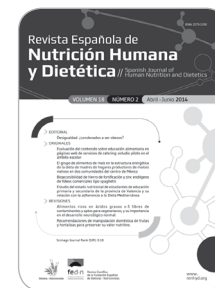


# Revista Española de Nutrición Humana y Dietética

Spanish Journal of Human Nutrition and Dietetics

[www.renhyd.org](http://www.renhyd.org)



ORIGINAL

## Bioaccesibilidad de hierro de fortificación y zinc endógeno de fideos comerciales tipo spaghetti

María Gimena Galán<sup>a,b,\*</sup>, Emilce Llopart<sup>a,b,c</sup>, Emilia Tissera<sup>c</sup>, Anabela Alladio<sup>c</sup>,  
Silvina R Drago<sup>a,b</sup>

<sup>a</sup> Instituto de Tecnología de Alimentos, Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.

<sup>b</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Argentina.

<sup>c</sup> Universidad del Centro Educativo Latinoamericano (UCEL), Rosario, Argentina.

\* Autor para correspondencia:

Correo electrónico: [gimegalan@hotmail.com](mailto:gimegalan@hotmail.com) (M. G. Galán)

Recibido el 21 de noviembre de 2013; aceptado el 17 de marzo de 2014.

➤ Bioaccesibilidad de hierro de fortificación y zinc endógeno de fideos comerciales tipo spaghetti

### RESUMEN

**Introducción:** El presente trabajo tiene por objetivo evaluar la bioaccesibilidad y Aporte Potencial (AP) de Fe y Zn de Fideos Comerciales Fortificados (FCF), y la relación entre el tiempo de cocción y la pérdida de sólidos, Fe y Zn de dichos fideos.

**Material y métodos:** Se analizaron cuatro diferentes marcas de FCF. Se evaluó la pérdida de sólidos, Fe y Zn, a dos tiempos de cocción (tiempo óptimo indicado por el fabricante y una sobrecocción de 10 minutos). La bioaccesibilidad de Fe y Zn se estimó a través del porcentaje del mineral dializado. El AP de minerales se determinó como el producto de la concentración y la dializabilidad de cada mineral.

**Resultados:** Las pérdidas de sólidos resultaron inferiores al 7%, aún con sobrecocción. Tres de los cuatro FCF no cumplían con los valores declarados de contenido de Fe. Se produjeron grandes pérdidas de Fe y Zn durante la cocción, las cuales aumentaron al prolongarse el tiempo de cocción (de 43,7% a 64,7% para Fe; y de 7,7% a 15,2% para el Zn), siendo mayores las pérdidas de Fe (mineral de fortificación), que de Zn (mineral endógeno). La bioaccesibilidad de Fe y Zn resultó baja (0,82±0,27% y 0,90±0,45%, respectivamente) y el AP de una porción de 80 g de FCF sólo cubriría en promedio 0,646% de los requerimientos de Fe y 0,708% de los requerimientos de Zn.

**Conclusiones:** Los resultados muestran que la fortificación de fideos contribuye muy poco a cubrir los requerimientos de los minerales analizados ya que gran parte se pierde en el agua de cocción.

### PALABRAS CLAVE

Alimento fortificado;

Cocción;

Valor nutricional;

Bioaccesibilidad de minerales,

Aporte potencial.

## Fortification iron and endogenous zinc bioaccessibility from commercial fortified spaghetti

### KEYWORDS

Fortified food;  
Cooking;  
Nutritive Value;  
Mineral  
bioaccessibility;  
Potential supply.

### ABSTRACT

**Introduction:** The aims were to assess the bioaccessibility and Potential Supply (PS) of Fe and Zn from Commercial Fortified Spaghetts (CFS), and the relationship between cooking time and losses of solids, Fe and Zn of these samples.

**Material and Methods:** Four samples of different trades were analyzed. Solid, Fe, and Zn losses were evaluated at to cooking times (optimum cooking time and optimum time plus 10 min overcooking). Fe and Zn bioaccessibility was estimated through mineral dialyzability. Potential Supply (PS) was determined as the product of mineral concentration and dialyzability.

