

Contenido de calcio, fibra dietaria y fitatos en diversas harinas de cereales, pseudocereales y otros

Calcium, dietary fiber and phytate content in various flours of cereals, pseudocereals and other

Conteúdo de cálcio, fibra alimentar e fitatos em diversas farinhas de cereais, pseudocereais e outros

- Luis Dyner^{1a}, Carolina Cagnasso^{1a}, Verónica Ferreyra^{2b},
María Luz Pita Martín de Portela^{3c}, Nicolás Apro^{4b}, Margarita Olivera Carrión^{5a}

¹ Dr. de la Universidad de Buenos Aires.

² Mg. Internacional en Tecnología de Alimentos.

³ Dra. en Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.

⁴ Ingeniero Químico, Alta Especialización en Tecnología de los Alimentos, España.

⁵ Dra. en Ciencias Químicas, Universidad de Buenos Aires.

^a Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Departamento de Sanidad, Nutrición, Bromatología y Toxicología, Cátedra de Bromatología, Argentina.

^b Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI), Centro de Cereales y Oleaginosas de la Ciudad de 9 de Julio, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

^c Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Departamento de Sanidad, Nutrición, Bromatología y Toxicología, Cátedra de Nutrición, Argentina

Acta Bioquímica Clínica Latinoamericana

Incorporada al Chemical Abstract Service.

Código bibliográfico: ABCLDL.

ISSN 0325-2957

ISSN 1851-6114 en línea

ISSN 1852-396X (CD-ROM)

Resumen

El contenido de calcio (Ca) y de compuestos que afectan su absorción son relevantes en dietas ricas en harinas integrales y frutos secos, tanto en vegetarianos estrictos, individuos con intolerancia a lácteos, como en celíacos. Se determinaron Ca, fibra dietaria y perfil de inositol fosfato (IP) en harinas integrales/refinadas y/o extrudidas de cereales (trigo, maíz, arroz, sorgo), pseudocereales (trigo sarraceno, amaranto), leguminosas (arveja), oleaginosas (soja, lino). Se cuantificó Ca por espectrometría de absorción atómica, fibra dietaria por método enzimático-gravimétrico y perfil de IP por HPLC. Mediante factores de conversión, se calculó el contenido de ácido fítico (AF) y la relación molar AF/Ca como indicador de su disponibilidad potencial. El Ca (mg/100 g) fue muy bajo en harinas de cereales (<20 trigo refinada, maíz integral, arroz integral, sorgo integral y refinada), en pseudocereales fue variable (4 trigo sarraceno, 115 amaranto) y fue superior en harinas de arveja, soja y lino (102-257) pero no aumentó en galletitas con agregado de estas últimas harinas. El contenido de fibra dietaria fue acorde al grado de extracción (1,4-13,3 g/100 g). En todos los casos la relación molar AF/Ca superó 0,17-0,24, valor límite que disminuiría la absorción del Ca.

Palabras clave: calcio * fitatos * fibra dietaria * harinas * cereales * pseudocereales * extrusión

Summary

Calcium (Ca) content and compounds that affect its absorption are relevant in wholemeal flours and tree nuts. These foods are specially recommended for vegetarians, people with intolerance to dairy products and celiac patients. Ca, dietary fibre and inositol profile (IP) were analyzed in wholemeal/refined/extruded flours, in cereals (wheat, maize, rice, sorghum), pseudocereals

(buckwheat, amaranth), leguminous (peas) and oilseeds (soy, flax). Ca was assessed by atomic absorption spectrometry, dietary fibre using an enzymatic method and IP profile by HPLC. Phytic acid content (AF) was obtained using conversion factors. Molar ratio AF/Ca was calculated as an index of potential Ca availability. Ca (mg/100 g) was very low in cereal flours (<20 in refined wheat, wholemeal maize and rice and refined and wholemeal sorghum). In pseudocereals, Ca varied (4 buckwheat, 115 amaranth). It was high in peas, soy and flax (102-257), but this was not enough to improve Ca in cookies made with these mix flours. Dietary fibre content was coincidental with the extraction grade (1.4-13.3/100 g). In all cases, AF/Ca molar ratios exceeded 0.17-0.24, limit value that represents the negative effect of AF over calcium availability.

Key words: calcium * phytate * dietary fibre * flours * cereals * pseudocereals * extrusion

Resumo

O teor de cálcio (Ca) e de compostos que afetam sua absorção são relevantes em dietas ricas em farinhas integrais e frutos secos, tanto em vegetarianos rigorosos, indivíduos com intolerância a laticínios e quanto celíacos. Determinaram-se Ca, fibra alimentar e perfil inositol fosfato (IP) em farinhas integrais/refinadas e/ou extruídas de cereais (trigo, milho, arroz, sorgo), pseudocereais (trigo sarraceno, amaranto), leguminosas (ervilha), oleaginosas (soja, linhaça). Quantificou-se Ca por espectrometria de absorção atômica, fibra alimentar pelo método enzimático-gravimétrico e perfil de IP por HPLC. A través de fatores de conversão foi calculado o conteúdo de ácido fítico (AF) e a relação molar AF/Ca como indicador de sua disponibilidade potencial. O Ca (mg/100 g) foi muito baixo em farinhas de cereais (<20 trigo refinada, milho integral, arroz integral, sorgo integral e refinada), em pseudocereais foi variável (4 trigo sarraceno, 115 amaranto) e foi superior em farinhas de ervilha, soja e linhaça (102-257), mas não aumentou em biscoitos com estas últimas farinhas adicionadas. O conteúdo de fibra alimentar foi conforme ao grau de extração (1,4-13,3 g/100 g). Em todos os casos a relação molar AF/Ca superou 0,17-0,24, valor limite que diminuiria a absorção do Ca.

