por la descamación celular y las hemorragias. No obstante, el Fe posee un estrecho margen en sus recomendaciones dietéticas para esta edad, ya que si su recomendación de ingesta dietética de Fe en el lactante es de 10 mg/día (9), tampoco se recomienda que exceda de los 15 mg/día (4) (Tabla I).

En el caso del Zn las necesidades durante la lactancia son de 12-13 mg/día y su absorción intestinal varía ampliamente entre el 5 y el 95%, dependiendo de que las reservas tisulares estén disminuidas o no, y, principalmente, de la presencia de factores dietéticos que pueden actuar como antinutrientes, tales como los fitatos, o mediante efecto competitivo por los canales de absorción con el Fe (12). También modifica la absorción de minerales la presencia de aminoácidos (sobre todo de origen animal) o ácidos orgánicos propios del alimentos y que actúan favoreciendo dicha absorción (13). La disponibilidad también varía en los lactantes

Tabla I. Ingesta recomendada de Fe y Zn según el tipo de dieta

Grupo I	Absorción de Fe necesario	IDR (mg)		Ingesta recomendada de Fe (mg) según tipo de dieta		
		Fe	Zn	Alimentos origen animal que aportan menos del 10% de calorías	Alimentos origen animal que aportan del 10-20% de calorías	Alimentos origen animal que aportan más del 25% de calorías
Lacte 0-4 meses	0,5	0,27	2	---	---	---
Lacte 5-12 meses	0,7	11	3	7	5	4

(2) WHO/UNICEF/UNU 2001; (10) 2007; (24) 2005.

según el modo de alimentación, ya que los alimentos con biberón presentan un requerimiento más alto debido a la menor disponibilidad de Zn que han demostrado tener las formulas infantiles (14). A diferencia del Fe, el Zn no figura como micronutriente deficitario dentro de la población pediátrica en Honduras, aunque sí que está sujeto a iniciativas de enriquecimiento de la dieta (Plan de Nación y el Plan Nacional de Salud 2010-2014, SM2015), como el suministro de Zn en polvo a niños de entre 6 y 23 meses para el tratamiento de las diarreas (15). Por todo lo anteriormente mencionado, el contenido de Fe y Zn son señalados como "nutrientes críticos" durante esta etapa de la vida, por lo que se hace necesaria la búsqueda de una optimización en la absorción de los mismos (16).

En materia de salud materno-infantil las recomendaciones internacionales establecen que la lactancia materna se realice al menos hasta los 6 meses desde el nacimiento (10). La alimentación de transición entre la lactancia materna exclusiva y la alimentación complementaria elaborada en los hogares en Honduras presenta unos patrones alimentarios que parecen estar relacionados con el deterioro del estado nutricional en el lactante. La evaluación del indicador de desnutrición crónica (talla/edad) muestra una deficiencia energética crónica del 23% de los menores de 5 años hondureños, además a partir del 4.º mes de vida, el 29% de la población infantil de entre 6 y 23 meses ha padecido diarrea (3). Este problema viene también determinado en Honduras por factores como una escasa disponibilidad de alimentos en ciertos grupos de población, una mala praxis nutricional (como indican resultados anteriores con solo un 59% de los lactantes hondureños alimentados correctamente con leche materna), una introducción muy temprana de los alimentos y no siempre con los alimentos más adecuados basados en la tradición hondureña, y que las pautas sobre la alimentación complementarían en ciertos estratos socioeconómicos se basan en elaboraciones tradicionales que presentan errores (17). El ejemplo más acusado se observa en las áreas rurales, donde un alto porcentaje de madres (51,9%) dan a sus hijos café en el 1.º mes de vida; y entre el 3.º y 4.º mes de vida se introducen bebidas carbonatadas con azúcar, diversos tipos de leche no materna, caldos o sopas de sobre (con alto contenido en sal), agua, tortillas de maíz, arroz, papa, pan y algunas frutas y verduras (18). Diversos estudios (19,20) concluyen que estas prácticas de alimentación no solo podrían estar relacionadas con la deficiencias de uno o más micronutrientes al presentar en su composición fitatos, oxalatos o taninos, inhibidores de la absorción de Fe y Zn, sino que también estarían relacionadas con una mayor frecuencia de diarreas y otros procesos patológicos.

Ante la ausencia de información documentada de la ingesta de los micronutrientes esenciales de Fe y Zn en la población infantil hondureña en los primeros dos años de vida, y del contenido y disponibilidad de dichos minerales en alimentos tradicionales e industriales comercializados en el país, en el presente estudio se plantean dos objetivos principales:

- Evaluar el contenido de Fe y Zn en recetas locales hondureñas y en diferentes alimentos para lactantes (papillas a base de cereales y harinas infantiles de industriales) de amplia

implementación en los hábitos alimentarios seguidos por las madres hondureñas con niños lactantes.

- Evaluar la cantidad de Fe y Zn bioaccesibles (disponibles para ser absorbidos a nivel intestinal) procedentes de su dieta complementaria (recetas tradicionales y alimentos para lactantes) hondureños menores de 24 meses.

MATERIALES Y MÉTODOS

ALIMENTOS PARA LACTANTES DE RECETAS TRADICIONALES HONDUREÑAS E INDUSTRIALES COMERCIALIZADOS EN HONDURAS

Para el estudio se elaboraron 10 recetas tradicionales hondureñas siguiendo las recomendaciones de la guía de alimentación infantil desarrollada por el Ministerio de Salud del país (21) para lactantes en edades comprendidas entre 6-12 meses. Los platos seleccionados fueron todos purés elaborados de forma casera identificados como los alimentos de mayor consumo entre la población infantil hondureña (18):

- De arroz con frijol y hojas verdes.
- De arroz con frijol molido.
- De ayote (calabaza) con cuajada.
- De ayote con mantequilla.
- De banano asado con azúcar.
- De camote (batata) anaranjado.
- De frijol (habichuela) con plátano.
- De papa (patata) con mantequilla.
- De plátano con mantequilla.
- De zanahoria, crema y leche

A estos platos y a sus muestras las denominaremos a lo largo del trabajo como PTH (platos tradicionales hondureños).