**Results:** Solids losses were lower than 7%, still with overcooking. Three of the four fortified samples did not meet the declared values of Fe content. There were high losses of Fe and Zn during cooking, which increased when extended cooking time (from 43.7% to 64.7% for Fe, and from 7.7% to 15.2% for Zn). Fe losses (fortification mineral), being greater than Zn (endogenous mineral). Fe and Zn bioaccessibility were very low ( $0.82 \pm 0.27\%$  and  $0.90 \pm 0.45\%$ , respectively) and the PS of 80 g portion of CFS only cover approximately 0.65% and 0.71% of Fe and Zn requirements, respectively.

**Conclusions:** The results show that the fortification of spaghetti makes little contribution to meet the requirements of the analyzed minerals.

## INTRODUCCIÓN

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), la deficiencia de hierro (Fe) es el desorden nutricional más común en el mundo, afectando a 1.620 millones de personas, lo que corresponde al 24,8% de la población. La máxima prevalencia se da en los niños en edad preescolar y en las mujeres embarazadas<sup>1</sup>.

La clave de la prevención a largo plazo de la deficiencia de Fe es incrementar la cantidad de Fe dietético absorbido. Para alcanzar este objetivo, las estrategias más comunes son la provisión de suplementos y la fortificación de alimentos con Fe. Las dificultades para conseguir tanto una distribución confiable, como la aceptación y el cumplimiento de las pautas de ingestión por parte del consumidor, y la presencia de efectos gastrointestinales colaterales a la ingestión oral de suplementos de Fe, hacen que la fortificación resulte más práctica<sup>2</sup>. La fortificación de alimentos es generalmente considerada la estrategia más sostenible a largo plazo para combatir la deficiencia de Fe. Sus principales ventajas son que no requiere el consentimiento del consumidor, su implementación y mantenimiento son relativamente de bajo costo y puede estar dirigida a una población o a un grupo vulnerable específico<sup>3</sup>.

Por otra parte, se debe destacar que dentro de las estrategias para combatir la deficiencia de Fe, se ha puesto poca atención en mejorar la biodisponibilidad del Fe dietético, promoviendo la correcta elección de alimentos o introdu-

ciendo modificaciones en alimentos culturalmente aceptados<sup>3</sup>. Estas últimas alternativas serían las únicas sostenibles a largo plazo a nivel comunitario, especialmente cuando la fortificación dietética con hierro es impracticable o la biodisponibilidad del hierro de fortificación se ve afectada negativamente por constituyentes de la dieta<sup>4</sup>.

En muchos países, la harina de trigo es considerada un vehículo de fortificación apropiado, ya que los alimentos preparados a partir de ella se consumen diariamente y en cantidades altas por la población, en forma de pan, galletitas, pastas, etc. Los diferentes países utilizan diferentes fuentes de fortificación de Fe y en distintos niveles, de acuerdo a su legislación alimentaria. La harina de trigo, es utilizada no sólo como vehículo de aporte de Fe sino también, en algunos casos, como vehículo de vitaminas tales como el ácido fólico, las vitaminas B1, B2, etc.<sup>5</sup>.

Las pastas tienen un rol fundamental en la nutrición humana como fuente de energía, y son el alimento cocido más consumido en el mundo, incluso más que el pan<sup>6,7</sup>. Debido a su gran difusión, bajo costo, vida útil y la importancia de sus valores nutricionales, pueden ser usadas como vehículo para la incorporación de nutrientes. La pasta fue el primer alimento que la *Food and Drug Administration* (FDA) permitió fortificar con vitaminas y Fe en la década de los 40<sup>8</sup>. Sin embargo, la cocción en agua puede provocar pérdidas importantes de los minerales de fortificación y, además, la absorción de minerales también puede verse afectada por los procesos de cocción que sufren los alimentos previo a su consumo<sup>9</sup>.