Palavras chave: calcio * fitatos * fibra alimentar * farinhas * cereais * pseudocereais * extrusão

Introducción

El calcio (Ca) es un mineral esencial y los alimentos pueden constituir una fuente más o menos importante, dependiendo no sólo del contenido del mineral presente, sino también del resto de los componentes que se encuentren en la matriz alimentaria, favoreciendo o impidiendo su absorción intestinal.

Los lácteos constituyen la principal fuente en el contexto de la dieta occidental. El Código Alimentario Argentino define "leche", sin otro calificativo, la de origen vacuno en forma exclusiva (1), aunque se consumen "leches" de origen bubalino, ovino y caprino. Los productos lácteos elaborados a partir de las mismas materias primas: quesos, yogures, postres, etc., presentan un elevado contenido de Ca de elevada absorción, favorecida por la relación adecuada con el fósforo (Ca/P), así como también por la formación de complejos con macropéptidos derivados de la hidrólisis de la caseína a nivel intestinal (2) (3).

El contenido de Ca y su disponibilidad potencial, ha adquirido particular relevancia en matrices de origen vegetal debido a las recomendaciones de alimentación saludable, entre las cuales se encuentra la diversificación de la dieta, aumento del consumo de harinas integrales y de grano entero, de leguminosas etc. (4). Por otro lado, también se debe considerar el aumento de la población vegetariana mundial, tendencia que también

se registra en Argentina (sobre todo en adolescentes), si bien no existen datos oficiales (5) (6).

Los alimentos de origen vegetal presentan distintos componentes que afectan la disponibilidad del mineral como fenoles, ácidos orgánicos, ácidos grasos libres, fibra dietaria, etc. Entre los principales inhibidores de la absorción de Ca se encuentran los inositoles fosfatos (7) (8), moléculas constituidas por un anillo de inositol cuyos 6 grupos hidroxilo pueden estar parcial o totalmente sustituidos por grupos fosfatos. Se considera que los inositol-penta-fosfatos (IP5) e inositolhexa-fosfatos (IP6) presentan una elevada capacidad secuestrante y se asocian a una disminución en la disponibilidad de cationes divalentes de importancia nutricional como el hierro, el zinc y el Ca, sin afectar a los monovalentes (7) (9). El Ácido Fítico (AF) es el inositol sustituido con seis grupos fosfatos en forma de ácido. Para cada catión divalente se estableció un valor máximo de la relación molar AF/catión utilizado como indicador de su disponibilidad potencial, siendo este valor para Ca menor a 0,17 ó a 0,24, según diversos autores (7) (9) (10). A pesar de la importancia de establecer la relación molar AF/mineral como indicador de la disponibilidad potencial, el contenido de AF en distintas matrices alimentarias no es un dato que figure normalmente en las tablas de composición de alimentos debido a la dificultad en la determinación analítica.

Algunos granos y semillas se preconizan como fuente de Ca, como por ejemplo sésamo (785 mg/100 g) y

almendras 220 mg/100 g (11). Sin embargo, presentan niveles de inositolos fosfatos extremadamente elevados (3930-5720 mg/100 g y 6000 mg/100 g, respectivamente) (7), por lo cual la absorción de Ca estaría sensiblemente disminuida en relación a los productos lácteos (12). Sería deseable contar con datos de absorción de Ca en humanos para sostener la promoción de estas semillas como fuentes considerables de Ca en las dietas vegetarianas.

Por otro lado, también se debe considerar que en los países desarrollados ha aumentado en forma considerable el consumo de "leches vegetales" (*non-dairy milk*). Se elaboran a partir de frutos secos como almendras, avellanas, distintos tipos de nueces, cereales (arroz, avena) y otros (soja, arveja). Estos productos eran tradicionales en ciertas culturas y en la actualidad se promueve su consumo entre vegetarianos, pero también entre individuos que desean disminuir la ingesta de colesterol, grasas saturadas de origen lácteo, celíacos, con intolerancia a la lactosa, alergia a proteínas lácteas o proteínas de soja, etc. (13) (14). La denominación de "leches vegetales" por su aspecto lechoso y el agregado obligatorio en algunos países de Ca en los niveles de la leche vacuna para prevenir su deficiencia en vegetarianos estrictos (veganos), ha llevado a la falsa creencia de que son aportadores de este mineral. En Argentina es frecuente la elaboración casera de bebidas a base de almendras cuyo aporte de Ca no sería significativo (18 mg/100 mL) (12).

En el presente trabajo se determinó el contenido de Ca y componentes relacionados con su disponibilidad potencial, como fibra dietaria total y perfil de inositolos fosfatos, en harinas de cereales (de trigo, de maíz, de arroz y de sorgo), de pseudocereales (de trigo sarraceno integral y refinada, integral de amaranto), leguminosas (arveja) y oleaginosas (soja, lino). En algunas harinas se estudió el contenido de Ca luego de aplicar un proceso de extrusión. La relación molar Ácido Fítico/Calcio (AF/Ca) se utilizó como un indicador de la disponibilidad potencial del Ca.

ceno integral y refinada, integral de amaranto), leguminosas (arveja) y oleaginosas (soja, lino). En algunas harinas se estudió el contenido de Ca luego de aplicar un proceso de extrusión. La relación molar Ácido Fítico/Calcio (AF/Ca) se utilizó como un indicador de la disponibilidad potencial del Ca.

