

Biodisponibilidad potencial de hierro, calcio y zinc en galletitas, pastas y snacks comerciales libres de gluten

Potential bioavailability of iron, calcium and zinc in gluten-free commercial cookies, pasta and snacks

DRA. BINAGHI MARÍA JULIETA¹, DRA. AMBROSI VANINA^{1,2}, DRA. LÓPEZ LAURA BEATRIZ¹

¹Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica. Catedra de Bromatología. ²Instituto de Tecnología de Alimentos. INTA Castelar. Provincia de Buenos Aires. Argentina

Correspondencia: Vanina Ambrosi: jbinaghi@ffyb.uba.ar; Laura López: laulop@ffyb.uba.ar

Resumen

La prevalencia de enfermedad celíaca se encontraría entre 0,5 y 1%, pero su incidencia está en franco aumento. Esta patología no solo afecta a los niños, actualmente, el 60% de los recién diagnosticados con celiaquía son adultos. La población celíaca debe seguir como único tratamiento una dieta libre de gluten. Los productos utilizados comúnmente contienen pocos ingredientes y no están enriquecidos con micronutrientes como sus homólogos que contienen trigo. El objetivo del presente estudio fue evaluar la biodisponibilidad potencial de hierro, calcio y zinc en diez muestras comerciales libres de gluten, sin TACC (trigo, avena, cebada y centeno). Se analizaron pastas secas, budines, snacks, galletitas dulces y tostadas saladas. La dializabilidad de los minerales (D) fue determinada por método in vitro que simula el proceso de digestión fisiológico. El contenido total de minerales fue determinado por espectroscopía de absorción atómica previa mineralización con una mezcla HNO₃-HClO₄ (50:50). Se estableció el aporte potencial (AP) de cada mineral en los distintos productos teniendo en cuenta su concentración y dializabilidad. Los resultados obtenidos para las 10 muestras fueron: [Fe] 0,35 a 1,35 mg/%; [Ca] 5 a 315 mg/%; [Zn] 0,15 a 1,11 mg/%. Los valores de D% fueron: Fe 4,5-24,7; Ca 15,7-36,7; Zn 8,4-29,5. El contenido de minerales disponibles fue relativamente bajo. La bioaccesibilidad de minerales de las muestras depende del elemento y de la composición del producto analizado. Los alimentos libres de gluten prácticamente no aportan cantidades significativas de hierro. Los aportes de zinc y calcio son realmente bajos para los diferentes grupos etarios con cualquiera de los diez alimentos estudiados. Se concluye que sería conveniente sugerir a los responsables de establecer políticas públicas en el plano nutricional, que arbitren los medios para que la población que debe consumir alimentos libres de gluten tenga acceso a alimentos enriquecidos, fundamentalmente con hierro.

Palabras clave: alimentos libres de gluten, enfermedad celíaca, biodisponibilidad potencial, minerales.

Abstract

The prevalence of celiac disease may be between 0.5 and 1%, but its incidence is in clear increase. This disease not only affects children; currently, 60% of newly diagnosed patients are adults. The only possible treatment for the celiac population is to follow a gluten-free diet. Gluten-free products commonly contain few ingredients and they are not enriched with micronutrients like their wheat-containing counterparts. The objective of the present work was to evaluate the potential bioavailability of iron, calcium and zinc in ten gluten free commercial samples, without TACC (wheat, oats, barley and rye). Dry pasta, puddings, snacks, sweet cookies and salty toasts were analyzed. Mineral dialyzability (D) was determined by an in vitro method that simulates the physiological digestion process. The total mineral content was determined by atomic absorption spectroscopy after mineralization with an HNO₃-HClO₄ mixture (50:50). The potential contribution (PC) of each mineral was established in the different products considering its concentration and dialyzability. The results obtained for the 10 samples were: [Fe] 0.35 to 1.35 mg /%; [Ca] 5 to 315 mg /%; [Zn] 0.15 to 1.11 mg /%. The values of D% were: Fe 4.5-24.7; Ca 15.7-36.7; Zn 8.4-29.5. The available mineral content of the gluten-free foods analyzed was relatively low. The bioavailability of minerals in the samples depends on the element and the composition of the product analyzed. Gluten-free foods do not provide significant amounts of iron. The contributions of zinc and calcium are very low for the different age groups with any of the ten samples studied. It is concluded that it would be advisable to suggest those responsible for establishing public policies in the nutritional field, to arbitrate the means in order to enable the population that must consume gluten-free foods to have access to enriched foods, fundamentally with iron.

Keywords: gluten-free foods, celiac disease, minerals, potential bioavailability.

Diaeta (B.Aires) 2019; 37(169):8-17. ISSN 0328-1310

Declaración de conflicto de intereses: Los autores declaran no poseer ningún conflicto de intereses vinculado al contenido del presente manuscrito.