Este trabajo tiene por objetivo evaluar la bioaccesibilidad y el aporte potencial de Fe y Zn de fideos fortificados, y estudiar el efecto del tiempo de cocción en la pérdida de sólidos, de Fe y Zn de dichos fideos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### Muestras:

Se analizaron cuatro muestras comerciales de fideos de trigo (F 1 – 4), tipo spaghetti, fortificados con Fe y vitaminas, de marcas reconocidas en el mercado, los cuales se adquirieron en comercios de Rosario (Provincia de Santa Fe, Argentina). La vida útil declarada en los rótulos de los fideos fue de 24 meses a partir de la fecha de elaboración. Una parte de las muestras fue molida utilizando un molino de laboratorio Tipo Molab Decalab® y evaluada, como se describe a continuación:

- **Humedad de fideos:** Se utilizó el método de la AOAC<sup>10</sup>. Para ello, se pesaron 2 g de muestra molida con balanza de precisión Adventure Ohaus USA +/-0,0001 g, y se llevó a estufa de 105 °C hasta pesada constante.
- **Contenido de minerales (Fe y Zn):** Para determinar la concentración de minerales se pesó una cantidad apropiada de muestra, se carbonizó y llevó a mufla a 550 °C durante 4 horas. Las cenizas fueron levantadas con 10 ml de HCl 10% (v/v). Luego se determinó el contenido de Fe y Zn por espectrofotometría de absorción atómica, utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica Analyst 300 (Perkin Elmer).

### Pérdida de sólidos y de minerales durante la cocción:

Ambas determinaciones se realizaron a dos tiempos de cocción distintos: al tiempo óptimo de cocción (To), indicado por el fabricante del producto en el envase, y a un tiempo de sobrecocción de 10 minutos sobre el tiempo óptimo de cocción (To + 10 min). Para ello, se pesaron 20 g de fideos de aproximadamente 13 cm de largo, los cuales fueron introducidos en un recipiente con agua destilada en ebullición en una cantidad necesaria como para mantener una relación de sólidos/agua de 1/10 al final de la cocción (200 ml). Transcurrido el tiempo de cocción establecido, la muestra fue escurrida y se realizaron tres lavados con 10 ml de agua destilada a 20 °C, agregándose este volumen, al agua de cocción previamente recolectada. Sobre el volumen total de agua así recolectada, se determinó el contenido de sólidos, por evaporación en estufa a 105 °C por 24 h. La cantidad de sólidos secos fue referida a la muestra inicial usando la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \% \text{Pérdida de sólidos al To} &= (\text{PsTo} / \text{Pfideo}) \times 100 \\ \% \text{Pérdida de sólidos al To} + 10 \text{ min} &= (\text{PsTo} + 10 \text{ min} / \text{Pfideo}) \times 100 \end{aligned}$$

Donde,

**PsTo** = peso de los sólidos en el agua de cocción al tiempo óptimo de cocción,

**PsTo + 10 min** = peso de los sólidos en el agua de cocción al tiempo óptimo de cocción + 10 min,

**Pfideo** = peso de los fideos en base seca antes de la cocción.

Las pérdidas de minerales fueron calculadas como las diferencias en los contenidos de Fe y Zn en los fideos crudos y los fideos cocidos (ambos expresados en base seca) a los dos tiempos de cocción: To y To+10 min.

### Determinación de la bioaccesibilidad y aporte potencial de Fe (%DFe, APFe) y Zn (%DZn, APZn):

Se utilizaron reactivos de grado analítico y agua destilada y desionizada para la realización de los análisis. El material de vidrio fue lavado durante 24 horas en una solución de ácido nítrico 6 N, y luego lavado con agua destilada y desionizada antes de su uso.