Materiales y Métodos

MUESTRAS

Las muestras analizadas, todas obtenidas a partir de cosechas nacionales, se detallan en la Tabla I.

El proceso de extrusión se realizó en planta piloto utilizando un equipo monotornillo y las harinas se obtuvieron por molienda posterior (15-17). Las muestras se procesaron en la planta piloto del Centro de Cereales y Oleaginosas del Instituto Nacional de Tecnología Industrial de la Ciudad de 9 de Julio, Provincia de Buenos Aires, excepto las cosechas 2004 y 2007 que fueron procesadas en la planta piloto del Instituto de Tecnología de los Alimentos de la Universidad Nacional del Litoral, Provincia de Santa Fe.

Métodos

COMPOSICIÓN

Se determinó de acuerdo a la metodología establecida por AOAC (18): humedad (AOAC 985.29), cenizas (mineralización vía seca, AOAC 923.03) y fibra dietaria total (AOAC, mediante equipo comercial de Megazyme®) (18).

Tabla I. Muestras analizadas y proceso de obtención

Productos	Características de obtención
Harinas de trigo (<i>Triticum vulgare</i> L.)	Harinas comerciales blancas de 80% de extracción de tres molinos industriales de la provincia de Buenos Aires
Harinas de maíz (<i>Zea mays</i> L.)	Obtenidas por molienda del grano entero cosecha 2007 con y sin extrusión y cosecha 2014 del grano entero con extrusión
Harinas de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.)	Molienda a partir de grano entero con y sin extrusión, cosechas 2007 y 2014
Harinas de sorgo blanco (<i>Sorghum</i> sp.)	Harina integral extrudida y dos parcialmente refinadas con 90% grado de extracción, una cruda y otra extrudida
Harinas de trigo sarraceno (<i>Fagopyrum sagittatum</i> Gibib.)	Una harina integral y una refinada de 80% de extracción
Harinas de amaranto (<i>Amaranthus caudatus</i> L.)	Molienda integral del grano y posterior extrusión, cosecha 2004 y 2007
Harinas de arveja (<i>Pisum sativum</i> L.)	Obtenidas por molienda de arveja entera sometida a extrusión
Harinas de soja (<i>Glycine max</i> L.)	Parcialmente desgrasadas previo al proceso de extrusión
Harinas de lino (<i>Linum usitatissimum</i> L.)	Parcialmente desgrasadas previo al proceso de extrusión

CALCIO

Las muestras se mineralizaron con mezcla nitróperclórica (50:50) durante 4 h a 120 °C. Los mineralizados se trasvasaron a matraces de 25 mL y se diluyeron con una solución de cloruro de lantano 0,65% (p/v) para suprimir la interferencia causada por los fosfatos (19). El Ca se cuantificó en un espectrómetro de absorción atómica (Perkin Elmer® AAnalyst 400®, EE.UU.), utilizando una lámpara de cátodo hueco para Ca/Mg llama aire-acetileno, 0,5 nm de abertura y 422,7 nm de longitud de onda (19). Se utilizó material de referencia RM 8435 (leche entera en polvo) sometida a idéntico tratamiento para verificar la exactitud de los procedimientos analíticos. Los resultados se tomaron como válidos cuando se encontraban en el rango de $\pm 5\%$ de los del material de referencia certificado y $\pm 5\%$ del desvío estándar de las soluciones estándar de calibración (Merk®). Se utilizó agua destilada y desionizada (<18,3 M Ω , obtenida a partir de un sistema NanoPure® (Barnstead®, Boston, MA, EE.UU.) en todas las experiencias.

Todo el material de vidrio se sumergió en HNO₃ al 20% durante 16 h. Finalmente se lavó con agua desionizada y se secó en estufa a 40 °C. Todos los reactivos utilizados fueron de grado analítico.

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

PERFIL DE INOSITOLES FOSFATO

Los IP se extrajeron suspendiendo 0,5 g de las muestras en 20 mL de HCl 0,5 M, sometiénolas a agitación constante durante 2 h, a temperatura ambiente, posterior centrifugación 20 min a 2000 rpm y filtración del sobrenadante por membrana de *nylon* de 0,22 μ m. El filtrado se evaporó a sequedad en rotavapor y el residuo se disolvió en 15 mL de HCl 25 mM, según AOAC 986.11 (18). La concentración y purificación de los inositoles fosfato extraídos se realizó mediante cromatografía de intercambio aniónico utilizando una columna de 0,70 g de resina (AG® 1-X4, 100-200 mesh, forma cloruro, marca BIO-RAD®), y posterior elusión de los IP con 15 mL de HCl 2 M y evaporación a sequedad en rotavapor. La muestra se reconstituyó en 1 mL de agua calidad HPLC y el volumen inyectado en el equipo de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) fue de 50 μ L. Se optimizaron las condiciones para separar y cuantificar los distintos inositoles fosfatos (IP) (17) en base a los trabajos de Ellis y Morris (20) y Nappi *et al.* (21). Se utilizó una columna C18 (XBridge®, 5 μ m; 4,6 x 150 mm; Waters). La fase móvil estuvo constituida por una solución acuosa de ácido fórmico, Na₂EDTA e hidróxido de tetrabutilamonio. La corrida se realizó con un flujo de 0,9 mL/min a temperatura de 30 °C y el detector utilizado fue de índice de refracción. El estándar utilizado fue ácido fítico Sigma p.a (P-3168).

