

Interacción calcio-fitato-cinc en yogures con cereales

M. Florencia del Carmen Borelli¹
Adriana N. Ramón²
Sara M. de la Vega³

¹Licenciada en Nutrición
Especialista en Docencia
Universitaria
Magíster en Nutrición Humana
²Licenciada en Nutrición
Magíster en Salud Pública
³Bioquímica
Especialista en Salud Pública
Consejo de Investigación Facultad de Ciencias de la Salud
Universidad Nacional de Salta

Correspondencia:
María Florencia del Carmen Borelli
Tucumán 762
Salta (Capital) 4400
República Argentina
E-mail: mfborelli@yahoo.com.ar

Resumen

Fundamentos: La disminución en la biodisponibilidad del cinc se debe a inhibidores de la absorción del mismo, como el fitato y factores dietéticos. La Organización Mundial de la Salud aconseja para estimar la biodisponibilidad del cinc utilizar la relación molar [fitato]/[Zn] y la relación molar [Ca]/[fitato]/[Zn]. El objetivo de este estudio fue determinar la biodisponibilidad del cinc en yogures enteros con cereales.

Métodos: Se determinó el contenido de fitato (HPLC), calcio y cinc (espectrofotometría de absorción atómica) en tres marcas de yogures con cereales.

Resultados: Las relaciones molares [fitato]/[Zn] observadas fueron bajas (0.83 a 3.89 mmol/100 g). Las muestras mostraron bajas relaciones molares de [Ca]/[fitato]/[Zn] (7.91 a 20.75 mmol/MJ).

Conclusiones: Las relaciones molares fitato/cinc menores a 5 sugieren una biodisponibilidad mayor al 50%. Con respecto a las relaciones molares Ca-fitato/Zn encontradas, las mismas no pueden inducir una deficiencia marginal de cinc según el punto de corte sugerido por la OMS (≥ 150 mmol/4.2 MJ ó ≥ 22 mmol/MJ).

Palabras claves: Biodisponibilidad de cinc. Relación molar fitato/cinc. Relación molar calcio-fitato/cinc. Absorción del cinc. Fitato en cereales.

Summary

Background: Zinc low bioavailability is due to inhibitors of zinc absorption such as phytate and dietary factors. The World Health Organization recommends to estimate zinc bioavailability study: [phytate]/[Zn] molar ratio and [Ca]`phytate]/[Zn]molar ratio. The objective of this study was determined the zinc bioavailability in whole yogurt with cereals.

Methods: Phytate (HPLC), calcium and zinc (Atomic Absorption Spectrometry) were determined. **Results:** Phytate/Zinc molar ratios were lower (0.83 to 3.89 mmol/100 g). The samples showed a low [Ca]/[phytate]/[Zn] molar ratios (7.91 to 20.75 mmol/MJ).

Conclusions: Phytate/Zn molar ratios below 5 suggest bioavailability higher 50%. In spite of [Ca]/[phytate]/`Zn] molar ratios in the different samples will not have influence on zinc absorption, it could not induce marginal zinc deficiency in agreement to the cutoff point suggested by WHO (≥ 150 mmol/4.2 MJ or ≥ 22 mmol/MJ).

Key words: Zinc bioavailability. Phytate/zinc molar ratio. Calcium-phytate/zinc molar ratio. Zinc absorption. Phytic acid in cereals.

Introducción

La importancia del cinc en el organismo radica en una serie de propiedades químicas, en algunos casos como único elemento, de varios sistemas biológicos participando de este modo en un gran número de procesos metabólicos. Actúa en el sitio catalítico de muchos sistemas enzimáticos, y al no cambiar su estado electroquímico actúa como un estabilizador intramolecular, previene la formación de uniones disulfuros y desplaza o compite con iones cúpricos o férricos evitando así el daño oxidativo de los tejidos¹. Además es un ion estructural de algunas membranas biológicas o de los ácidos nucleicos, forma enlaces cruzados como en las bases de los denominados "dedos del cinc", característicos de algunas proteínas de transcripción^{2,3}. El cinc es esencial para la integridad de las histonas, forma parte de las polimerasas del ADN y ARN y de enzimas del citosol encargadas de la síntesis de proteínas, por ello se relaciona al elemento con un papel importante en el crecimiento celular³.