Fuente de financiamiento: Parcialmente financiado por la Secretaría de Ciencia y Técnica, UBACYT: 20020160100060BA

Introducción

Recientes evaluaciones en población de europeos y americanos, sugiere una prevalencia de enfermedad celíaca de 0,5 a 1,3%, y su incidencia está en franco aumento [1, 3]. Estos datos de prevalencia coinciden con los obtenidos en dos estudios realizados en nuestro país [4]. También se sabe que esta patología no solo afecta a los niños. Actualmente, el 60% de los recién diagnosticados con celiaquía son adultos, 15-20% de los cuales tienen más de 60 años. Si bien es sabido que la población celíaca debe seguir como único tratamiento una dieta libre de gluten, hoy en día el consumo de esta dieta está mucho más masificado [5]. Existen tres grupos poblacionales que hoy la adoptan como forma de vida. En primer lugar, los celíacos propiamente dichos que han sido diagnosticados, su único tratamiento es una dieta libre de gluten. En segundo lugar, una nueva condición denominada intolerancia al gluten no celíaca / sensibilidad al trigo (NCGS, por sus siglas en inglés). Esta incluye individuos que reportan síntomas y que responden a la retirada del gluten de la dieta, pero que no padecen enfermedad celíaca o alergia al trigo [6-8]. Recientemente los informes sobre su prevalencia sugieren que puede ser tan alto como o incluso un poco más alto que el de la enfermedad celíaca (0,6-6%) [9-11]. De patogénesis aún desconocida, estaría relacionada parcialmente con componentes de gluten digeridos; se ha planteado la posibilidad de que proteínas distintas de las que forman parte del gluten y / o carbohidratos del grano de trigo podrían estar involucrados en el desarrollo de NCGS. Sin embargo, la evidencia disponible aún es insuficiente para sacar conclusiones sobre su patogenia, curso o pronóstico [12]. El tercer y último grupo que está aumentando, es una población que elimina el consumo de trigo y otros cereales por elección personal. Son individuos sanos que consideran esta dieta una opción más saludable. Por ejemplo, casi el 50% de una población de atletas se adhirió a este tipo de dieta porque la perciben sana y porque les brinda mayores beneficios energéticos [13]. Sin embargo, aún no está claro si el consumo de alimentos sin los cereales mencionados es tan estricto como una dieta libre de gluten y cuál es la consecuencia de seguirla o no.

Por todo lo expuesto se produjo un aumento importante en el mercado de productos libres de gluten y es por ello por lo que esta industria representa una de las más prósperas en el campo alimentario [14]. Los alimentos sin TACC de origen farináceo generalmente emplean

como materias primas: almidón de maíz, papa o harina de arroz, entre otras. La condición para la preparación de estos alimentos es el reemplazo del ingrediente que aporta gluten por un sustituto apropiado con cierto valor nutricional y calidad sensorial aunque puede resultar dificultoso. Entre otras cosas porque los sustitutos tienen bajos niveles de micronutrientes por lo que el valor nutricional de estos productos se ve reducido. Los productos libres de gluten comúnmente contienen pocos ingredientes y no están enriquecidos con micronutrientes como sus homólogos que se elaboran con trigo [15].

En general, hay poca información sobre el valor nutricional de los alimentos libres de gluten, la calidad nutricional de dichos productos y la cantidad real de nutrientes. Es importante que en el desarrollo de éstos se tengan en cuenta las fuentes de minerales agregadas. Sin embargo, también es necesario conocer de manera precisa la biodisponibilidad de los mismos y la digestibilidad del producto. No solamente se pueden utilizar diferentes fuentes minerales para el fortalecimiento de estos productos, sino que también se los puede formular con ingredientes que aportan minerales de buena biodisponibilidad. El diseño de estos alimentos es de suma importancia ya que en muchos casos son una valiosa fuente de minerales en las dietas. En individuos con deterioro de la absorción y metabolismo y con déficit nutricionales importantes, hay que tener en cuenta que el comportamiento de las diferentes fuentes varía de manera significativa [5].

El objetivo del presente estudio fue evaluar el contenido y la biodisponibilidad potencial de hierro, calcio y zinc en diez muestras de galletitas, pastas y snacks, comerciales libres de gluten. Además, se calculó el porcentaje de adecuación de estos minerales para diferentes grupos etarios.

Materiales y método

Muestras.

Se analizaron diez alimentos disponibles en el mercado, la mayoría de origen farináceo. Se seleccionaron pastas secas, budines, snacks, galletitas dulces y tostadas saladas, todos ellos productos envasados habitualmente consumidos por la población celíaca.

En la Tabla 1 se detalla la denominación de venta y los ingredientes de los diez alimentos libres de gluten analizados.

Tabla 1: Denominación de venta e ingredientes de los diez alimentos libres de gluten analizados.

Denominación de venta	Ingredientes del alimento analizado
Galletitas dulces sabor a coco. Libre de gluten	Harina de arroz, margarina, almidón de maíz, azúcar, agua, leche en polvo, miel, sal, aromatizante, esencia de coco y de vainilla, espesante: goma xántica (INS 415), emulsionante: lecitina de soja (INS 322).
Tostadas de arroz - Sin sal agregada libre de gluten - Sin TACC	Harina de arroz, leche en polvo entera, azúcar, estabilizante: carbonato de calcio.
Tostadas de arroz libre de gluten	Arroz molido, leche en polvo descremada, azúcar y sal.
Budín sabor a vainilla libre de gluten	Azúcar, margarina, agua, almidón de maíz, fécula de mandioca, harina de arroz, huevo en polvo, leche en polvo descremada, polvo leudante [bicarbonato de sodio, bitartrato de potasio], gel emulsionante para batido (INS 477, INS 1520), esencia de vainilla, espesante (goma xántica), conservantes (propionato de calcio, sorbato de potasio).
Fideos secos de harina de arroz	Harina de arroz, huevo deshidratado en polvo, almidón de maíz.
Fideos secos al huevo / Libre de gluten	Harina de maíz, harina de arroz, huevos frescos, agua, fécula de mandioca y fécula de maíz.
Pasta seca de harina de garbanzo libre de gluten - Sin TACC	Harina de garbanzo y goma xántica (INS 415 / espesante)
Snack crocante de arroz integral sabor Finas Hierbas. Libre de gluten	Arroz integral, aroma artificial (sabor a finas hierbas), Sal y aceite vegetal
Papas fritas sabor Mostaza y Miel libres de gluten sin TACC	Papa, aceite vegetal, sal, aromatizante natural sabor mostaza y miel.
Alimento a base de harina de arroz y maíz con relleno sabor a chocolate	Harina de arroz, relleno sabor a chocolate, azúcar, aceite vegetal, cacao en polvo, emulsionante, lecitina de soja, saborizante, etilvainillina, harina de maíz desgerminada, azúcar, almidón de maíz modificado, cacao en polvo, sal, regulador de la acidez bicarbonato de sodio.