Se utilizó la técnica de dializabilidad de Miller y col.<sup>11</sup>, modificada por Drago y col.<sup>12</sup>. Las determinaciones fueron realizadas en las muestras cocidas al tiempo óptimo de cocción, indicado en el rótulo del producto. Luego de la cocción, los fideos fueron escurridos, enjuagados dos veces con 10 ml de agua bidestilada, triturados utilizando un homogeneizador de cuchilla y dispersados al 10% de sólidos en agua bidestilada. Las muestras se llevaron a pH 2 con HCl 4 N, se agregaron 0,8 ml de una solución de pepsina al 16% en HCl 0,1N y se incubaron durante 2 horas a 37 °C. Para incrementar gradualmente el pH, se agregó una bolsita de diálisis de 24 cm de longitud de cut-off 6-8 kDa (Spectrapore) que contenía una solución 0,15 M de buffer PIPES cuyo pH fue ajustado a 7. Luego de 50 minutos se agregaron 6,25 ml de una solución de bilis-pancreatina (2,5 g/100 g de bilis y 0,4 g/100 g de pancreatina en NaHCO<sub>3</sub> 0,1 mol/L) y nuevamente se incubó durante 2 horas a 37 °C. Al finalizar la digestión, se retiraron las bolsitas y se pesó el dializado. El contenido de Fe y Zn se determinó por espectroscopía de absorción atómica. La bioaccesibilidad de cada mineral se estimó a través de la dializabilidad (%D) del mineral (M) expresada como porcentaje del contenido total en la muestra, según la siguiente fórmula:

$$\% \text{DM} = (\text{mg M dializado} / \text{mg M muestra}) \times 100$$

El aporte potencial (AP) se calculó considerando una ración de 80 g de producto crudo. Dicha ración se consideró teniendo en cuenta la Resolución Técnica Mercosur 47/03<sup>13</sup>, lo que coincidió con tamaño de la porción recomendada en los rótulos.

Para el cálculo se utilizó la siguiente fórmula:

$$AP = \text{concentración M} \times \%DM \times \text{ración (g)}$$

### Análisis estadísticos:

Todas las determinaciones fueron realizadas por triplicado. Para el estudio estadístico de cada uno de los puntos tratados en el presente trabajo, se realizó un Análisis de la Varianza (ANOVA) seguido por el test LSD (Least Significant Difference) para comparar medias al 95% de confianza, utilizando el programa Statgraphics Plus 5.1.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La lista de ingredientes utilizados en la formulación de los fideos comerciales fortificados y declarados por el fabricante en el rótulo, en orden relativo decreciente de proporciones, se presenta en la Tabla 1.

Se puede observar que dos marcas utilizaron trigo candeal y que otras dos trigo pan. La fuente de Fe más utilizada fue el sulfato ferroso. Sólo F2 contenía fumarato ferroso. Por otro lado, sólo F2 estuvo fortificada con Zn. Además, todos declararon estar fortificados con otros micronutrientes. Las muestras presentaron una humedad entre 9,28-12,27%, siendo éste un valor reconocido como adecuado para la conservación de este tipo de productos para impedir el crecimiento microbiano y fúngico<sup>14</sup>. Valores similares fueron hallados por Cannella y Pinto<sup>15</sup> en fideos de trigo.

En la Tabla 2 se muestra el contenido de Fe y Zn de los fideos comerciales fortificados crudos y cocidos a los dos tiempos de cocción seleccionados (To y To+10 min) y los porcentajes de pérdidas de dichos minerales producidos por la cocción.

Se puede observar que existieron diferencias significativas en el contenido de Fe y Zn de las muestras crudas y cocidas a diferentes tiempos de cocción, a excepción de F2, donde no se observan diferencias en el contenido de Zn de los fideos crudos y los cocidos a To. A su vez, a medida que aumentó el tiempo de cocción, las pérdidas de minerales fueron mayores. Las pérdidas de Fe al tiempo óptimo de cocción fueron en promedio de  $43,7 \pm 4,0$ , ascendiendo a  $64,7 \pm 9,8$  con una sobrecocción de 10 minutos. Para el caso del Zn, las pérdidas al tiempo óptimo de cocción fueron en promedio de  $7,7 \pm 4,4$  y se incrementaron a  $15,2 \pm 6,0$  cuando los fideos fueron sobrecocidos durante 10 minutos. Cabe resaltar que las pérdidas de minerales fueron mayores para el caso del Fe (mineral de fortificación) que para el Zn (mineral endógeno excepto en F2). Esto podría deberse a que los minerales endógenos están más íntimamente ligados a la matriz alimentaria que los minerales que son incorporados de manera exógena para la fortificación del alimento, además del hecho que el  $\text{FeSO}_4$  constituye una fuente de Fe de alta solubilidad en agua, no habiendo una tendencia clara para el caso de la fortificación con fumarato ferroso, que es una fuente de Fe soluble en ácido diluido. Otro hecho fue que las pérdidas de Zn fueron menores en el caso del producto fortificado con  $\text{ZnO}_2$ , una fuente de Zn insoluble en agua.