La ubicuidad y versatilidad del cinc en el metabolismo subcelular sugieren que su deficiencia puede resultar en un daño generalizado de muchas funciones metabólicas. A pesar de una comprensión parcial de la importancia del cinc en el crecimiento y diferenciación celular se debe prestar atención a la vulnerabilidad de un inadecuado suministro del mineral en períodos de rápido crecimiento (embrión, feto, lactantes, preescolares, pacientes con procesos inmunes y otros)^{3,4}.

Se sabe que la deficiencia de cualquier nutriente puede deberse a una disminución en la ingesta, a un aumento de las necesidades del organismo o bien a

una disminución en la biodisponibilidad del mismo⁵. Esta última causa en el caso del cinc está asociada con antinutrientes que inhiben su absorción como fitatos, oxalatos, taninos, fibra y otros constituyentes de la dieta que se encuentren en una relación desproporcionada con respecto a él como por ejemplo hierro y calcio⁶.

Fitato

El fitato contenido principalmente en alimentos como maíz, arroz, otros cereales y leguminosas está compuesto de una mezcla de diferentes formas fosforiladas del inositol: mono, di, tri, tetra, penta y hexafosfato. Hay varios métodos que reducen el contenido de fitato de los alimentos como es el leudar el pan y la fermentación en general. La germinación y la molienda pueden reducir el contenido del compuesto en cereales y leguminosas⁷⁻⁸.

Calcio

El calcio per se no tiene efectos en la absorción del cinc, aunque algunos estudios de balance y absorción en adultos manifiestan que altas concentraciones de calcio exacerban el efecto inhibitorio del fitato sobre la absorción de cinc, debido a que forma un complejo calcio-cinc-fitato en el intestino que es menos soluble que los complejos del fitato por sí solos⁷⁻⁵.

Interacción calcio-fitato-cinc

La organización Mundial de la Salud recomienda un algoritmo para estimar la biodisponibilidad del cinc basada en la ingesta de cinc y en un factor de disponibilidad, en un rango del 10 – 50% dependiendo de la relación molar fitato/cinc de la dieta (Tabla 1).

Un contenido alto de fitato y calcio forman un precipitado insoluble, para ello se ha postulado que la relación [Ca] [fitato]/ [Zn] se utilice como predictor de la biodisponibilidad del cinc. Aunque todavía no se ha definido el punto de corte de la relación [Ca] [fitato]/ [Zn] que inhibe la biodisponibilidad del mineral, se ha propuesto relacionarlo con la ingesta calórica. Así una relación ≥ 150 mmol/4.2 MJ sugiere una quelación del cinc, este valor es el que aconseja la OMS como punto de corte¹⁰.

Material y métodos

Se trabajó con 3 marcas de yogur entero con cereal (hojuelas de maíz) de mayor venta, adquiridos al azar en comercios de Salta-Capital (Argentina).

Relación Molar [fitato/cinc]	Biodisponibilidad ⁹ del cinc
> 30	10 %
15 – 30	15 %
5 – 15	30 %
< 5	> 50%

Tabla 1. Biodisponibilidad del cinc según la relación molar fitato/cinc

Las muestras (A, B y C) se acondicionaron para ser transportadas al Laboratorio Regional de Control de Calidad, Nestlé Región Bolivariana, Quito-Ecuador a una temperatura $4 \pm 2^\circ$ C. En el mismo se homogeneizaron las muestras mezclando cada yogurt con los cereales.

Se realizó análisis de ácido fítico, calcio y cinc. Las determinaciones se realizaron por duplicado, los resultados de calcio y cinc obtenidos se presentan como promedios. El contenido de ácido fítico se obtuvo a través de la ecuación de regresión lineal elaborada con los patrones del mismo.