Los ingredientes fueron adquiridos en distintos mercados y supermercados de Tegucigalpa, y la elaboración de las mismas se realizó en el laboratorio de preparación de alimentos de la Universidad Pedagógica Nacional Francisco Morazán (Tegucigalpa, Honduras). Para completar la visión de la dieta de los niños hondureños en este periodo de vida, se seleccionaron 8 productos infantiles con base de cereales y frutas comerciales destinados a alimentación complementaria y que tienen alta presencia en el mercado nacional en Honduras. Estos fueron cereales cuyos ingredientes mayoritarios determinan su denominación:

- Arroz.
- Avena.
- 5 cereales (trigo, arroz, avena, cebada y centeno).
- Harina de trigo.
- Masa de maíz.
- Trigo y leche.
- Trigo y miel.
- Vainilla y canela.

En este caso los denominaremos como PIH (platos industriales hondureños) para su identificación en el trabajo.

REACTIVOS

Los reactivos utilizados fueron de grado analítico salvo que se indique lo contrario. El agua fue doblemente destilada y desionizada para la realización de todos los análisis de determinación de minerales. Todo el material de cristal y botellas de polietileno empleadas para simular la digestión gastrointestinal fueron lavados con agua destilada y desionizada, mantenidas durante 24 horas en una solución de HNO_3 10 N 10 N, y de nuevo lavadas con agua doblemente destilada y desionizada antes de su uso a fin de eliminarles cualquier residuo que pudiera interferir en la determinación de minerales. Para la digestión gastrointestinal *in vitro* (ver siguiente apartado) la suspensión de pepsina se preparó con 16 g de pepsina (pepsina de mucosa de estómago porcino P6887; Sigma Chemical Co., St. Louis, MO) en 100 ml con una solución de HCl 0,1 N. La mezcla del extracto pancreatina-bilis se preparó con 4 g de pancreatina (pancreatina de páncreas porcino P3292; Sigma Chemical Co., St. Louis, MO) y 25 g de extracto de bilis porcino (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO) que fueron dispersados hasta 1 litro con solución de NaHCO_3 0,1 M.

DIGESTIÓN GASTROINTESTINAL *IN VITRO*

Antes de comenzar el proceso, los alimentos fueron preparados conforme a las indicaciones comerciales (PIH) y siguiendo la receta tradicional en el caso de los alimentos hondureños (PTH). El alimento fue homogeneizado con una Osterizer® (Cycle blend 10 pulse matic) en posición "blend" durante 3 min para asegurar conseguir una textura lo más parecida en todos los casos y semejante a la que los niños ingieren. De cada homogeneizado se tomaron aleatoriamente 10 g de muestra para su valoración analítica, y cada analítica se realizó por triplicado. Las papillas infantiles (PTH y PIH) fueron digeridas siguiendo el método de digestión gastrointestinal *in vitro* descrito por Miller y cols. (22), con modificaciones (23) dirigidas a reducir las cantidades de enzimas utilizadas y simular las condiciones del proceso digestivo infantil, ya que el tracto gastrointestinal en las primeras etapas de la vida aún no está completamente desarrollado. El proceso de digestión *in vitro* consistió en una etapa gástrica con una primera fase gástrica que se desarrolló a 37 °C y pH 2 en agitación en presencia de una solución de pepsina, tal y como se describe en el apartado "Reactivos", seguida de una fase de digestión intestinal a 37 °C a pH 5.5 en agitación con pancreatina y sales biliares (obteniendo ensayos de solubilidad y diálisis). Al final de la etapa intestinal, se seleccionaron alícuotas para obtener la fracción soluble en la que se encuentran los minerales solubilizados o accesibles para ser absorbidos. Para ello, 30 g de cada alícuota se centrifugaron a 3500 x g durante 1 hora a 4 °C, empleando una centrifugadora refrigerada (Eppendorf 5804-R Centrífuga, Hamburgo, Alemania). El sobrenadante (fracción soluble) se utilizó para determinar el contenido mineral según la metodología descrita en el siguiente apartado. La fracción dializable se define como la que contiene los minerales que son absorbidos, y para su determinación se realizó un proceso

de dializado usando tripas de diálisis semipermeable (tamaño de poro de la membrana 6.000-8.000 Da y un diámetro de 29 mm, Spectra/Por, Spectrum, Houston, TX, USA) que contenía 50 ml de agua destilada desionizada y una cantidad de NaHCO_3 0,1M equivalente a la acidez titulable. La fracción biodisponible de los minerales totales presentes en la muestra (expresado en porcentaje) se considera al Fe y al Zn se dializan a través de la membrana.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE Fe Y Zn

La concentración de Fe y Zn en las diferentes muestras y en ambas fracciones, solubles y dializables, se determinó mediante espectrofotometría de absorción atómica (AAS) (Thermo Scientific AA Espectrómetro S Series; Thermo, Waltham, MA). Antes del análisis la materia orgánica fue destruida por incineración en un horno mufla de temperatura programada (Nabertherm, Lilienthal, Alemania) a 525 °C durante 32 horas (velocidad de 50 °C/∞h). Una vez incinerada la materia orgánica, se añadieron a las cenizas 3 ml de HNO_3 10 N, y las muestras se calentaron en placas calefactoras a 100 °C hasta sequedad. Tras su enfriamiento a temperatura ambiente el residuo se disolvió con 1 ml de HCl 0.1N, y la solución se transfirió a un matraz aforado de 50 ml y se enrasó con agua doblemente destilada y purificada. El análisis se realizó mediante un espectrómetro de llama de aire-acetileno y un quemador de 10 cm, siendo las longitudes de onda 248,8 nm Fe y de 213 nm para el Zn. Las curvas de calibración obtenidas se establecieron entre 0,25 y 5 ppm para ambos minerales, y mostraron una linealidad aceptable, con coeficientes de correlación mayor que 0,995. Siendo sus ecuaciones ($[y = 2,86 \cdot 10^3 + 4,76 \cdot 10^{-2}x]$ [$y = 3,58 \times 10^3 + 0,18 \cdot 10^2 \cdot x$]) para el Fe y para el Zn respectivamente.