Los valores de Fe declarados en los rótulos de los productos fueron los siguientes: F1=36,25 mg/Kg; F2=35 mg/Kg;

**Tabla 1.** Lista de ingredientes utilizados en la formulación de los fideos comerciales fortificados, declaradas en el rótulo, en orden relativo decreciente de proporciones.

Ingredientes	F1	F2	F3	F4
1º	Sémola de trigo	Sémola de trigo candeal	Harina de trigo	Harina de trigo
2º	Sulfato ferroso	Fumarato Ferroso	Sulfato ferroso	Sulfato ferroso
3º	Niacina	Óxido de zinc	Niacina	Niacina
4º	Vitamina B1	Riboflavina	Vitamina B1	Vitamina B1
5º	Vitamina B2	Vitamina B6	Ácido fólico	Vitamina B2
6º	Ácido fólico	Tiamina	Vitamina B2	Ácido fólico
7º	Colorantes	Vitamina A	Colorantes	
8º		Ácido fólico		

**Tabla 2.** Contenido de Fe y Zn de fideos comerciales fortificados crudos y cocidos, y pérdidas producidas durante la cocción.

Ingredientes		F1	F2	F3	F4
Fe (mg/Kg)	Crudos	55,00 ± 0,77 <sup>c</sup>	37,72 ± 1,37 <sup>c</sup>	40,84 ± 0,03 <sup>c</sup>	13,05 ± 0,63 <sup>c</sup>
	To	32,00 ± 0,75 <sup>b</sup>	21,01 ± 0,17 <sup>b</sup>	21,15 ± 0,44 <sup>b</sup>	7,72 ± 0,36 <sup>b</sup>
	To+10 min	27,85 ± 0,13 <sup>a</sup>	12,48 ± 0,45 <sup>a</sup>	11,78 ± 0,20 <sup>a</sup>	3,72 ± 0,22 <sup>a</sup>
%PFe	To	41,81 ± 2,17 <sup>a</sup>	44,25 ± 2,47 <sup>a</sup>	48,21 ± 1,11 <sup>a</sup>	40,70 ± 5,67 <sup>a</sup>
	To+10 min	49,36 ± 0,94 <sup>b</sup>	66,88 ± 2,39 <sup>b</sup>	71,15 ± 0,47 <sup>b</sup>	71,42 ± 3,07 <sup>b</sup>
Zn (mg/Kg)	Crudos	33,38 ± 0,06 <sup>c</sup>	40,31 ± 1,28 <sup>b</sup>	16,70 ± 0,23 <sup>c</sup>	9,37 ± 0,12 <sup>c</sup>
	To	30,53 ± 0,59 <sup>b</sup>	39,40 ± 1,16 <sup>b</sup>	14,46 ± 0,33 <sup>b</sup>	8,74 ± 0,02 <sup>b</sup>
	To+10 min	20,47 ± 0,26 <sup>a</sup>	6,84 ± 4,53 <sup>a</sup>	13,55 ± 0,02 <sup>a</sup>	8,00 ± 0,12 <sup>a</sup>
%PZn	To	8,56 ± 1,93 <sup>a</sup>	2,26 ± 0,24 <sup>a</sup>	13,45 ± 0,76 <sup>a</sup>	6,73 ± 0,96 <sup>a</sup>
	To+10 min	20,47 ± 0,26 <sup>b</sup>	6,84 ± 4,53 <sup>b</sup>	18,86 ± 1,27 <sup>b</sup>	14,60 ± 2,43 <sup>b</sup>