RELACIÓN MOLAR AF/Ca

El valor acordado internacionalmente como indicador de la disponibilidad de Ca (0,17-0,24) se estableció calculando los moles de ácido fítico considerando el fósforo total aportados por todos los IP. La metodología utilizada en el presente trabajo permite la diferenciación y cuantificación de los distintos IP, por lo cual se podrían haber considerado solo los IP5 e IP6. Sin embargo, se incluyeron todos los IP a efectos de realizar la comparación con el valor AF/Ca de bibliografía.

Resultados

CEREALES

En la Tabla II se presentan los resultados de cenizas, fibra dietaria total y contenido de Ca de distintos cereales. El valor de cenizas es un indicador del contenido total de minerales en forma de sales, sin diferenciación respecto al tipo de minerales. En la mayoría de los granos tanto de cereales como de leguminosas, los minerales se encuentran principalmente en las capas externas del grano. Al aplicar procesos de molienda para la obtención de harinas refinadas, el nivel de pérdida del contenido natural de los mismos depende del grado de extracción.

Las harinas de trigo fueron obtenidas directamente de tres molinos harineros que las comercializan para su utilización en productos de panadería. Los valores presentados son el promedio de los resultados de las tres muestras analizadas. El bajo contenido de cenizas hallado (0,5 g/100 g) guardó relación con su pobre aporte de Ca (12 mg/100 g) (Tabla II).

Las muestras de harina de maíz, obtenidas por molienda integral del grano, presentaron menor contenido de Ca y de cenizas que la harina de trigo (independientemente que fueran sometidas o no a extrusión), pero el contenido de fibra fue más elevado.

Las muestras de harina de arroz, independientemente del año de cosecha y del proceso, presentaron muy bajo contenido de Ca y de fibra dietaria.

La harina de sorgo integral presentó los valores más elevados de Ca (19 mg/100 g) y de fibra dietaria (13,3 g/100 g), mientras que tanto en la harina de sorgo crudo como en la extrudida los valores se redujeron a menos de la mitad.

PSEUDOCEREALES

En la Tabla III se presentan los valores hallados de Ca para las harinas de trigo sarraceno integral y refinada (4 y 1 mg/100 g respectivamente). Si bien este valor disminuyó con el proceso de refinación, en ambos casos el contenido fue muy bajo, siendo despreciable el aporte. También se determinó Ca en otros subproductos obtenidos a partir de sarraceno, siendo los valores hallados muy

Tabla II. Contenido de cenizas, fibra dietaria y Ca de harinas de cereales

Harinas	Humedad g%	Cenizas g%	Fibra dietaria g%	Calcio mg%
Trigo	11,9±0,4	0,51±0,01	3,5±0,1	12±1
Maíz entero 2007	11,8±0,2	0,29±0,01	6,9±0,7	5±1
Maíz entero extrudido 2007	8,1±0,2	0,31±0,04	7,1±0,7	5±1
Maíz entero extrudido 2014	10,3±0,2	1,23±0,12	11,8±1,1	11±1
Arroz 2007	12,0±0,2	0,49±0,04	1,4±0,1	6±1
Arroz extrudido 2007	7,8±0,1	0,49±0,05	1,4±0,1	6±1
Arroz 2014	11,3±0,2	0,39±0,02	2,7±0,2	5±1
Arroz extrudido 2014	8,5±0,2	0,42±0,03	3,1±0,7	6±1
Sorgo crudo	12,6±0,2	1,00±0,12	4,6±0,1	8±1
Sorgo extrudido	9,8±0,2	1,20±0,15	5,1±0,1	9±1
Sorgo integral	11,0±0,2	1,50±0,10	13,3±0,5	19±1

bajos en todos los casos: 11 mg/100 g en la cáscara (no comestible), 5 mg/100 g en el grano entero, siendo aún menor en muestras de grano partido (1 y 0,5 mg/100 g), mientras que el producto "popeado" (expansión por calor similar a las palomitas de maíz), los valores también se encuentran en niveles muy bajos (0,5 mg/100 g).

En el caso de la harina integral de amaranto con y sin extrusión, el nivel de fibra dietaria fue similar al del trigo sarraceno integral. Sin embargo, el contenido de Ca fue muy superior con valores en el orden de 110-115 mg/100 g.

OTRAS HARINAS

Según el tipo de harina, el porcentaje de grasas puede ser bajo, como en de arveja (2%), o elevado como en soja (20%) y lino (40%) (22). Debido a esto, en los

casos de alto contenido de grasa, se aplicó un desgrasado parcial en el proceso de obtención de harinas para obtener harina de soja semidesgrasada y harina de lino semidesgrasada.

Se observa que el contenido de cenizas fue muy elevado en todas las muestras: 2,9% arveja, 6,3% soja y 3,5% lino (Tabla IV). El contenido de Ca hallado se encuentra en el rango de 102-257 mg Ca/100 g, dependiendo del tipo de harina.