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Los resultados se expresaron como media \pm desviación estándar a partir de tres determinaciones independientes de cada muestra. Diferencias entre las muestras se examinaron para la significación estadística ($p < 0,05$) por el análisis de la varianza (ANOVA) de una vía y t de Student para comparar los valores con un control apropiado.

RESULTADOS

Las muestras objeto de estudio estuvieron formadas por 18 papillas infantiles hondureñas: 10 de elaboración casera (PTH) y 8 de elaboración industrial (PIH). Es preciso señalar que en el caso de los PTH y PIH que fueron elaborados en el estudio se siguieron las recomendaciones indicadas en cuanto a cantidades y a proporciones tanto por los fabricantes. En las tablas II y III se describen los ingredientes empleados en la elaboración de las

Tabla II. Ingredientes empleados en la elaboración los purés tradicionales (PTH) y su valor nutricional

PTH ingredientes		Valor nutricional de la receta (por ración)		
1	Arroz con frijol y hojas verdes (45 g arroz, 15 g frijol, 15 g hojas verdes)	Ración 37,5 g	Kilocalorías Proteínas (g) Hierro (mg)	0,2 7,3 2,2
2	Arroz con frijol molido (30 g arroz, 15 g frijol, 15 ml agua hervida)	Ración 37,5 g	Kilocalorías Proteínas (g) Hierro (mg)	0,07 2,4 0,7
3	Ayote (calabaza) con cuajada (45 g ayote, 30 g cuajada)	Ración 37,5 g	Kilocalorías Proteínas (g) Hierro (mg)	0,08 4 0,6
4	Ayote con mantequilla (75 g ayote, 5 g mantequilla)	Ración 37,5 g	Kilocalorías Proteínas (g) Hierro (mg)	0,06 0,5 0,5
5	Banano asado con azúcar (2,5 g azúcar, 100 g banano)	Ración 37,5 g	Kilocalorías Proteínas (g) Hierro (mg)	0,04 0,4 0,1
6	Camote (batata) anaranjado (5 g mantequilla, 15 ml leche materna, 100 g camote)	Ración 37,5 g	Kilocalorías Proteínas (g) Hierro (mg)	0,17 1,6 1
7	Frijol (habichuela) con plátano (70 g plátano, 15 g frijol colado, 5 g manteca)	Ración 37,5 g	Kilocalorías Proteínas (g) Hierro (mg)	0,1 1,9 0,7
8	Papa (patata) con mantequilla (1 papa media, 5 g de mantequilla, 34 g leche materna)	Ración 37,5 g	Kilocalorías Proteínas (g) Hierro (mg)	0,1 1,2 0,5
9	Plátano con mantequilla (35 g plátano maduro, 5 g de mantequilla)	Ración 37,5 g	Kilocalorías Proteínas (g) Hierro (mg)	0,07 0,6 0,2
10	Zanahoria, crema y leche (5 g mantequilla, 100 g zanahoria, 15 ml leche materna)	Ración 37,5 g	Kilocalorías Proteínas (g) Hierro (mg)	0,08 0,9 0,5

papillas tradicionales PTH y PIH de mayor cuota de consumo en Honduras y su valor nutricional, en relación a la ingesta dietética de referencia (IDR) para niños de 1 a 3 años.

Los resultados obtenidos se han agrupado en las tablas IV y V. En ellas se muestran el contenido mineral, y la disponibilidad *in vitro* de Fe y Zn en la alimentación complementaria Hondureña de elaboración casera PTH, en comparación con las papillas industriales PIH.

El contenido de Fe en las diferentes PTH osciló entre 0,26 y 1,95 mg Fe/100 g (Tabla IV). Como elemento común en las recetas de las PTH encontramos que las recetas que presentaron promedios significativamente más elevados en el contenido en Fe, independientemente del método de cocinado de los alimentos (cocido, triturados, asado), fueron aquellas que presentaban entre sus ingredientes leguminosas frijoles (pintos), tal y como ocurre en las recetas de "arroz con frijol y hojas verdes", "arroz con frijol molido" y "frijol con plátano" las de mayor contenido de

Fe (1,96, 1,56 y 1,46 mg Fe/100 g, respectivamente). En los PIH observamos que todas las papillas comerciales analizadas presentaron un contenido total en Fe superior a 4 mg/100 g, destacando la de "arroz", la de "trigo y leche" y la de "5 cereales" (9,04, 8,53 y 7,56 mg/100 g, respectivamente). En cuanto a las dos muestras de harinas industriales empleadas en la elaboración de alimentos infantiles, destaca la "masa de maíz" con 6,96 mg Fe/100 g, que duplica el contenido total de Fe de la "harina de trigo" (3,16 mg Fe/100 g).

En cuanto contenido de Zn para las PTH encontramos que los valores se hallaban por debajo de los límites detectables (0,25 ppm). Sin embargo, en las muestras PIH analizadas se obtuvo un contenido total de Zn en un rango de entre 1,80 y 2,85 mg Zn/100 g, que correspondían a las papilla de "trigo y miel" y de "trigo y leche", respectivamente. Las muestras de "harina de trigo" presentaron un valor ínfimo en cuanto a contenido total de Zn (0,63 mg Zn/100 g).