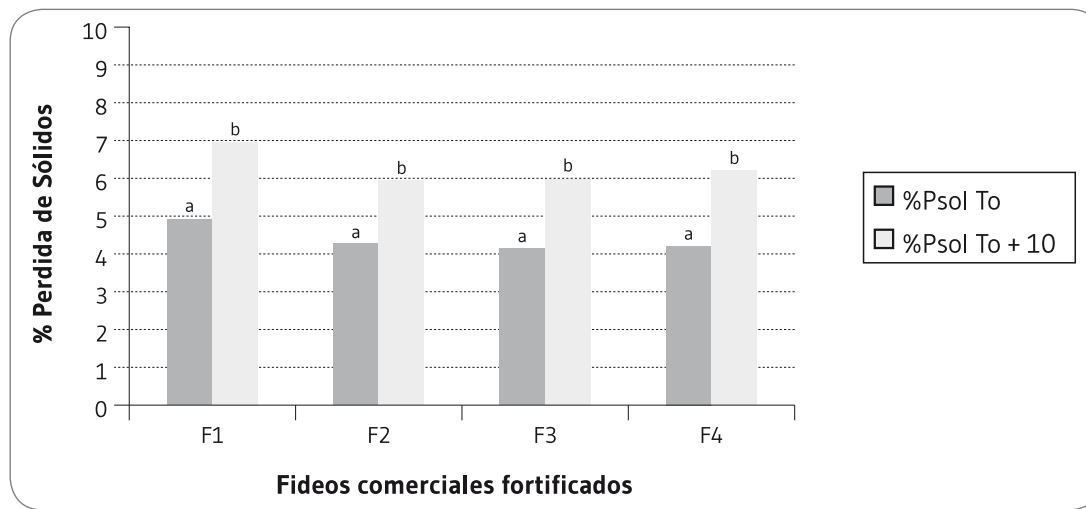
**X±SD:** letras distintas en cada columna indican diferencias significativas (p<0,05).

**Crudos:** fideos crudos, **To:** fideos cocidos al tiempo óptimo, **To+10 min:** fideos sobrecocinados durante 10 minutos.

**%PFe:** porcentaje de pérdidas de Fe durante la cocción. **%PZn:** porcentaje de pérdidas de Zn durante la cocción.

F3=56,25 mg/Kg; F4=35 mg/Kg. Teniendo en cuenta que el valor de un nutriente en el alimento debe estar comprendido en ± 20% del valor declarado en el rótulo, sólo F2 se ajustaría a esto, ya que F1 contiene un 51% más de lo que declara el rótulo y por otro lado F3 y F4 contienen un 27,4% y un 62,7% menos de lo que declaran en los rótulos, respectivamente.

En la Figura 1 se muestran las pérdidas de sólidos de los fideos comerciales fortificados a los dos tiempos de cocción evaluados, como una medida de la calidad de las pastas. Se puede observar que las pérdidas de sólidos por cocción al tiempo óptimo recomendado por el fabricante fueron inferiores al 6%, lo que según Hosoney<sup>16</sup>, resulta un valor deseable. Se puede observar que en todos los casos se produjo

**Figura 1.** Pérdida de sólidos durante la cocción de fideos comerciales fortificados.

**X±SD:** letras distintas en cada columna indican diferencias significativas (p<0,05).

**%Psol To:** porcentaje de pérdida de sólidos de fideos durante la cocción al tiempo óptimo.

**%Psol To + 10:** porcentaje de pérdida de sólidos de fideos durante una sobrecocción de 10 minutos.

un aumento significativo de la pérdida de sólidos al sobrecocinar los fideos durante 10 minutos, pero en ningún caso superaron el 7%. Dichas pérdidas se producen por lixiviación de componentes en el agua de cocción, y entre los elementos que se pierden se encuentran los minerales, lo que explica las pérdidas de Fe y Zn durante la cocción.