PRODUCTOS FARINÁCEOS

La industria alimentaria utiliza diversas harinas compuestas destinadas a la elaboración de galletitas de consumo generalizado. Algunas de esas harinas contienen agregado de harina de arveja o de soja en niveles compatibles con fines tecnológicos y sensoriales. En el presente

Tabla III. Contenido de cenizas, fibra dietaria y Ca de harinas pseudocereales

Harinas	Humedad g%	Cenizas g%	Fibra Dietaria g%	Calcio mg%
Trigo Sarraceno				
Integral	12,9±0,1	1,69±0,01	13,2±0,3	4±1
Refinada	16,9±0,1	1,43±0,02	4,4±0,1	1±0,4
Amaranto				
Integral	12,0±0,2	2,42±0,06	11,9±0,3	111±2
Integral extrudida	7,7±0,2	2,62 ± 0,03	12,4±0,3	115±4

Tabla IV. Contenido de cenizas, fibra dietaria y Ca de harinas de arveja, soja y lino

Harinas	Humedad g%	Cenizas g%	Fibra dietaria g%	Calcio mg%
Arveja extrudida	8,5±0,2	2,87±0,10	19,2±0,1	102±6
Soja semidesgrasada extrudida	7,6±0,1	6,32±0,39	21,5±0,1	257±7
Lino semidesgrasada extrudida	13,0±0,1	3,54±0,06	32,6±0,1	178±1

trabajo se estudió el impacto en el contenido de Ca de galletitas dulces elaboradas con harina compuesta con 7,5% de harina de arveja y galletitas saladas (tipo *crackers*) con 10% de harina de soja. Como se puede observar en la Tabla V, en el caso de los productos con 7,5% de harina de arveja, no se observó diferencia en el contenido de Ca respecto de la galletita control elaborada con 100% de harina de trigo. En las galletitas saladas, con agregado de 10% de harina de soja, los valores de Ca se duplicaron, pero los productos no son buenos aportadores del mineral.

FITATOS

Se determinó el perfil de inositol fosfatos y mediante factores de conversión se calculó el Ácido Fítico (AF) total. La relación molar AF/Ca se utiliza como indicador de la disponibilidad potencial, y el valor de referencia recomendado es menor a 0,17-0,24 (8-10). Los valores hallados para las distintas harinas se presentan en Tabla VI.

Discusión y Conclusiones

Los productos estudiados son utilizados como ingredientes de harinas compuestas destinadas a la elaboración de muy diversos productos farináceos cuyo

consumo se ha incrementado en los últimos años y su formulación responde a diferentes objetivos. Entre los aspectos nutricionales, se encuentra la diversificación de la dieta e incorporación de legumbres (4), el mejoramiento de la calidad proteica, el incremento del contenido de fibra y la exclusión de las prolaminas de trigo, avena, cebada y centeno para personas con celiaquía. Otro aspecto a destacar, son los efectos beneficiosos sobre la salud a través de los componentes bioactivos que se encuentran en muchos de los ingredientes estudiados, sobre los cuales se viene trabajando intensamente en los últimos años. Por otro lado, el aumento de la población del planeta con escasez de recursos y los costos de las harinas tradicionales, también ha influido en la búsqueda de cultivos alternativos de mayor adaptación a suelos pobres y resistencia a condiciones climáticas desfavorables. Entre estos se puede nombrar el trigo sarraceno, la chíá, el amaranto, la quinoa, el lino, el sorgo, etc. (23-25).

El contenido de minerales de los granos, en general, está influenciado por las características de la zona de producción, técnicas de cultivo (en particular fertilizantes utilizados) y condiciones climáticas. Una vez cosechados, el contenido de los minerales dependerá del tipo de molienda y proceso de refinación donde se eliminan las capas externas y el germen. Si bien durante la

Tabla V. Contenido de Ca de galletitas elaboradas con harinas compuestas de harina de trigo y arveja o soja en distintas proporciones

Harinas	Humedad g%	Cenizas g%	Fibra dietaria g%	Calcio mg%
Arveja 0%	4,8±0,1	0,51±0,01	3,0±0,4	15±1
Arveja 7,5%	3,7±0,1	0,71±0,01	3,7±0,7	13±1
Soja 0%	7,0±0,1	2,55±0,02	3,1±0,7	13±1
Soja 10%	6,5±0,2	2,85±0,11	6,7±0,2	27±1

Tabla VI. Contenido de Ácido Fítico (AF) y relación molar AF/Ca

Harinas	Ácido Fítico (mg/100 g)	Relación molar AF/Ca <0,17-0,24 ^a
Trigo	338	1,7
Maíz integral extrudido 2014	1573	9,1
Arroz extrudido 2014	1239	12,5
Sorgo integral extrudido	1954	6,2
Sorgo crudo	1388	11,2
Sorgo extrudido	1411	9,7
Amaranto integral	2783	1,3
Amaranto integral extrudido	2630	1,3
Arveja extrudida	499	0,3
Soja semidesgrasada extrudida	1360	0,3
Lino semidesgrasado extrudido	1192	0,4

^a Valor límite recomendado internacionalmente: <0,17-0,24.

refinación se eliminan los tegumentos ricos en minerales, también se debe evaluar la disminución del contenido de fibra dietaria e inositoles fosfatos que afectan su disponibilidad potencial.

CEREALES

Algunas harinas como las provenientes de trigo, maíz y arroz, se han utilizado ampliamente en la alimentación humana desde tiempos remotos, mientras que otras, como la harina de sorgo, era empleada preferentemente para consumo animal. Esta última ha comenzado a ser utilizada en pequeñas cantidades en harinas compuestas para consumo humano, en parte por presentar propiedades similares a la harina de trigo, pero también por su menor costo y las ventajas en el cultivo (resistencia a la sequía y al calor). Salvo la harina de trigo, el resto de las harinas estudiadas no contienen gliadinas, siendo aptas para la formulación de alimentos para celíacos.