Determinación de cinc y calcio

Los minerales fueron determinados por espectrofotometría de absorción atómica con llama de gas aire-acetileno según la Association of Official Analytical Chemists (A.O.A.C)¹¹. El calcio también fue determinado realizando una modificación del método propuesto por A.O.A.C. de una hidrólisis ácida de los alimentos con ácido clorhídrico concentrado. Una vez que las muestras y los patrones de referencia fueron preparados se leyeron con el programa AA Winlab (Waters), utilizando λ 213.9 y 422.7 para cinc y calcio respectivamente. El agua utilizada para la preparación de las muestras y los estándares fue Mili Q, agua ultrafiltrada 18.2 Ω . Se pesaron aproximadamente 2 gramos de cada muestra.

Determinación de Fitato

Para la extracción y cuantificación del ácido fítico se utilizó el método de Graft and Dintzis¹², determinación por HPLC (High-Performance Liquid Chromatography). Se utilizó phytic acid (inositol hexaphosphoric acid) calcium salt, SIGMA (P-9539) como estándar. Resina Dowex (SIGMA) IX8-200 para retener y concentrar el ácido fítico de las muestras y luego realizar su elución con ácido clorhídrico. El equipo de HPLC utilizado fue de Waters Módulo de Separación W2690 con columna C₁₈-100-5; detector de Índice de Refracción Modelo Shimadzu RID-6

A, atn 0.25. La fase móvil utilizada fue acetato de sodio 5 mM más azida de sodio 0.01%. Las determinaciones se realizaron con un flujo de 1 ml/min., temperatura constante (27°C), rango:16, presión arriba de 2000 psi.

Resultados

En la Tabla 2 se observa el contenido de cinc y calcio de los yogures de distintas marcas rotulados como yogur A, B y C. El contenido de calcio se encontró dentro de los valores declarados en el rotulado de los mismos, a excepción de la marca C.

Los resultados de la relación molar [fitato]/[cinc] son presentados en la Tabla 3. Si se tiene en cuenta que la relación influye en la absorción del cinc y utilizando

Tabla 2.
Contenido de cinc y calcio de tres marcas de yogures con cereal (mg/100g base húmeda)

Alimento	CINC	CALCIO ¹	CALCIO ²
Yogur A (n:2)	0.44 ^a	123 ^a	128 ^a
Yogur B (n:2)	1.18	156	150
Yogur C (n:2)	1.52	167	91

1. Contenido de calcio calculado según técnica A.O.A.C.; 2. Contenido de calcio calculado con técnica modificada de A.O.A.C.; a. promedios mg/100g de alimento.

Tabla 3.
Relación molar [fitato]/[cinc] de tres marcas de yogures con cereal

Alimento	Ácido Fóico ^a	Cinc ^a	Relación Molar ^b [Fitato]/[Cinc]
Yogur A (n:2)	13.80 ^c	0.44 ^c	3.89
Yogur B (n:2)	9.87	1.18	0.83
Yogur C (n:2)	27.02	1.52	1.74

a: promedios mg/100g de alimento; b: mmol/100g de alimento; c: para convertir a mmol/100 g dividir fitato entre 660 y cinc por 65.

Tabla 4.
Relación molar [calcio][fitato]/[cinc] de tres marcas de yogures con cereal

Alimento	Relación Molar [calcio][fitato]/[cinc] mmol/100g	Relación Molar [calcio][fitato]/[cinc] mmol/MJ
Yogur A (n:2)	9.88	20.75
Yogur B (n:2)	3.13	7.91
Yogur C (n:2)	3.97	11.75

la recomendación de la OMS para estimar la biodisponibilidad del mineral, las tres marcas de yogures analizados tendrían una disponibilidad mayor al 50% debido a que las relaciones molares de los mismos se encuentran por debajo de 5⁹.

Con respecto a la relación molar [calcio][fitato]/[cinc] (Tabla 4) en este estudio la relación se presenta en mmol/100g de alimento y mmol/MJ. De las estimaciones mencionadas la relación molar fue de 9.88 mmol/MJ, 3.13 mmol/MJ y 3.97 mmol/MJ para yogures muestras A, B y C respectivamente. Esto indica que el contenido de calcio, fitato y cinc en las distintas muestras no tendrían una influencia significativa en la absorción de cinc debido a que la relación dista bastante del punto de corte sugerido por la OMS de 150 mmol/4.2 MJ (\cong 36 mmol/MJ) para inducir una deficiencia marginal del oligoelemento¹⁰.