Tabla III. Ingredientes empleados en la elaboración los papillas industriales (PIH), valor nutricional (% en relación con la ingesta dietética de referencia [IDR] para niños de 1 a 3 años)

Papillas tradicionales (PIH)		Valor nutricional de la receta		% IDR que cubren los 30 g
1	<p>Arroz:</p> <p>harina de arroz, carbonato de calcio (1,20% como estabilizador), fosfato disódico (0,72% estabilizador), lecitina de soya, vitamina C, ácido ascórbico), vainilla (0,02% como aroma idéntico al natural), fumarato ferroso, niacina (nicotinamida), sulfato de zinc, vitamina E, pantotenato de calcio, vitamina B₁ (tiamina), vitamina B₆ (piridoxina), ácido fólico, biotina, vitamina D₃ (colecalciferol), vitamina B₁₂ (cobalamina), probióticos (<i>Bifidobacterium lactis</i>)</p>	Ración 30g	Kilo calorías 111 Hidratos de Carbono (g) 25,3 Fibra dietética (g) 0,57 Proteínas (g) 1,98 Grasas totales (g) 0,3 Hierro (mg) 14% Zinc (mg) 16%	
2	<p>Avena:</p> <p>(harina de avena, azúcar, almidón de maíz, carbonato cálcico 1,27% como estabilizador), fosfato disódico (0,58% estabilizador), vitamina C (ácido ascórbico), vainilla (0,02% como aroma) fumarato ferroso, niacina (nicotinamida), Sulfato de zinc, vitamina E, pantotenato de calcio, vitamina B₁ (tiamina), vitamina B₆ (Piridoxina), ácido fólico, Biotina, vitamina D₃ (Colecalciferol), vitamina B₁₂ (cobalamina), probióticos (<i>Bifidobacterium lactis</i>)</p>	Ración 30g	Kilo calorías 111 Hidratos de carbono (g) 2,9 Fibra dietética (g) 1,56 Proteínas (g) 21,2 Grasas totales (g) 1,4 Hierro (mg) 1,59 Zinc (mg) 1,02 16% 38%	
3	<p>5 cereales (trigo, arroz, avena, cebada y centeno):</p> <p>harinas (trigo, cebada, avena, arroz y maíz) (83,19%), azúcar, extracto de malta (cebada), sales minerales (carbonato cálcico, fosfato de sodio, fumarato ferroso, sulfato de zinc) vitaminas (C niacina (PP), E, pantotenato de calcio, A B₉ (tiamina), B₂ (riboflavina), B₆, ácido fólico, D₃, biotina y B₁₂) probióticos (<i>Bifidobacterium lactis</i>). Saborizante idéntico al natural de vainilla)</p>	Ración 30 g	Kilo calorías 110 Hidratos de carbono (g) 23,4 Fibra dietética (g) 0,9 Proteínas (g) 3 Grasas totales (g) 0,45 Hierro (mg) 3,0 Zinc (mg) 0,9 14% 16%	
4	<p>Harina de trigo</p>	Ración 100 g	Kilo calorías 360 Hidratos de carbono (g) 77 Fibra dietética (g) 3 Proteínas (g) 11 Grasas totales (g) 1 Hierro (mg/kg de harina) 55 Zinc (mg) -	

(Continúa en la página siguiente)

Tabla III (Cont.). Ingredientes empleados en la elaboración los papillas industriales (PIH), valor nutricional (% en relación con la ingesta dietética de referencia [IDR] para niños de 1 a 3 años)

Papillas tradicionales (PIH)		Valor nutricional de la receta		% IDR que cubren los 30 g
5	Masa de maíz	Ración 100 g	Kilocalorías Hidratos de carbono (g) Fibra dietética (g) Proteínas (g) Grasas totales (g) Hierro (mg) Zinc (mg)	371,5 76,6 2,0 7,7 3,6 5,5 -
6	Trigo y miel: harinas de trigo, azúcar, miel de abejas, carbonato de calcio (fosfato disódico, vitamina C, fumarato ferroso, sulfato de zinc, saborizante idéntico al natural de vainilla, probióticos (<i>Bifidobacterium lactis</i>), Vitaminas E, niacina (nicotinamida), vitamina A, B ₁ (tiamina), B ₂ (pantotenato de calcio), B ₆ (piridoxina), ácido fólico (foliacina), D ₃ (colecalfiferol), biotina y B ₁₂)	Ración 50 g	Kilocalorías Hidratos de carbono (g) Fibra dietética (g) Proteínas (g) Grasas totales(g) Hierro (mg) Zinc (mg)	208 33,8 0,6 - 4,8 8 5
7	Trigo y leche: harinas de trigo (40%), leche parcialmente descremada azúcar, aceite de maíz (con antioxidantes: palmitato de ascórbico), aceite de canola, aceite de palma, dextrosa, sales minerales (carbonato cálcico, fosfato de sodio, fumarato ferroso, sulfato de cobre, yoduro de potasio y sulfato de zinc), probióticos (<i>Bifidobacterium lactis</i> 10 ⁶ ufc/g), vitaminas (C niacina (PP), E, pantotenato de calcio, A, B ₁ (tiamina), B ₂ (riboflavina), B ₆ (riboflavina), B ₁₂ (fioquinona), D ₃ (biotina y B ₁₂), aromatizante natural idéntico al de vainilla, maltodextrina de maíz	Ración 30 g	Kilocalorías Hidratos de carbono (g) Fibra dietética (g) Proteínas (g) Grasas totales (g) Hierro (mg) Zinc (mg)	112 25,3 0,8 2,2 0,3 3,0 0,9
8	Vainilla y canela: harinas (trigo, cebada, maíz, arroz, avena) (71%), azúcar, extracto de malta (cebada), sales minerales (carbonato cálcico, fosfato de sodio, fumarato ferroso, sulfato de zinc), canela (0,3%), extracto de vainilla (vainilla) (0,02%), probióticos (<i>Bifidobacterium lactis</i> 10 ⁶ ufc/g), vitaminas (C niacina, E, pantotenato de calcio, A, B ₁ (tiamina), B ₂ (riboflavina), B ₆ (riboflavina), B ₁₂ (biotina y B ₁₂), aromatizante natural idéntico al de vainilla, maltodextrina de maíz	Ración 8 g + 200 ml de leche	Kilocalorías Hidratos de carbono (g) Fibra dietética (g) Proteínas (g) Grasas totales (g) Hierro (mg) Zinc (mg)	146 15,2 - 6,9 6,4 0,3 0,15