Se observa que en todos los casos el contenido de Ca fue muy bajo, tanto en harinas refinadas de trigo (10 mg/100 g) como en harinas integrales (harina de maíz) (Tabla II). En el caso del sorgo, el Ca se encontró en niveles más elevados en harina integral que en la refinada con o sin extrusión, pero en ningún caso constituyen un aporte significativo.

Los valores hallados para todos los cereales estudiados son similares a los encontrados en tablas de composición internacionales (11).

La harina de trigo comercial estudiada fue de 80% de grado de extracción y es la consumida mayoritariamente en Argentina. Si bien el contenido de AF no es elevado, la baja concentración de Ca determina que la relación AF/Ca sea muy elevada, superando el rango de los valores límite de 0,17-0,24 por encima de los cuales se ha demostrado que se reduce la absorción de Ca. Sin embargo, debido al bajísimo contenido de Ca este hecho no sería considerado relevante. No obstante, aunque no ha sido el objetivo de este trabajo, se debe tener en cuenta el efecto negativo del fitico en relación a la absorción del hierro en las harinas fortificadas. En Argentina todas las harinas de trigo están enriquecidas con vitaminas y hierro de acuerdo a la Ley N° 25630, que establece la obligatoriedad de agregar 30 mg de Fe (como sulfato ferroso) por kg de harina de trigo (26). En este caso la relación AF/Fe superaría el valor crítico de 1,1 por encima del cual la absorción del Fe está seriamente comprometida (10).

Las harinas de maíz y de arroz presentan muy bajo contenido de Ca, pero mayor contenido de fitatos que la de trigo por lo cual la relación AF/Ca es muy elevada, pero sin significado relevante desde el punto de vista de aporte de Ca.

En el caso del sorgo, el contenido de AF en las harinas refinadas con o sin extrusión, disminuye en casi 30% respecto a la harina integral. Sin embargo, en to-

dos los casos, el valor fue muy elevado y superior a las demás harinas integrales estudiadas. El Ca fue muy bajo y se reduce aún más en las harinas refinadas y la relación AF/Ca fue muy elevada en todos los casos.

Los fitatos se encuentran solo en productos de origen vegetal, principalmente en los tegumentos externos de cereales y leguminosas (8). A través de su fuerte capacidad complejante, cumplen una función de reservorio de minerales en las semillas, los cuales son liberados durante la germinación por activación de las enzimas fitasas. El ser humano no posee fitasas y se ha discutido si la flora intestinal puede aportar estas enzimas (7). También degradan parcialmente los inositoles penta y hexafosfatos algunos procesos tecnológicos como la acción de microorganismos o de levaduras durante la fermentación que proveen naturalmente fitasas. La aplicación de calor también contribuye a su degradación dependiendo de la intensidad de las condiciones empleadas y de la matriz alimentaria (extrusión, horneado, tostado, etc.). En este trabajo el proceso de extrusión en los cereales estudiados (maíz, arroz, sorgo), no presentaría beneficios de importancia debido al bajo contenido de Ca que presentan.

Cabe destacar que si bien los fitatos eran compuestos reconocidos y denominados antinutrientes, en los últimos años se han encontrado propiedades beneficiosas de los inositoles fosfatos, en particular por sus propiedades antioxidantes, al igual que otros complejantes reconocidos de metales (polifenoles, taninos) (7). Algunos minerales actuarían como catalizadores de oxidación y promotores de efectos mutagénicos en el tracto gastro intestinal, efecto que se encontraría disminuido en presencia de potentes secuestrantes como los fitatos. En definitiva, el efecto de su consumo dependería de la población consumidora: deletéreo en países en desarrollo con deficiencias de minerales, mientras que en países desarrollados se recomienda su ingesta por su efecto como componente bioactivo.

PSEUDOCEREALES

El trigo sarraceno o alforfón es un pseudocereal perteneciente a la familia de las poligonáceas y a pesar de su nombre vulgar, no debe confundirse con el trigo (familia *Triticum*). Es originario del Cáucaso y uno de los primeros cultivos que fueron domesticados y explotados en forma organizada. Si bien en distintas culturas su consumo se ha conservado como platos tradicionales (fideos, papillas, panqueques), en los últimos años se ha generado un gran interés por sus propiedades nutricionales. La calidad proteica es superior al trigo por su alto contenido en lisina, presenta alto contenido de fibra. Además, no contiene gliadinas, por lo cual es apto para la formulación de alimentos para celíacos. También se le atribuyen importantes propiedades antioxidantes debido al elevado contenido de rutina, por lo cual se lo considera un alimento funcional (24). Sin

embargo, respecto al Ca, el trigo sarraceno presenta un contenido similar a los cereales, tanto en la harina integral como en la refinada. Los valores hallados en este trabajo, concuerdan con los de bibliografía (11).

En el caso del amaranto, el contenido de Ca fue muy superior al de sarraceno. Sin embargo, estudios previos mostraron que productos elaborados con harinas compuestas formuladas con harina integral de amaranto y harina de trigo (panes y fideos secos en proporción 20:80), así como extrudidos tipo *snacks* con mezclas de harinas de maíz o arroz (25:75 en ambos casos), no realizaban un aporte significativo de Ca (17). Respecto al contenido de fibra dietaria, la harina integral de amaranto se encontró en los mismos niveles que otras harinas integrales (sarraceno, maíz y sorgo) (Tabla II).