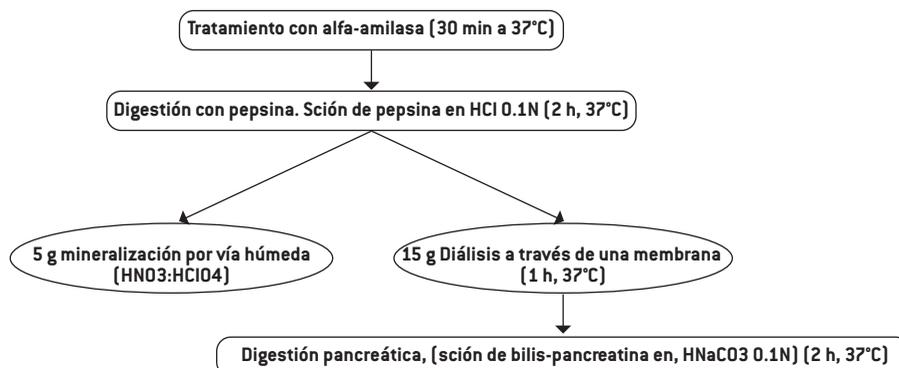
Los alimentos analizados se seleccionaron por un muestreo aleatorio según corresponde lo estipulado por el Código Alimentario Argentino para muestras en bocas de expendio [16]. Se adquirió al azar un envase de cada alimento en diferentes dietéticas y mercados de la Ciudad de Buenos Aires. Una vez en el laboratorio y luego de abiertos los envases, los alimentos se molieron en Molinillo Deltalab obteniéndose una granulometría de 35 mesh. Una porción de cada muestra fue seleccionada para ser analizada. Las pastas no fueron cocidas previamente. En los demás casos eran alimentos listos para consumir.

Métodos

La dializabilidad de los minerales (D) fue determinada por medio de un método in vitro [17] modificado [18] (Figura 1). El procedimiento involucró una digestión enzimática en condiciones que simulan las fisiológicas. Alícuotas de 50 g (15 g de muestra en 35 ml de agua desionizada) de los homogeneizados fueron

incubadas con 5 ml de alfa-amilasa 3%, durante 30 minutos a 37°C con agitación. Luego, el pH se ajustó a 2 con HCl 6N y se agregaron 1,6 ml de pepsina-HCl (16 g/100 mL en HCl 0,1N), agitándose la mezcla a 37°C durante dos horas (proceso que simula la digestión estomacal). Dos porciones de 15 g del digerido se colocaron en erlenmeyers con bolsas de diálisis (Spectrapore Molecular Weight cut-off 6000-8000) conteniendo 18,75 mL de buffer PIPES 0,15 M y pH variable. El pH del buffer a utilizar fue establecido luego de hacer ensayos previos en base a la matriz alimentaria en estudio [19] para obtener un pH final uniforme de $6,5 \pm 0,2$ luego de la segunda incubación a 37°C. Después de una hora cuando el pH alcanzó un valor mínimo de 4,5 se agregaron 3,75 ml de una solución mezcla de 2,5% bilis y 0,4% pancreatina en NaHCO₃ 0,1N y se incubó durante dos horas a 37°C para simular la digestión intestinal. Las bolsas de diálisis fueron removidas y enjuagadas con agua ultra pura y los dializados se transfirieron a tubos tarados y se pesaron. Los minerales que dializaron se determinaron por espectroscopía de absorción atómica [20,21].

Figura 1. Esquema de la determinación de Dializabilidad



El contenido total de minerales de las muestras fue determinado en el digerido de pepsina por espectroscopía de absorción atómica previa mineralización con una mezcla HNO₃-HClO₄ (50:50).

Para las determinaciones de Ca las muestras se diluyeron con una solución que contiene 0,65% de lantano en agua para suprimir la interferencia causada por los fosfatos [22]. La dializabilidad mineral fue calculada como el porcentaje del mineral dializado con respecto a la concentración total de mineral presente en cada muestra.

$$\frac{\text{mg de mineral en el dializado}}{\text{mg de mineral en el digerido}} \times 100$$

Se estableció el aporte potencial de cada mineral (AP) en los distintos productos teniendo en cuenta su concentración y dializabilidad.

$$APCa = ([Ca] \times DCa\%)/100$$

$$APFe = ([Fe] \times DFe\%)/100$$

$$APZn = ([Zn] \times DZn\%)/100$$

Las determinaciones se hicieron por cuadruplicado y el análisis estadístico se realizó utilizando ANOVA, con test de Tukey como test a posteriori.