Tabla IV. Contenido de Fe y Zn expresado en mg/100 g en 10 purés tradicionales hondureños para lactantes (PTH) de elaboración casera frente a 8 papillas industriales (PIH) consumidos por el lactante hondureño

PTH	Contenido (mg/100 g)		PIH	Contenido (mg/100 g)	
	Fe total	Zn total		Fe total	Zn total
1	1,955 ± 0,06 ^a	ND	Arroz	9,41 ± 0,63 ^b	1,86 ± 0,31 ^a
2	1,555 ± 0,03 ^a	ND		4,13 ± 0,20 ^c	2,14 ± 0,44 ^b
3	1,551 ± 0,00 ^a	ND	5 cereales (trigo, arroz, avena, cebada y centeno)	7,56 ± 0,14 ^a	2,63 ± 0,08 ^b
4	0,527 ± 0,02 ^c	ND		5,61 ± 0,26 ^c	0,63 ± 0,04 ^c
5	1,42 ± 0,11 ^a	ND		6,97 ± 0,17 ^a	0,91 ± 0,03 ^c
6	1,110 ± 0,21 ^b	ND	Harina de trigo	8,53 ± 0,10 ^b	2,85 ± 0,27 ^b
7	1,456 ± 0,06 ^a	ND	Masa de maíz	7,15 ± 0,19 ^a	1,79 ± 0,26 ^a
8	0,685 ± 0,02 ^c	ND	Trigo y leche	6,09 ± 0,12 ^a	2,33 ± 0,26 ^b
9	0,264 ± 0,01 ^d	ND	Trigo y miel		
10	0,821 ± 0,03 ^b	ND	Vainilla y canela		

Los resultados se expresaron como la media DE ± desviación estándar de 3 determinaciones en 3 muestras distintas. ND, por debajo del límite de detección (mg/100 g). Diferentes letras en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas (p < 0,05).

En la tabla V se muestra la bioaccesibilidad (o disponibilidad *in vitro*) de Fe y Zn para las muestras de PTH y PIH determinado como fracciones solubles y dializables. Para la fracción soluble, que simula la parte principal del proceso de digestión gástrica, se obtuvieron valores inferiores a 0,60 mg de Fe/100 g en las muestras de PTH, a excepción de la muestra de “ayote con cuajada”, para las que se obtuvieron valores medios ligeramente superiores (0,9 mg/100 g). Para las muestras elaboradas con “frijoles” se obtuvieron valores más elevados que los anteriores, en un rango entre 1,09-1,60 mg Fe/100 g. En la fracción de la digestión intestinal (fracción dializable o pancreática) los valores de Fe se situaron en dos niveles: inferiores a 0,58 mg/100 g para las muestras de “puré de camote anaranjado”, “arroz con frijol molido”, “arroz con frijol y hojas verdes”, y entre 0,76-0,59 para los de “puré de frijol con plátano”, “ayote con cuajada” y “banano asado con azúcar”. Los valores obtenidos se situaron en niveles bajos en todos los purés (< 0,8 mg/100 g), con pérdidas superiores al 50% para todas ellas (con respecto al contenido de Fe inicial), y alcanzando en algunos casos mermas del 70% y 84% para el puré de “arroz con frijol molido” y para el de “arroz con frijoles y hojas verdes”. Por otra parte, en cuanto a disponibilidad *in vitro* de Zn para las papillas de elaboración tradicional hondureñas (PTH) encontramos que los valores encontrados, son inferiores a los índices de detección.

En el caso de los PIH (Tabla V) se observó que el porcentaje de Fe presenta valores relativamente similares en cuanto a disponibilidad *in vitro* para la fracción soluble en 4 de las 8 papillas, con pérdidas inferiores al 71% del Fe, además, 3 de las 8 papillas de cereales presentaron diferencias significativas en la fracción soluble con el resto de muestras, con valores superiores a 5 mg de Fe/100 g, concretamente 5,68, 5,64, 5,26 mg Fe/100 g para las muestras de “trigo y miel” y “arroz, vainilla y canela”, respectivamente. Asimismo, en la fracción dializable los valores observados mostraron diferencias significativas para 2 de las 8 PIH estudiadas, con valores cercanos a 2 mg de Fe/100 g en la papilla de “5 cereales” y la de “vainilla y canela”. En el caso de las fracciones solubles y dializables encontramos que las muestras de “trigo y miel”, “5 cereales” y la de “arroz” son las que se mantienen más estables en ambas fracciones, con valores de disponibilidad *in vitro* de entre 100-75%, 52-50,9% y 62-44,9%, respectivamente. Por otro lado, las muestras de papillas infantiles que presentan una menor disponibilidad en la fracción dializable son las papillas “avena” y la de “vainilla y canela”, mostrando una absorción *in vitro* inferior al 27% del contenido inicial. Además, entre las harinas, debemos destacar que la “masa de maíz” presentó una disminución de casi el 90% en la fracción dializable, que es equivalente a la fracción que es absorbida a nivel intestinal. Al comparar entre sí los PIH y PTH, se observan en ambas fracciones muestran diferencias estadísticamente significativas.