En la Tabla 3 se pueden observar los valores de bioaccesibilidad y aporte potencial de Fe y Zn de los fideos comerciales fortificados, cocidos al tiempo óptimo de cocción. La %DFe promedio de los fideos comerciales fortificados fue  $0,82\% \pm 0,27$  y la %DZn fue en promedio  $0,90\% \pm 0,45$ , lo cual resultó inferior a lo encontrado por otros autores en fideos de trigo experimentales<sup>17</sup>. No se observaron diferencias en la bioaccesibilidad de Fe y Zn atribuibles a las dos fuentes de Fe de fortificación presentes: fumarato ferroso (F2) y sulfato ferroso (F1, 3 y 4) o al Zn endógeno o de fortificación (F2).

El Aporte Potencial de Fe (APFe) y Zn (APZn) correspondiente a una ración de 80 g del alimento seco, expresado como  $\mu\text{g}$  del mineral, se muestra en la Tabla 3.

La IDR (Ingesta Diaria Recomendada) de un nutriente está siempre por encima de sus necesidades reales, ya que la recomendación nutricional se calcula teniendo en cuenta el requerimiento y utilizando factores relacionados con aspectos ambientales, la variabilidad individual y la biodisponibilidad del nutriente en la dieta<sup>18</sup>.

La expresión del Aporte Potencial de un nutriente tiene en cuenta su disponibilidad y por lo tanto su aporte a partir de un alimento en particular.

Teniendo en cuenta que se estima que la absorción diaria de 1,8 mg de Fe cubre las necesidades del 80-90% de las mujeres adultas y de adolescentes de ambos sexos<sup>19</sup>, se puede considerar que la porción considerada de los fideos fortificados (80 g) aportan los siguientes porcentajes de

dicho requerimiento: F1: 0,796%; F2: 0,705%; F3: 0,713%; F3: 0,409%. Por otro lado, los requerimientos de Zn son de 2,2 mg/día<sup>20</sup>, por lo cual se estarían cubriendo los siguientes porcentajes de este requerimiento: F1: 0,407%; F2: 1,577%; F3: 0,398%; F4: 0,452%. Estos valores resultan muy bajos teniendo en cuenta que son alimentos fortificados dirigidos especialmente a combatir la anemia por deficiencia de Fe.

## CONCLUSIONES

Las pérdidas de sólidos resultaron aceptables, aún con una sobrecocción de 10 minutos, lo que indica que las pastas evaluadas fueron de buena calidad.

Tres de las cuatro muestras analizadas no cumplían con los valores declarados en sus rótulos en cuanto a los contenidos de Fe. Por otro lado se produjeron grandes pérdidas de Fe y Zn durante la cocción de los fideos, las cuales aumentaron cuando se prolongó el tiempo de cocción durante 10 minutos, siendo mayores las pérdidas para el Fe (mineral de fortificación), que para el Zn (mineral endógeno). Esto podría llevar a la recomendación de respetar los tiempos de cocción informados por los fabricantes en los rótulos de los productos. Sin embargo, la bioaccesibilidad y el aporte potencial de los minerales aún así resultaron muy bajos.

Los resultados del presente estudio muestran que la fortificación llevada a cabo de esta manera contribuye muy poco a cubrir los requerimientos de los minerales analizados, ya que gran parte se pierde en el agua de cocción. Podría ser de interés analizar otras fuentes de fortificación insolubles para disminuir las pérdidas.

**Tabla 3.** Bioaccesibilidad y aporte potencial de Fe (%DFe, APFe) y Zn (%DZn, APZn) de fideos comerciales fortificados.