Determinación de la adecuación nutricional mineral en los distintos grupos etarios

Se estudiaron tres grupos etarios diferentes:

- niños de 4 a 10 años
- adolescentes 11 a 17 años
- adultos 18 a 60 años

Para calcular el estado de adecuación de los minerales estudiados en los 3 grupos se compararon los valores de aporte potencial de cada mineral, de una porción para los diferentes alimentos analizados, con los requerimientos de cada mineral para cada uno de los tres grupos establecido y fijado por la FAO/OMS [23]. Cabe destacar que se tuvo en cuenta el tamaño de la porción estipulada por el Código Alimentario Argentino para cada tipo de alimento. Por este motivo los alimentos fueron divididos en 3 grupos: galletitas dulces y budín (porción 60 g); pastas secas (80 g) y snacks y tostadas (30 g) [24].

Resultados

En la Tabla N°2 se detalla el contenido total de hierro, calcio y zinc, en los diez alimentos libres de gluten analizados, expresados en mg de mineral cada 100 g.

Respecto al contenido **de los tres minerales estudiados** en las diferentes formulaciones se observó una variación estadísticamente significativa ($p < 0,05$), siendo el caso de calcio la más marcada.

En la Tabla N°3 se presentan los valores de dializabilidad porcentual de los tres minerales estudiados. Dichos datos nos permiten estimar cual sería el porcentaje del mineral ingerido que sería absorbido por los individuos durante la digestión.

En alimentos con disponibilidad alta de hierro, se absorbe entre el 15 y el 20% de este mineral; en los de disponibilidad media se absorbe entre el 5% y el 15% y en los de disponibilidad baja se absorbe solamente el 5% [25]. En esta investigación, dado los valores obtenidos para la D%Fe, estos alimentos presentan una disponibilidad media, exceptuando el alimento a base de harina de arroz y

Tabla 2: Contenido de Fe, Ca y Zn en los diez alimentos libres de gluten analizados

Muestras	[Fe] mg/100 g	[Zn] mg/100 g	[Ca] mg/100 g
Galletitas dulces sabor a coco. Libre de gluten	1,31 + 0,09 e	0,59 + 0,07 d	19,0 + 1,0 d
Tostadas de arroz - Sin sal agregada libre de gluten - Sin TACC	1,35 + 0,14 e	0,92 + 0,01 e	315,0 + 10,0 i
Tostadas de arroz libre de gluten	1,22 + 0,06 e	1,11 + 0,04 f	22,0 + 1,0 e
Budín sabor a vainilla libre de gluten	1,07 + 0,05 d	0,43 + 0,04 c	54,0 + 2,0 h
Fideos secos de harina de arroz	0,35 + 0,07 a	0,20 + 0,01 b	5,0 + 0,4 a
Fideos secos al huevo / Libre de gluten	0,41 + 0,07 a/b	0,19 + 0,02 b	11,0 + 1,0 c
Pasta seca de harina de garbanzo libre de gluten - Sin TACC	1,02 + 0,06 d	0,42 + 0,01 c	36,0 + 2,0 g
Snack crocante de arroz integral sabor Finas Hierba. Libre de gluten.	0,43 + 0,02 b	0,16 + 0,01 a/b	6,2 + 0,6 b
Papas fritas sabor Mostaza y Miel libres de gluten sin TACC	0,65 + 0,02 c	0,15 + 0,01 a	32,0 + 1,0 f
Alimento a base de harina de arroz y maíz con relleno sabor a chocolate	1,21 + 0,10 e/d	0,19 + 0,01 b	7,0 + 0,5 b

Los datos se expresan en media + DE. Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 3: Dializabilidad porcentual de Fe, Ca y Zn de los diez alimentos libres de gluten analizados

Muestras	[D%Fe]	[D%Zn]	[D%Ca]
Galletitas dulces sabor a coco. Libre de gluten	11,9 ± 1,3 c	22,9 ± 0,5 g	27,4 ± 0,8 d
Tostadas de arroz - Sin sal agregada libre de gluten - Sin TACC	12,7 ± 1,4 c	8,4 ± 0,8 a/b	15,7 ± 1,1 a
Tostadas de arroz libre de gluten	24,7 ± 0,7 e	15,5 ± 1,1 e	24,9 ± 0,4 c
Budín sabor a vainilla libre de gluten	16,7 ± 1,2 d	20,6 ± 0,3f	27,4 ± 1,3 d
Fideos secos de harina de arroz	18,6 ± 0,7 d	8,6 ± 0,4 a	29,4 ± 0,4 e
Fideos secos al huevo / Libre de gluten	11,7 ± 1,2 c	13,2 ± 0,5 d	21,3 ± 2,2 b
Pasta seca de harina de garbanzo libre de gluten - Sin TACC	8,3 ± 0,9 b	29,5 ± 1,4 h	27,4 ± 1,7 d/e
Snack crocante de arroz integral sabor Fina Hierbas. Libre de gluten	11,4 ± 0,8 c	9,5 ± 0,3 b	36,7 ± 2,1 g
Papas fritas sabor Mostaza y Miel libres de gluten sin TACC	11,6 ± 1,1 c	24,2 ± 1,0 g	18,0 ± 1,7 a/b
Alimento a base de harina de arroz y maíz con relleno sabor a chocolate	4,5 ± 0,4 a	10,9 ± 0,7 c	31,9 ± 1,6 f

Los datos se expresan en media ± DE. Medias con una letra común en la misma columna no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

maíz con relleno sabor a chocolate y la pasta seca de harina de garbanzo libre de gluten - Sin TACC que presentan una disponibilidad baja. En el caso del zinc la biodisponibilidad podría ser considerada media/alta, salvo las tostadas de arroz - Sin sal agregada libre de gluten - Sin TACC, los fideos secos de harina de arroz y el snack crocante de arroz integral sabor Finas Hierbas, Libre de gluten que presentaron valores de dializabilidad compatibles con biodisponibilidades media baja [25]. En general los valores de la D%Ca no tiene diferencias significativas a nivel nutricional.