Finalmente, la disponibilidad *in vitro* del Zn en los preparados PIH presentó baja disponibilidad de este mineral con valores inferiores a 0,5 mg/100 g en todas las muestras salvo en la “papilla de arroz” y la de “trigo y leche” (1,36 mg/100 g y 0,99 mg/100 g, respectivamente, lo que supone una disminución en su disponibilidad *in vitro* superior al 75%, y en algunos casos alcanzando el 96%, como sucede en la papilla de “avena”.

Tabla V. Disponibilidad *in vitro* de Fe en 10 recetas de purés tradicionales hondureños (PTH) y disponibilidad *in vitro* de Fe y Zn en 8 papillas industriales para lactantes hondureños (PIH)

PTH	% Fe (mg/100 g)		PIH	% Fe (mg/100 g)		% Zn (mg/100 g)		
	Soluble	Dializable		Soluble	Dializable	Dializable		
1	Arroz con frijol y hojas verdes	1,60 ± 0,05 ^c	0,32 ± 0,00 ^a	1	Trigo y miel	5,683 ± 0,45 ^a	1,337 ± 0,03 ^a	0,423 ± 0,00 ^a
2	Arroz con frijol molido	1,12 ± 0,04 ^a	0,41 ± 0,00 ^a	2	5 cereales	3,962 ± 0,18 ^b	1,931 ± 0,04 ^b	0,109 ± 0,00 ^b
3	Ayote (calabaza) con cuajada	0,89 ± 0,01 ^a	0,67 ± 0,01 ^b	3	Arroz	5,639 ± 0,20 ^a	1,155 ± 0,02 ^a	1,364 ± 0,03 ^c
4	Ayote con mantequilla	0,41 ± 0,01 ^b	0,26 ± 0,00 ^a	4	Avena	3,859 ± 1,34 ^b	1,094 ± 0,05 ^a	0,483 ± 0,00 ^a
5	Banano asado con azúcar	0,60 ± 0,01 ^a	0,16 ± 0,03 ^a	5	Vainilla y canela	5,264 ± 0,01 ^a	1,973 ± 0,08 ^b	–
6	Camote (batata) anaranjado	ND	0,33 ± 0,00 ^a	6	Trigo y leche	3,511 ± 0,01 ^b	–	0,990 ± 0,01 ^c
7	Frijol (habichuela) con plátano	1,09 ± 0,21 ^a	0,59 ± 0,02 ^a	7	Harina de trigo	3,966 ± 0,02 ^b	1,353 ± 0,01 ^a	0,436 ± 0,00 ^a
8	Papa (patata) con mantequilla	0,37 ± 0,00 ^b	–	8	Masa de maíz	4,186 ± 0,03 ^b	0,870 ± 0,00 ^a	–
9	Plátano con mantequilla	0,08 ± 0,00 ^b	–					
10	Zanahoria, crema y leche	0,58 ± 0,00 ^b	0,24 ± 0,00 ^a					

Los resultados se expresaron como la media de \pm desviación estándar de 3 determinaciones en 3 muestras distintas. ND: por debajo del límite de detección (mg/100 g). Diferentes letras en la misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

DISCUSIÓN

En una etapa como la lactancia y los primeros meses de vida en la que los requerimientos nutricionales son superiores a los de cualquier otro grupo de edad y situación fisiológica, resulta necesario conocer del modo más preciso posible la composición de los alimentos y aquellos factores asociados a la absorción, especialmente de los micronutrientes esenciales como son el Fe y el Zn. La bioaccesibilidad juega un papel clave para que no solo el aporte cuantitativo sino el cualitativo sea el adecuado para el desarrollo físico, cognitivo e inmunológico del lactante. Igualmente la búsqueda de estrategias para mejorar dicha absorción en el periodo de diversificación de la dieta son esenciales, teniendo en cuenta que existen factores determinantes, que intervienen en la biodisponibilidad de los minerales ingeridos como son los procesos digestivos o de absorción, la unión con la matriz alimentaria, la alteraciones de pH, la naturaleza de los minerales (componentes propios del alimento o añadidos como fortificantes) o estado fisiológico del individuo. Factores que adquieren especial relevancia en países en los que existen grupos de población de mayor riesgo por sus condiciones económico-culturales o de desarrollo como es el caso Honduras. Además, este país de la región centroamericana es considerado por la FAO como de ingresos medios-bajos, y presenta un índice de desnutrición crónica del 23% con una incidencia de anemia ferropénica en preescolares

superior al 29% (17), lo que indica que ciertos grupos de población rural, indígena o de bajos ingresos se encuentran en riesgo de desnutrición especialmente infantil.

Los resultados de nuestro estudio muestran en general cómo la dieta del lactante hondureño alimentado con alimentos disponibles a nivel local (PTH) presenta una baja densidad de los micronutrientes analizados (Fe y Zn) identificados como uno de los problemas de nutrientes en el país (24). Coincidiendo de este modo con numerosos estudios que relacionan una alimentación complementaria basada en alimentos de origen vegetal o mayoritariamente vegetal con una absorción disminuida de estos micronutrientes (25,26,11). Fundamentalmente por su baja biodisponibilidad (1-6%), y por la presencia de alimentos ricos en inhibidores, como los taninos, ácido oxálico, ácido fítico (cereales integrales y legumbres), calcio y la presencia de fosfoproteínas (11). Además, una dieta predominantemente vegetariana también decrece la secreción de ácido del estómago, interfiriendo en la absorción a nivel intestinal del Fe (26).