Muestra*	%DFe	APFe ( $\mu\text{g}$ )	%DZn	APZn ( $\mu\text{g}$ )
F1	$0,560 \pm 0,020^a$	14,33	$0,355 \pm 0,017^a$	8,96
F2	$0,755 \pm 0,028^b$	12,69	$1,101 \pm 0,029^c$	34,69
F3	$0,758 \pm 0,015^b$	12,83	$0,757 \pm 0,034^b$	8,75
F4	$1,192 \pm 0,040^c$	7,36	$1,397 \pm 0,038^d$	9,94

**X $\pm$ SD:** letras distintas en cada columna indican diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

\* Fideos cocidos al tiempo óptimo.

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores expresan que no hay conflictos de intereses al redactar el manuscrito.

## BIBLIOGRAFÍA

1. WHO/UNICEF/UNU. Iron Deficiency Anaemia, Assessment, Prevention, and Control. WHO, Geneva 2001.
2. Harvey L. Mineral bioavailability. *Nutr Food Sci.* 2001; 31(4): 179-182.
3. Hurrell RF, Egli I. Iron bioavailability and dietary reference values. *Am J Clin Nutr.* 2010; 91(5): 1461-7.
4. Tontisirin K, Nantel G, Bhattacharjee L. Food-based strategies to meet the challenges of micronutrient malnutrition in the developing world. *Proc Nutr Soc.* 2002 ; 61(2): 243-50.
5. David LJ. Fortificación de harinas de trigo en América Latina y región del Caribe. *Rev Chil Nutr* 2004, 31(3): 336-47.
6. Sabanis D, Dokastakis G. New formulations for the production of pasta (lasagna) products enriched with chickpea flour. *J Sci Food Agric.* 2004; 63: 66-73.
7. Torres A, Frias J, Granito M, Vidal-Valverde C. Fermented pigeon pea (*Cajanus Cajan*) ingredients in pastas products. *J Agric Food Chem.* 2006; 54(18): 6685-91.
8. Chillo S, Laverse J, Falcone PM, Nobile MAD. Quality of spaghetti in base amaranthus wholemeal flour added with quinoa, broad bean and chick pea. *J Food Eng.* 2008; 84(1): 101-7.
9. Galán MG, González RJ, Drago SR. Perfil nutricional y dializabilidad de minerales de alimentos de interés social. *Rev Esp Nutr Hum Diet.* 2013; 17(1): 3-9.
10. AOAC. Association Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis, 17th edn. Washington, DC 2002.
11. Miller DD, Schricker BR, Rasmussen RR, Van Campen D. An in vitro method for estimation of iron availability from meals. *Am J Clin Nutr.* 1981; 34(10): 2248-56.
12. Drago SR, Binaghi MJ, Valencia ME. Effect of gastric digestion pH on iron, zinc and calcium availability from preterm and term starting infant formulas. *J Food Sci.* 2005; 70(2): 107-112.
13. Resolución Técnica MERCOSUR 47/03. Disponible en: <http://www.puntofocal.gov.ar>. [consulta: Octubre de 2013].
14. Estévez AM, Escobar BA, Ugarte V. Utilización de cotiledones de algarrobo (*Prosopis chilensis*) en la elaboración de barras de cereales. *Arch Latinoam Nutr.* 2000; 50(2): 148-51.
15. Cannella C, Pinto A. The nutritional value of pasta. *Tecn Mol Int.* 2006; 57: 93-94.
16. Hosney C. Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales. Zaragoza, España: Acribia; 1991.
17. Dyner L, Drago SR, Piñeiro A, Sanchez H, González R, Villaamil E, et al. Composición y aporte potencial de hierro, calcio y zinc de panes y fideos elaborados con harinas de trigo y amaranto. *Arch Latinoam Nutr.* 2007; 57(1): 69-78.
18. Ziegler EE y Filer LJ. Conocimientos Actuales sobre nutrición, 7ª ed. Washinton DC: OMS. ILSI Pub Cientif; 1990.
19. Monsen ER. Estimation of available dietary iron. *Am J Nutr.* 1978; 31(1): 134-41.
20. Martín de Portela ML. Vitaminas y minerales en nutrición, 1ª ed. Buenos Aires: Libreros López Editores; 1993.