Con los datos del contenido total de cada mineral y los valores de D% de los mismos se calculó la cantidad de cada mineral que potencialmente se absorbería en el tracto gastrointestinal durante la digestión humana. Dichos valores corresponden a los aportes potenciales y se presentan en la Tabla N°4. Se eligieron tres poblaciones para evaluar qué porcentaje del requerimiento diario de Fe, Zn y Ca se cubrirían con una porción de los alimentos estudiados. Los resultados obtenidos se presentan en las Tablas N°5, N°6 y N°7, respectivamente.

Tabla 4: Aporte potencial de Fe, Ca y Zn de los diez alimentos libres de gluten analizados

Muestras	[APFe] mg%	[APZn] mg%	[APCa] mg%
Galletitas dulces sabor a coco. Libre de gluten	0,16	0,14	5
Tostadas de arroz - Sin sal agregada libre de gluten - Sin TACC	0,17	0,08	50
Tostadas de arroz libre de gluten	0,30	0,17	6
Budín sabor a vainilla libre de gluten	0,18	0,09	15
Fideos secos de harina de arroz	0,07	0,02	2
Fideos secos al huevo / Libre de gluten	0,05	0,03	2
Pasta seca de harina de garbanzo libre de gluten - Sin TACC	0,08	0,12	10
Snack crocante de arroz integral sabor Fina Hierbas. Libre de gluten	0,05	0,02	3
Papas fritas sabor Mostaza y Miel libres de gluten sin TACC	0,08	0,04	6
Alimento a base de harina de arroz y maíz con relleno sabor a chocolate	0,05	0,02	2

Tabla 5: Porcentaje de cobertura de una porción de los alimentos libres de gluten analizados, de los requerimientos diarios de hierro, en tres grupos etarios. Niños: 4-10 años. Adolescentes: 11-17 años. Adultos: 18-60 años.

MUESTRAS	[APFe] mg%	niños	adolescentes	adolescentes	adultos	adultos
		(4-10)	femeninos (11-17)	masculinos (11-17)	femeninos (18-60)	masculinos (18-60)
		0,89 mg/día	3,2 mg/día	1,7 mg/día	2,9 mg/día	1,4 mg/día
Galletitas dulces sabor a coco. Libre de gluten	0,16	11	3	5	3	7
Tostadas de arroz - Sin sal agregada libre de gluten - Sin TACC	0,17	6	2	3	2	4
Tostadas de arroz libre de gluten	0,30	10	3	6	3	6
Budín sabor a vainilla libre de gluten	0,18	12	3	6	4	8
Fideos secos de harina de arroz	0,07	6	2	3	2	4
Fideos secos al huevo / Libre de gluten	0,05	6	1	2	1	3
Pasta seca de harina de garbanzo libre de gluten - Sin TACC	0,08	6	2	4	2	5
Snack crocante de arroz integral sabor Fina Hierbas. Libre de gluten.	0,05	2	1	1	1	1
Papas fritas sabor Mostaza y Miel libres de gluten sin TACC	0,08	3	1	1	1	2
Alimento a base de harina de arroz y maíz con relleno sabor a chocolate	0,05	2	1	1	1	1

APFe: Aporte potencial de hierro

Tabla 6: Porcentaje de cobertura de una porción de los alimentos libres de gluten analizados, de los requerimientos diarios de zinc en tres grupos etario.
Niños: 4-10 años. Adolescentes: 11-17 años. Adultos: 18-60 años.

Muestras	[APZn] mg%	niños (4-10) 1,8 mg/día	adolescentes (11-17) 5,5 mg/día	Adultos (18-60) 4,2 mg/día
Galletitas dulces sabor a coco. Libre de gluten	0,14	4,5	1,5	1,9
Tostadas de arroz - Sin sal agregada libre de gluten - Sin TACC	0,08	1,3	0,4	0,6
Tostadas de arroz libre de gluten	0,17	2,9	0,9	1,2
Budín sabor a vainilla libre de gluten	0,09	3,0	1,0	1,3
Fideos secos de harina de arroz	0,02	0,6	0,2	0,2
Fideos secos al huevo / Libre de gluten	0,03	1,1	0,4	0,5
Pasta seca de harina de garbanzo libre de gluten - Sin TACC	0,12	5,5	1,8	2,4
Snack crocante de arroz integral sabor Fina Hierbas. Libre de gluten	0,02	0,3	0,1	0,1
Papas fritas sabor Mostaza y Miel libres de gluten sin TACC	0,04	0,6	0,2	0,3
Alimento a base de harina de arroz y maíz con relleno sabor a chocolate	0,02	0,3	0,1	0,1

APZn: Aporte potencial de zinc

Tabla 7: Porcentaje de cobertura de una porción de los alimentos libres de gluten analizados, de los requerimientos diarios de calcio en tres grupos etario.
Niños: 4-10 años. Adolescentes: 11-17 años. Adultos: 18-60 años.