En las muestras analizadas la ración diaria de PTH proporciona valores inferiores a las PIH, con un contenido menor en todas las PTH de 2 mg Fe/día por 100 g y valores de disponibilidad *in vitro* para las PTH que se sitúan en niveles esencialmente bajos en todas las muestras analizadas. Nuestros resultados son similares a los que muestran estudios anteriores en México y Chile en cuanto al contenido total de Fe en alimentos (27,28). El porcen-

taje de Fe que presentan los alimentos típicos empleados para la elaboración de las PTH se muestra como una dieta monótona, fundamentalmente de origen vegetal, que no contiene cantidades significativas de otros alimentos que mejoren la absorción del Fe contribuyendo a la baja disponibilidad *in vitro*. Las muestras de PTH que proporcionan un porcentaje más alto son las elaboradas con “frijoles pintos y cuajada”, con valores entre el 44%-65% de la IDR por 100 g, valores cercanos a los que presenta la dieta complementaria de los lactantes indonesios, donde su alimentación complementaria no proporciona IDR superior al 63% de Fe (29) en los alimentos de elaboración casera.

Otro de los factores a tener en cuenta es que las frutas o vegetales que se adicionan a los preparados están cocinadas, por lo que vitamina C, que actúa como potenciador puede aparecer inhibida en las PTH, ya que el cocinado de la papilla acelera la velocidad de degradaciones debido a las altas temperaturas durante la cocción (30). En ninguno de los PTH se detectó Zn, posiblemente por encontrarse por debajo del límite de detección. La evidencia de un efecto del Ca sobre la biodisponibilidad de Zn en los seres humanos ha sido contradictoria, ciertos estudios sugieren un posible efecto inhibitorio del Ca, y otros sugieren que incrementan la disponibilidad uniéndose el Fe y Ca al ácido fítico y permitiendo una mejor absorción de Zn (31). Asimismo, el consumo paralelo de suplementos o alimentos enriquecidos con Ca, Cu o Fe puede dificultar la absorción del Zn (11).

Estos valores, relativamente bajos en las PTH, pueden indicar que este tipo de alimentos de consumo mayoritario (18) contribuyan a una inadecuada ingesta de Fe y Zn, y a ser un factor que contribuya a una mayor incidencia de anemia entre los lactantes hondureños, muy especialmente en el momento que comienza la introducción de la alimentación complementaria en los meses 6-9 (3,32). Además, tal y como hemos mencionado, en Honduras también encontramos una alta incidencia de diarrea entre su población infantil, incrementado su susceptibilidad al déficit de determinados nutrientes y al incremento en el riesgo de infecciones. Esto justifica la puesta en práctica de pautas de salud pública como las empleadas en este país en las que se recomienda el suplemento en Zn, ya que se ha observado cómo su aporte como suplemento reduce la duración y la gravedad de la diarrea y previene episodios posteriores (33). Por ello, una mayor bioaccesibilidad en la alimentación de Zn y de Fe sería una estrategia alimentaria y nutricional con claras repercusiones positivas para la salud infantil.

En cuanto a los PIH en Honduras, observamos que presentan valores más elevados en disponibilidad *in vitro* en ambos minerales frente a las PTH, ya que todas se mantenían relativamente estables en ambas fracciones con valores de disponibilidad *in vitro* de entre el 75% y el 50% como las muestras del “trigo y miel” y “5 cereales”, respectivamente, destacando la de “avena” como la menos bioaccesible con pérdidas superiores al 90%. Destacar que las muestras fueron reconstituidas con agua, por lo que no participaban los inhibidores de la leche como el Ca que puede competir con Zn, Mg, Cu, y Fe para la absorción en el intestino (34), y se elaboraron en la proporción indicada por el fabricante ya que en ocasiones se ha observado como práctica habitual

una dilución de los cereales en mayor proporción de lo indicado, ocasionado una merma en el consumo de ambos minerales y por ende una ingesta inadecuada (35). Tampoco se sometieron a las muestras a largos periodos de almacenamiento, que pudieran ocasionar pérdidas (36).

CONCLUSIÓN

Queda evidenciado que, aunque el empleo de ingredientes locales sea una de las vías de sostenibilidad nutricional en determinados grupos de población en los países de ingresos medios o bajos como Honduras, la incorporación de ciertos alimentos como legumbres o vegetales puede conferir ciertos quelantes de los minerales esenciales como el Fe y el Zn, que reduce significativamente su absorción en comparación con los mismo alimentos de origen industrial. Sin embargo, se necesitan enfoques que combinen intervenciones para proporcionar Fe con otras medidas en entornos donde su carencia no es la única causa de la anemia.