OTRAS HARINAS

Las harinas de leguminosas se obtienen en general a partir del grano seco y entero, con una composición muy diferente a los cereales. Presentan alto contenido proteico de buena calidad nutricional, por lo cual desde hace años se han tratado de utilizar en distinta proporción para mejorar la calidad proteica de las harinas de trigo. Actualmente, al igual que otras fuentes de harinas, se recomienda su consumo también por el importante aporte de fibra dietaria y en muchos casos por las propiedades antioxidantes o hipocolesterolémicas que se les reconocen (27). En relación al contenido de Ca presentan valores muy superiores a los encontrados en cereales. Sin embargo, en las harinas estudiadas, el consumo de 100 g de arveja, de lino y de soja, representaría 10, 18 y 26%, respectivamente, de las Ingestas Recomendadas de Ca para un adulto.

Por otra parte, se estudió si el agregado de harina de arveja o soja a harina de trigo para elaborar galletitas impactaba en el contenido de Ca. Se utilizaron niveles de agregados de dichas harinas compatibles con fines tecnológicos y sensoriales: 7,5% de harina arveja en galletitas dulces y 10% de harina de soja en galletitas saladas (Tabla V). En el caso de galletitas con arveja no se observó diferencia en el contenido de Ca con la muestra elaborada solo con harina de trigo, mientras que en el caso de la soja, los valores de Ca aumentaron, pero los productos no son buenos aportadores del mineral y el consumo de 100 g de dichas galletitas aporta menos de 3% de la Ingesta Recomendada de Ca para un adulto.

No se hallaron en bibliografía valores de ácido fólico en lino, mientras que para soja los valores hallados se encuentran en el rango informado por otros autores (7). La relación AF/Ca para harina de arveja, de soja y de lino sería ligeramente superior a los valores límites y las más bajas de todas las muestras estudiadas.

Los resultados encontrados deberían ser tenidos en cuenta cuando son utilizados como ingredientes principales en la formulación de productos para celíacos

y programas de ayuda alimentaria, ya que en general en su formulación no se utilizan fuentes importantes de Ca (28).

De acuerdo con los resultados obtenidos, si bien el consumo de harinas compuestas presenta ventajas nutricionales reconocidas, el aporte de Ca es muy bajo en todos los casos estudiados. Personas que sigan una dieta vegetariana estricta (veganos), que consuman bebidas a base de cereales o frutos secos, no presentarían deficiencia del mineral siempre que se establezcan políticas de agregado obligatorio de Ca a ciertos productos que aseguren niveles adecuados de ingesta, según la posición fijada por instituciones de referencia internacionales (5) (29).

El contenido de Ca se encuentra fundamentalmente determinado por el tipo de grano, siendo diferente la concentración en los cereales que en leguminosas y granos secos. Las harinas de cereales como trigo, maíz, arroz y sorgo, tanto integrales como refinadas, son muy pobres aportadores. Algunos pseudocereales, como trigo sarraceno y amaranto, presentan niveles muy dispares. La relación molar AF/Ca en todos los casos, fue muy superior al valor que compromete su disponibilidad potencial. La arveja, la soja y el lino presentan mayores valores del mineral, con una relación AF/Ca más cercana al valor de referencia. En el caso de vegetarianos estrictos, las fuentes estudiadas no permitirían una adecuada ingesta del mineral y se deberían evaluar estrategias como el agregado obligatorio de Ca a ciertos productos. El alto contenido de ácido fólico en la mayoría de las harinas estudiadas, debe ser tenido en cuenta cuando son utilizadas en la elaboración de productos para celíacos, máxime cuando estas harinas no son enriquecidas con hierro ni fortificadas con minerales.

Los valores obtenidos tanto para cereales, pseudocereales y leguminosas, deben ser tenidos en cuenta cuando son utilizados como ingredientes principales de productos para programas de ayuda alimentaria, ya que en general no se utilizan otras fuentes de Ca y son destinados a grupos vulnerables donde el consumo de lácteos es muy escaso.

AGRADECIMIENTOS

El trabajo fue financiado por la Universidad de Buenos Aires, Programación UBACyT 2013-2016, Proyecto: "Calidad nutricional y tecnológica de harinas compuestas obtenidas por extrusión", Código 20020120100229BA. Se agradece al Instituto de Tecnología de los Alimentos de la Universidad Nacional del Litoral, Provincia de Santa Fe, por las muestras de cosechas 2004 y 2007.

CORRESPONDENCIA

MARGARITA OLIVERA CARRIÓN

Cátedra de Bromatología, Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA
Junín 956 CP 1113, 2° piso