Muestras	[APCa] mg%	niños (4a10) 220 mg/día	Adolescentes (11 a 17) 440 mg/ día	Adultos (18 a 60) 520 mg/día
Galletitas dulces sabor a coco. Libre de gluten	5	1,4	0,7	0,6
Tostadas de arroz - Sin sal agregada libre de gluten - Sin TACC	50	6,9	3,5	2,9
Tostadas de arroz libre de gluten	6	0,7	0,4	0,3
Budín sabor a vainilla libre de gluten	15	4,0	2,0	1,7
Fideos secos de harina de arroz	2	0,5	0,3	0,2
Fideos secos al huevo / Libre de gluten	2	0,9	0,5	0,4
Pasta seca de harina de garbanzo libre de gluten - Sin TACC	10	3,6	1,8	1,5
Snack crocante de arroz integral sabor Fina Hierbas. Libre de gluten	3	0,4	0,2	0,2
Papas fritas sabor Mostaza y Miel libres de gluten sin TACC	6	0,8	0,4	0,3
Alimento a base de harina de arroz y maíz con relleno sabor a chocolate	2	0,3	0,2	0,1

APCa: Aporte potencial de calcio

En cuanto al porcentaje de cobertura diario de los requerimientos para los tres minerales para las diferentes poblaciones estudiadas se observa que es muy variable dependiendo no sólo del mineral sino también del grupo etario, y principalmente del alimento. En todos los casos el porcentaje de cobertura es muy bajo.

Discusión y conclusiones

Existe gran disponibilidad de productos libres de gluten en el mercado. En general los mismos están elaborados por ingredientes similares, como almidón de maíz, harina de arroz, harina de maíz, harina de garbanzo y almidón de mandioca, entre otros, aunque no siempre en las mismas proporciones. Si tenemos en cuenta que en los cereales los minerales se encuentran en los tegumentos externos de los granos, y que todos estos ingredientes son harinas refinadas, féculas o almidones, se puede decir que los minerales intrínsecos de los mismos no estarían presentes en cantidades significativas porque se pierden junto con los tegumentos externos. La misma situación ocurre con las harinas de trigo y productos derivados. Es por ello que, en nuestro país, teniendo en cuenta el alto porcentaje de población con anemia ferropénica, en el año 2003 se sancionó la ley 25.630 que establece el enriquecimiento de la harina de trigo con sulfato ferroso. En el caso de la población celíaca, estos no se ven alcanzados ya que no consumen estos productos. Como se puede observar en Tabla N°2, el contenido total de hierro, zinc y calcio de los alimentos analizados es bajo, salvo en las tostadas de arroz - Sin sal agregada libre de gluten - Sin TACC, el budín sabor a vainilla libre de gluten y la pasta seca de harina de garbanzo libre de gluten - Sin TACC, donde el contenido de calcio fue moderado. El rango correspondiente al contenido de hierro de las diez muestras analizadas se encuentra entre 0,35 a 1,35 mg Fe/100 g alimento. Cuando se determinó el contenido de Zn los valores hallados se encontraron entre 0,15 mg/100 g y 1,11 mg/100 g. Al analizar el contenido de Ca, el rango fue de 5 mg/100 g a 315 mg/100 g, Tanto para el zinc como para el calcio, los valores obtenidos son similares a los obtenidos en otro estudio del mismo grupo de trabajo, en alimentos elaborados con harina de trigo, ya que esta no se encuentra enriquecida con estos minerales [26,27]. En publicaciones en otros países se evaluaron también diferentes tipos de alimentos comerciales libres de gluten [28]. En

dicha investigación se analiza el contenido de Fe, Ca, Zn y Mg de diferentes tipos de muestras provenientes de distintos países. Por ejemplo, para el caso del Fe en galletas o productos de panadería el contenido varía entre 7 y 10g/100 g, dependiendo de la composición de las muestras estudiadas. Si se comparan las muestras con mayor similitud respecto a las analizadas en el presente trabajo, se observó que el contenido de hierro es similar, siendo de 0,8 a 2,0 mg Fe /100 g para los alimentos del estudio internacional, y de 0,35 a 1,35 mg Fe/100 g en las muestras de nuestro estudio. Cuando las muestras analizadas fueron cereales para desayuno, en el alimento a base de harina de arroz y maíz con relleno sabor a chocolate el contenido de hierro fue de 1,2 mg Fe/100 g, mientras que en la muestra más semejante del trabajo antes mencionado (granola con chocolate) el contenido de hierro es de 1,5 mg Fe/100 g. Cuando se compararon los valores obtenidos en muestras de pastas secas (fideos), los datos también fueron concordantes encontrándose valores dentro del rango (0,2 y 1,5 mg Fe/100 g de muestra. [28].

Al comparar los resultados obtenidos para calcio se observa que las muestras de fideos en ambos casos se encuentran en el rango de 5 a 30 mg Ca/100 g. En el caso de los cereales para desayuno la muestra analizada en el presente estudio se encuentra dentro de los valores más bajos obtenidos en el trabajo de Rybicka Iga, y col. [28]. En los productos de panadería como galletitas, tostadas o budín, se observa una importante variación en el contenido. Esto podría deberse a la presencia de leche, en concentraciones variables, en la formulación del producto. La variación es de 20 a 300 mg Ca/100 g [28].

En general con respecto al Zn, se obtuvieron concentraciones bastante menores a las obtenidas en los productos analizados por Rybicka Iga y col [28]. El único caso en donde hubo similitud fue en los productos de panadería.