BIBLIOGRAFÍA

1. Food and Agriculture Organization (FAO), World Food Program (WFP), and International Fund for Agricultural Development (IFAD). 2013. The State of Food Insecurity in the World 2013: The Multiple Dimensions of Food Security. Rome: FAO; 2013.
2. World Health Organization Iron deficiency anaemia: assessment, prevention and control. A guide for programme managers, Geneva: WHO/UNICEF/UNU; 2001. p. 1-114.
3. Secretaría de Salud [Honduras], Instituto Nacional de Estadística (INE) e ICF International. 2013. Encuesta Nacional de Salud y Demografía 2011-2012. Tegucigalpa, Honduras: SS, INE e ICF International.
4. Gil-Hernández A, Uauy-Dagach R, Dalmau-Serra J. Bases para una alimentación complementaria adecuada de los lactantes y los niños de corta edad. *An Pediatr* 2006;65(5):481-95.
5. Food and Nutrition Board. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fibre, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids. Institute of Medicine. Washington, D.C.: National Academy Press; 2002-2005.
6. Agostoni C, Decsi T, Fewtrell M, et al. Complementary feeding: a commentary by the ESPGHAN Committee on Nutrition. *J Pediatr Gastroenterol Nutr* 2008;46(1):99-110.
7. Allen L, De Benoist B, Hurrell R, et al. Guidelines for Food Fortification with Micronutrients. Geneva: World Health Organisation, Food and Agriculture Organisation of the WHO; 2016.
8. Fernández-Palacios L, Frontela-Saseta C, Ros G. Nutrientes clave en la alimentación complementaria: El hierro en fórmulas y cereales. *Acta Pediátrica Esp* 2015;73:269-76.
9. Zimmermann MB, Hurrell RF. Nutritional iron deficiency. *Lancet* 2007; 370:511-20.
10. Organización Mundial de la Salud. La alimentación del lactante y del niño pequeño. Washington, DC 2010. p. 19-27.
11. Faber M. Complementary foods consumed by 6-12-month-old rural infants in South Africa are inadequate in micronutrients. *Public Health Nutrition*, 2005;8(4):373-38.
12. Lonnerdal B. Dietary factors influencing zinc absorption. *J. Nutr* 2000;130(5S):1378S-1383S.
13. Rubio C, González Weller D, Martín-Izquierdo RE, et al. El zinc: oligoelemento esencial. *Nutr Hosp* 2007;22(1):101-7.
14. Morán Rey J. Alimentación complementaria en España. Situación actual. *Rev Esp Pediatr* 1992;48(6):463-9.
15. Brooks WA, Santosham M, Roy SK, et al. Efficacy of zinc in young infants with acute watery diarrhea. *Am J Clin Nutr* 2005;82:605-10.
16. Frontela Saseta C, Martínez Gracia C, Ros Berruzo G. Efectos de la adición de fitasa sobre la biodisponibilidad mineral *in vitro* en papillas infantiles. Tesis Doctoral. Murcia: Universidad de Murcia, Facultad de Veterinaria; 2007.

17. Fernández-Palacios L, Frontela Saseta C, Augustinus-Barrientos EL, et al. Grado de malnutrición, y su relación con los principales factores estructurales y alimentarios de la población preescolar hondureña. Prevalencia de la lactancia materna en los mismos. *Nutr Hosp* 2016 (en prensa).
18. Encuesta Nacional de Condiciones de Vida ENCOVI 2004. Encuesta Nacional de Consumo de Alimentos en Latino América, 2014.
19. Black R E. Maternal and child undernutrition, global and regional exposures and health consequences. *Lancet* 2008;371:242-60.
20. Ravasco P, Anderson H, Mardones F. Red de malnutrición en Iberoamérica del programa de ciencia y tecnología para el desarrollo; métodos de valoración del estado nutricional. *Nutr Hosp* 2010;25(3):57-66.
21. Madariaga A, López EV, Mejías HF. Guía detallada para la introducción de alimentos a partir de los seis meses de edad. (OPS/INCAP/ UNICEF); 2003.
22. Miller DD, Schricker BR, Rasmussen RR, et al. An in vitro method for estimation of iron availability from meals. *Am J Clin Nutr* 1981;34(10):2248-56.
23. Frontela C, Scarino ML, Ferruzza S, et al. Effect of dephytinization on bioavailability of iron, calcium and zinc from infant cereals assessed in the Caco-2 cell model. *World J Gastroenterol* 2009;15(16).
24. Molina MR, Noguera A, Dary O, et al. Principales deficiencias de micronutrientes en Centroamérica. Estrategias del INCAP para su control. *Food Nut A* 1993;7:26-33.
25. Hunt JR. Moving toward a plant-based diet: are iron and zinc at risk? *Nutr Rev* 2002;60:127-34.
26. Gibbs MM. Manufactured complementary foods for infant and young child feeding in Asia: micronutrient adequacy and improvement. Master's thesis, University of Otago. Dunedin, New Zealand; 2010.
27. Méndez RO, Bueno K, Campos N, et al. Contenido total y disponibilidad in vitro de hierro y zinc en alimentos de mayor consumo en Sonora y Oaxaca, México. *Arch Latinoam Nutr* 2005;55:187-93.
28. Pizarro F, Olivares M, Kain J. Hierro y zinc en la dieta de la población de Santiago. *Rev Chil Nutr* 2005;32:7518.
29. Santika O, Fahmida U, Ferguson EL. Development of food-based complementary feeding recommendations for 9- to 11-month-old peri-urban Indonesian infants using linear programming. *J Nutr* 2009;139:135-4.
30. Braquehais FR. Estabilidad de vitaminas, vida comercial y bioaccesibilidad de folatos-hierro en formulas infantiles de continuación y crecimiento. Tesis Doctoral. Murcia: Universidad de Murcia, Facultad de Veterinaria; 2008.
31. Miller LV, Krebs NF, Hambidge KM. Mathematical model of zinc absorption: effects of dietary calcium, protein and iron on zinc absorption. *Br J Nutr* 2013;109:695-700.
32. Cohen RJ, Dewey KG, Brown KH. Effects of age of introduction of complementary foods on infant breast milk intake, total energy intake, and growth: a randomized intervention study in Honduras. *Lancet* 1994;344:288-93.
33. García-Casal MN, Leets I, Bracho C, et al. Prevalence of anemia and deficiencies of iron, folic acid and vitamin B12 in an Indigenous community from the Venezuelan Amazon with a high incidence of malaria. *Arch Latinoam Nutr* 2008;58(1):12-8.
34. Melø R, Gellein K, Evje L, et al. Minerals and trace elements in commercial infant food. *Food Chem Toxicol* 2008;46(10):3339-42.
35. Montesinos, EM, Lorente, BF. Deficiencia de hierro en la infancia (II). Etiología, diagnóstico, prevención y tratamiento. *Acta Pediatr Esp* 2010;68(6):305-11.
36. Pardiño-López J. Alimentación complementaria del niño de seis a 12 meses de edad. *Acta Pediatr Mex* 2012;33(2):80-8.