CIUDAD AUTÓNOMA DE BUENOS AIRES, Argentina

E-mail: molivera@ffyba.uba.ar

Referencias bibliográficas

- Código Alimentario Argentino. Art. 554, Capítulo VIII, Alimentos lácteos. [En línea. 2007]. URL disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoo/CAPITULO_VIII.pdf [Fecha de acceso: 15 de junio de 2015].
- Reeker RR, Aarti Bammi RD, Barger-Lux MJ, Heaney RP. Calcium absorbability from milk products, an imitation milk, and calcium carbonate. *Am J Clin Nutr* 1988; 47: 93-5.
- Ross C, Taylor CL, Yaktine AL, Del Valle HB. Dietary reference intakes for calcium and vitamin D. Editors. Committee to Review. Food and Nutrition Board & Institute of Medicine, National Academy of Sciences, Washington, D.C. 2010.
- OMS. Informe Técnico 916, Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas, 2003 [En línea 2005] URL disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/ac911s/ac911s00.pdf> [Fecha de acceso: 30 de julio de 2014].
- Craig WJ, Mangels AR. Position of the American Dietetic Association: Vegetarian diets. *J Am Diet Assoc* 2009; 1266-82.
- Sociedad Argentina de Nutrición (SAN). Alimentación Vegetariana. Grupo de Trabajo Alimentos de la Sociedad Argentina de Nutrición. 2014. [En línea 2008]. URL disponible en: http://www.sanutricion.org.ar/informacion-529Informe+SAN%3A+Alimentaci%C3%B3n+Vegetariana+_+Revisi%C3%B3n+Final.html [Fecha de acceso: 15 de octubre de 2014].
- Kumar V, Sinha AK, Makkar PSH, Becker K. Dietary roles of phytate and phytase in human nutrition: A Review *Food Chem* 2010; 120: 945-59.
- Maga JA, Yankey RK, Amartey EO, Achel DG, Adaboro RM. Phytate: Its chemistry, occurrence, food interaction. The inhibitory effect of phytate on the bioavailability of calcium, iron and zinc in raw commonly consumed sorghum and maize cultivars. *J Food Sci* 1996; 76: 677-88.
- Lori O, Thava V, James HH. Phytic acid. *Food Rev Int* 2001; 17 (4): 419-31.
- Ma G, Jin Y, Piao J, Kok F, Gusje B, Jacobsen E. Phytate, calcium, iron and zinc contents and their molar ratios in foods commonly consumed in China. *J Agric Food Chem* 2005; 53: 10285-90.
- Souci SW, Fachmann W, Fraut H. Food composition and nutrition tables. 7th revised and completed edition. Medpharm & CRC Press, Stuttgart. 2008.
- Dyner L, Batista M, Cagnasso C, Rodríguez V, Olivera Carrión M. Contenido de nutrientes de bebidas artesanales a base de almendras. Actualización en Nutrición 2015; 16: 12-7.
- Bernat N, Chafer M, Chiralta A, González-Martínez, C. Vegetable milks and their fermented derivative products. *Int J Food Studies* 2014; 3: 93-124.
- Ozen AE, Pons A, Tur J. Worldwide consumption of functional foods: a systematic review. *Nutr Rev* 2012; 70 (8): 472-81.
- Frias J, Giacomino S, Peñas E, Pellegrino N, Ferreyra V, Apro N, *et al.* Assessment of the nutritional quality of raw and extruded *Pisum sativum L. var. laguna seeds*. *LWT- Food Sci Technol* 2011; 44 (5): 1303-8.
- Giacomino S, Peñas E, Ferreyra V, Pellegrino N, Fournier M, Apro N, *et al.* Extruded flaxseed meal enhances the nutritional quality of cereal-based products. *Plants Foods Hum Nut* 2013; 68 (2): 131-6.
- Dyner LM. Nuevo enfoque sobre el Valor Nutritivo del amaranto (*Amaranthus sp.*) como ingrediente de alimentos tradicionales y de nuevas formulaciones. Tesis de Doctorado, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires; 2011.
- AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. 17th edition. Vol. I y II. Published by Association of Official Analytical Chemist, Inc. Gaithersburg, Maryland, USA. 2000.
- Perkin-Elmer: Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Perkin-Elmer. Norwalk, Connecticut, USA. 1982.
- Ellis R, Morris ER. Appropriate resin selection for rapid phytate analysis by ion-exchange chromatography. *Cereal Chem* 1986; 63 (1): 58-9.
- Nappi GU, Ribeiro-Cunha MR, Coelho JV, Jokl L. Validación de métodos para determinación dos ácidos fítico e oxálico em multimistura. *Ciênc Tecnol Aliment Campinas* 2006; 26 (4): 811-20.
- Daun JK, Barthet VJ, Chornick TL, Duguid S. Flaxseed in Human Nutrition. 2nd ed. Champaign, USA. Edited by Thompson LU and Cunnane S C, AOCS. 2003.
- Steadman KJ, Burgoon MS, Lewis BA, Edwardson SE, Obendorf RL. Buckwheat seed milling fractions: description, macronutrient composition and dietary fibre. *J Cereal Sci* 2001; 33: 271-8.
- Park CH, Kim YB, Choi YS, Heo K, Kim SL, Lee KC, *et al.* Rutin content in food products processed from groats, leaves and flowers of buckwheat. *Fagopyrum* 2000; 17: 63-6.
- Repo-Carrasco R, Cortez G, Onofre Montes R, Quispe Villalpando, Ramos I. Cultivos Andinos, Cap. 6. En: De Tales Harinas, Tales Panes: granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. Editores del León A E y Rosell C. 1a ed. Córdoba (Argentina): Hugo Báez Editor; 2007; 243-94.
- Ley 25.630 Enriquecimiento de harinas en Argentina 2002. [En línea 2008]. URL disponible en: <http://www.infoleg.gov.ar> [Fecha de acceso: 15 de abril de 2015].
- Carroll KK. Review of clinical studies on cholesterol-lowering response to soy protein. *J Am Diet Assoc* 1991; 91(7): 820-7.
- Olivera Carrión M, Giacomino S, Pellegrino N, López L, Binaghi J, Greco C *et al.* Estudio para establecer criterios de evaluación bromatológica y nutricional de productos para programas de asistencia alimentaria. Academia Nacional de Farmacia y Bioquímica. Premio "Vicente Colabraro", Área Bromatología y Nutrición, 2011.
- Phillips F. Vegetarian nutrition. *British Nutrition Foundation. Nut Bulletin* 2005; 30: 132-67.

Recibido: 14 de septiembre de 2015

Aceptado: 29 de abril de 2016