Discusión

Aunque es raro encontrar deficiencias graves del oligoelemento en nuestro país no existen estudios a nivel poblacional del estado de nutrición del cinc, pero no sería raro encontrar deficiencias marginales. Estas últimas involucran lento retraso del crecimiento, falta de apetito y disminución de la agudeza gustativa, y cuando esto se presenta a más temprana edad es más difícil la recuperación de los individuos afectados.

El consumo de yogur con cereales es cada vez mayor, por ello la importancia de conocer si las hojuelas de cereal pueden disminuir la disponibilidad de los minerales en los mismos. No se encontraron estudios de yogur con cereales, pero si de cereales para desayuno reportados por Oberleas y colaboradores (1981); en dicha investigación el contenido de cinc y fitato para hojuelas o copos de maíz fueron de 0.3 y 48.1 mg/100g de porción comestible para cinc y fitato respectivamente¹³. Si se los compara con los resultados obtenidos en el presente estudio se aprecia con respecto al cinc una cierta similitud, sobretodo con la muestra A, en cambio con el fitato no hay correspondencia. Al realizar las relaciones molares se observa que la biodisponibilidad del cinc es superior al 50%.

También es importante tener en cuenta la relación [calcio][fitato]/[cinc] a pesar de que existen discrepancias entre los diferentes estudios, algunos aseguran que el calcio potencia la formación del complejo calcio-cobre-fitato⁵. Otros aseguran que las dietas con un alto contenido de calcio mejoran la disponibilidad del cinc dependiendo esto del momento en que son suministrados y de la forma química en que se

encuentra el calcio⁷. Los resultados obtenidos muestran que analíticamente en estos alimentos no hay interferencia en la absorción de cinc, debido a que los valores obtenidos están por debajo del punto de corte establecido por la OMS (150 mmol/4.2MJ)¹⁰.

Bibliografía

1. Fierke C. Function and mechanism of zinc. *J Nutr* 2000;130:1437S–1446S.
2. OPS-ILSI. *Conocimientos actuales sobre Nutrición*. Organización Panamericana de la Salud. Washington, D.C., ILSI Press, 1991.
3. Hambidge M. Human zinc deficiency. *J Nutr* 2000;130:1344S–1349S.
4. Berg J, Shi Y. The galvanization of biology: a growing appreciation for the roles of zinc. *Science* 1996;27:1081–5.
5. Gibson RS, Ferguson EL. Assessment of dietary zinc in a population. *Am J Clin Nutr* 1998;68(suppl):430S–434S.
6. INCAP/OPS. *Recomendaciones Dietéticas Diarias*. INCAP. Guatemala, Publicación Incap ME/057, 1994.
7. Lönnerdal B. Dietary factors influencing zinc absorption. *J Nutr* 2000;130:1378S–1383S.
8. Krebs NF. Overview of zinc absorption and excretion in the human gastrointestinal tract. *J Nutr* 2000;130:1374S–1377S.
9. King JC. Determinants of maternal zinc status during pregnancy. *Am J Clin Nutr* 2000;71(suppl):1334S–1343S.
10. Paul A, Bates CJ, Prentice AP, Day KC, Tsuchiya H. Zinc and phytate intake of rural Gambian infants: contributions from breastmilk and weaning foods. *Int J Food Sci Nutr* 1998;49:141–55.
11. A.O.A.C. *Methods Association Official Analytical Chemistry*. 14th ed. Published by AOAC, Inc 1984.
12. Graf E, Dintzis FR. High-performance liquid chromatographic method for the determination of phytate. *Anal Biochem* 1982;119:413–7.
13. Oberleas D, Harland BE. Phytate content of food: Effect on dietary zinc bioavailability. *J Am Diet Assoc* 1981;79:433–6.