Las concentraciones de Fe, Zn y Ca obtenidas fueron muy variables. El contenido de minerales en productos alimenticios de origen vegetal depende de factores genéticos (por ejemplo, variedad de plantas) y factores ambientales (por ejemplo, tipo de suelo, fertilización, humedad, condiciones climáticas), así como del procesamiento aplicado (por ejemplo, molienda, trituración, descascarillado). Por estas razones, los niveles de minerales en cereales y leguminosas pueden diferir significativamente de una fuente a otra, país, prácticas climáticas y agrícolas, condiciones de procesamiento, etc. A esto se suma que

en muchas formulaciones varían sus ingredientes y la proporción en que estos se utilizan [27 y 28]. Si se analiza la D% de los tres minerales en todos estos productos, se observa que pueden ser encuadrados en alimentos con bioaccesibilidad moderada. Si se comparan los valores obtenidos en los fideos estudiados, con los valores hallados en muestras similares pero elaborados con harina de trigo, se observa que la D%Fe de fideos elaborados con trigo es 4,6; es decir presenta valores menores. La D%Zn en fideos elaborados con harina de trigo fue 12,7. Este valor se encuentra en el rango de los valores de las muestras analizadas en el presente estudio. En fideos elaborados con harina de trigo la D%Ca fue 41,3. Este valor resultó mayor a los obtenidos en las muestras libres de gluten [27]. Se debe tener en cuenta que las harinas de garbanzo, arroz y maíz tienen un contenido más elevado de ácido fítico que la harina de trigo. Este es un importante inhibidor de la absorción de los tres minerales. Sin embargo, se evidencia más su acción respecto al calcio. Como se mencionó anteriormente, la variación en la proporción de los ingredientes de los alimentos hace que exista variación en las dializabilidades [29].

Es posible observar que el contenido y la dializabilidad de los minerales en estos alimentos, es de media a baja. Sin embargo, más allá de esto es de suma importancia saber qué porcentaje de los requerimientos diarios de los tres micronutrientes, nutricionalmente deficientes en gran parte de la población mundial, logra cubrir una porción de los alimentos analizados. Esto es particularmente importante para la población celíaca, cuya dieta se centra en un alto porcentaje en productos de estas características. Por lo tanto, resulta de utilidad el cálculo del aporte potencial (AP), que estima que cantidad de los distintos minerales podrían ser aprovechados por el organismo (valores informados en las Tablas N°5, N°6 y N°7). Los alimentos analizados son consumidos en el desayuno o merienda (budines, galletitas y tostadas), como colaciones (snack) o como comida principal (pastas secas), por lo tanto, es importante tenerlos en cuenta.

Si se considera el aporte de hierro en los niños, con una porción, solo tres de los alimentos estudiados cubren más del 10% de los requerimientos diarios de este mineral. En todos los demás, el porcentaje de cobertura es muy bajo. Estos datos evidencian que los alimentos libres de gluten prácticamente no aportan cantidades significativas de hierro, lo cual es preocupante, sobre todo teniendo en cuenta que algunos de los alimentos analizados se ingieren como platos principales. Respecto de los adolescentes y adultos una porción de los diez alimentos estudiados cubre menos del 10% de los requerimientos diarios de hierro. Esto sería más preocupante en la población femenina donde los requerimientos son mayores debido a las pérdidas menstruales que aumentan considerablemente los requerimientos diarios de hierro [29] (Tabla N°5).

Los aportes de zinc y calcio son realmente bajos para los diferentes grupos etarios con cualquiera de los diez alimentos estudiados [30] (Tablas N°6 y 7).

La bioaccesibilidad de minerales de productos libres de gluten depende del elemento y de la composición del producto analizado. De acuerdo con los resultados obtenidos podemos concluir que el aporte de hierro, calcio y zinc, de los diez alimentos libres de gluten analizados es muy bajo. Esto era de esperar ya que las matrices analizadas no son ricas en estos tres minerales y además ninguna de las muestras estaban fortificadas con los minerales estudiados. Es por ello que, los porcentajes de cobertura de una porción de estos alimentos cubre un muy bajo porcentaje de los requerimientos diarios de los tres minerales en las tres poblaciones.

En base a los resultados obtenidos, resultaría interesante que los responsables de establecer políticas públicas en el plano nutricional arbitren los medios para que la población que debe consumir alimentos libres de gluten tenga acceso a alimentos enriquecidos, así como lo está la harina de trigo. Hasta tanto esto se legisle y se implemente, las industrias productoras de alimentos libres de gluten deberían contemplar la posibilidad de fortificar sus productos con estos minerales.

Referencias bibliográficas

- Green, PHR.MD, Lebwohl, B MD, MS, and Greywoode, R MD. Celiac disease. *J Allergy Clin Immunol.* 2015; 135 (5): 1099 - 1106.
- Garnier-Lengliné H, Cerf-Bensussan N, Ruemmele F. Celiac disease in children. *Clinics and Research in Hepatology and Gastroenterology.* 2015; (39), 544 - 551.
- Laass MW, Schmitz R, Uhlig HH, Zimmer KP, Thamm M, Koletzko S. The Prevalence of Celiac Disease in Children and Adolescents in Germany. *Dtsch Arztebl Int.* 2015; (112): 553 – 60.
- Mora M, Litwin N, Toca MC, Azcona, MI, Solís Neffa R, Battiston F, y col. Prevalencia de enfermedad celíaca: estudio multicéntrico en población pediátrica de cinco distritos urbanos de la Argentina. *Arch Argent Pediatr* 2012; 110(6):490 - 496.
- Regula J., Cerba1 A., Suliburska1 J., Tinkov A. In Vitro Bioavailability of Calcium, Magnesium, Iron, Zinc, and Copper from Gluten-Free Breads Supplemented with Natural Additives. *Biol Trace Elem Res.* 2018; (182): 140–146.
- Catassi C, Bai JC, Bonaz B, Bouma G, Calabro A, Carroccio A, et al. Non-celiacgluten sensitivity: the new frontier of gluten related disorders. *Nutrients.* 2013; 5(10): 3839 – 3853.
- Ludvigsson JF, Leffler DA, Bai JC, Biagi F, Fasano A, GreenPH, et al. The Oslo definitions for coeliac disease and related terms. *Gut.* 2013; 62(1): 43 – 52.
- Fasano A, Sapone A, Zevallos V, Schuppan D. Nonceliacgluten sensitivity. *Gastroenterology.* 2015; 148(6): 1195 – 1204.
- Ontiveros N, Lopez-Gallardo JA, Vergara-Jimenez MJ, Cabrera-Chavez. Self-reported prevalence of symptomatic adverse reactions to gluten and adherence to gluten-free diet in an Adult Mexican Population. *Nutrients.* 2015; 7(7) :6000 – 6015.
- Volta U, Bardella MT, Calabro A, Troncone R, Corazza GR, Study Group for Non-Celiac Gluten S. An Italian prospective multicenter survey on patients suspected of having non-celiac gluten sensitivity. *BMC Med.* 2014; (12): 85 - 92.
- Sapone A, Bai JC, Ciacci C, Dolinsek J, Green PH, Hadjivassiliou M, et al. Spectrum of gluten-related disorders: consensus on new nomenclature and classification. *BMC Med.* 2012; (10): 13 - 21.
- Lebwohl B, Ludvigsson JF, Green PH. Celiac disease and non-celiac gluten sensitivity. *BMJ.* 2015; (351): 43 - 47.
- Lis DM, Stellingwerff T, Shing CM, Ahuja KD, Fell JW. Exploring the popularity, experiences, and beliefs surrounding gluten-free diets in nonceliac athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab.* 2015; 25(1): 37 – 45.
- Bascuñán KA., Vespa MC., Araya M. Celiac disease: understanding the gluten-free diet. *Eur J Nutr.* 2017; 56: 449 – 459.
- do Nascimento AB, Fiates GM, Dos Anjos A, Teixeira E. Analysis of ingredient lists of commercially available gluten free and gluten-containing food products using the text mining technique. *Int J Food Sci Nutr.* 2013;64(2): 217 – 222.
- Código Alimentario Argentino, actualizado, Capítulo XXI. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo_XXI.pdf, visitado en octubre 2019.
- Miller D, Schrinken BR, Rassmussen RR. An in vitro method for estimation of iron availability from meals. *Am J Clin Nutr.* 1981; (34): 248 - 256.
- Wolfgor R, Drago SR, Rodriguez V, Pellegrino N, Valencia ME. In Vitro measurement of iron availability in fortified foods. *Food Res Int.* 2002; (35): 85 - 90.
- Drago SR, Binaghi MJ, Valencia ME. Effect of gastric digestion pH on iron, zinc, and calcium dializability from preterm and term starting infant formulas. *J Food Sci.* 2002; 70(2): 107 - 112.
- Official Method of Analysis of AOAC International. 17th Edition. Washington DC, USA. Association of Official Analytical Chemists. 2000.
- Perkin-Elmer Corp. Calcio, Hierro y Zinc. Analytical Method for Atomic Absorption Spectrophotometry. Norwalk CI.1971
- Varian. Analytical methods for flame spectroscopy. 1979. Publication N° 85.
- Programa conjunto FAO/OMS sobre normas alimentarias comité del CODEX sobre nutrición y alimentos para regímenes especiales. FAO. 2009. 1-5.
- Código Alimentario Argentino, actualizado, Capítulo V. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/Capitulo_V.pdf, visitado en abril 2019.
- Necesidades de vitamina A, hierro, folato y vitamina B 12: informe de una consulta mixta FAO. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudios FAO Estudios FAO Alimentación y nutrición. 1991; (23): 39 - 60.
- Rebellato AP, Bussi J, Silva JG, Greiner R, Steel CJ, Pallone JA. Effect of different iron compounds on rheological and technological parameters as well as bioaccessibility of minerals in whole wheat bread. *Food Res Int.* 2017; (94): 65 - 71.
- Salinas MV, Hamet MF, Binaghi J, Abraham AG, Weisstaub A, Zuleta A, et al. Calcium–inulin wheat bread: prebiotic effect and bone mineralisation in growing rats. *J Int Food Sci Tech.* 2017; (52): 2463 - 2470.
- Dyner L, Cagnasso C, Ferreyra V, Pita Martín de Portela ML, Apro N, Olivera Carrion M. Contenido de calcio, fibra dietaria y fitatos en diversas harinas de cereales, pseudocereales y otros. *Acta Bioquím. Clín. Latinoam.* 2016; 50(3): 435 - 443.
- Rybicka Iga. Review The Handbook of Minerals on a Gluten-Free Diet. *Nutrients.* 2018; (10): 1683 - 1690.
- Drago SR and Valencia ME. Influence of components of infant formulas on in vitro iron, zinc and calcium availability. *J Agric Food Chem.* 2004; (52): 3202 - 3207.
- Binaghi MJ. [Tesis Doctoral]. Aplicación de un método in vitro para la evaluación de la disponibilidad potencial de minerales en matrices alimentarias diversas. Estimación del aporte potencial de hierro, zinc y calcio en alimentos dirigidos a grupos vulnerables de la población. 2014. Universidad de Buenos Aires.