

Contenido de minerales en arroces y productos industriales elaborados a base de arroz

Content of minerals in rice and industrial products rice-based elaborated

MGTR. PIGHÍN, ANDRÉS FABIÁN, MGTR. DE LANDETA, MARÍA CRISTINA

Departamento de Ciencias Básicas, Universidad Nacional de Luján

Correspondencia: Pighín Andrés Fabián - analitic@mail.unlu.edu.ar

Recibido: 23/10/2018. **Envío de revisiones al autor:** 06/03/2019. **Aceptado en su versión corregida:** 24/06/2019

Resumen

El arroz (*Oryza sativa* L.) es un alimento básico para más de la mitad de la población mundial. Su producción anual en Argentina es cercana a 1,5 millones de toneladas, de las cuales el 35% se destina al consumo interno y el resto se exporta. El procesamiento industrial genera arroces con distinto grado de refinamiento, los de mayor consumo en Argentina son el blanco e integral y en menor proporción el glaseado o perlado y el parboil. También se consumen otras variedades como el arroz integral yamaní. Los comercios ofrecen productos a base de arroz como galletitas y productos de preparación rápida. Con el objetivo de obtener datos actualizados para ser incorporados en la base de datos de composición de alimentos de la Universidad Nacional de Luján, se determinó el contenido de Na, K, Ca, P, Mg, Fe, Cu, Zn y agua en arroces crudos y hervidos y en productos elaborados a base de arroz consumidos en Argentina. El contenido de minerales en arroces presentó el siguiente orden: blanco ~ glaseado < parboil < integral ~ yamaní. Esto se debe a que la distribución de los minerales en el grano no es homogénea, su concentración es mayor en el germen y las capas externas de arroz que en el endospermo de almidón. Todos los arroces crudos y hervidos pueden clasificarse como "muy bajo contenido de sodio", no así los productos elaborados, donde el contenido de este mineral se incrementa considerablemente. El arroz aporta cerca del 27% de la IDR de cobre y es "alimento fuente" para este mineral. El hervor afecta el contenido de minerales en el arroz, dependiendo del grado de refinamiento industrial, de los parámetros del proceso de cocción (temperatura, tiempo, cantidad de agua, con o sin colado) y del contenido de minerales en el agua utilizada.

Palabras clave: arroz, minerales, absorción atómica.

Abstract

More than half of the world's population includes rice (*Oryza sativa* L.) in their daily food. Annual production in Argentina is close to 1,5 million tons; 35% is destined for domestic consumption and the rest is exported. During the industrial process, different degree of refinement is obtained; being the white and integral rice the most consumed in Argentina and, to a lesser extent, the glazed or pearl, and the parboil one. Other varieties, such as Yamaní brown rice, are also consumed. Shops offer several rice-based products, such as cookies and convenience foods. In order to obtain updated data to be incorporated into the food composition database of the National University of Luján; Na, K, Ca, P, Mg, Fe, Cu, Zn and water content in raw and boiled rice and in rice based products consumed in Argentina was determined. The content of minerals in rice presented the following order: white ~ glazed < parboil < integral ~ yamaní. This is so due to the inhomogeneous distribution of minerals in the grain: concentration is higher in the germ and in the outer layers of rice than in the starch endosperm. All raw and boiled rice can be classified as "very low sodium content" except in the processed products, in which the content of this mineral increased considerably. Rice contributes about 27% of the copper RDI and it is "key source" for this mineral. Boiling affects the mineral content in the rice, depending on the degree of industrial refinement, the parameters of the cooking process (temperature, time, amount of water, with or without brewing) and the mineral content in the water used.

Keywords: rice, minerals, atomic absorption.

Diaeta [B.Aires] 2019; 37(167):30-40. ISSN 1852-7337

Declaración de conflicto de intereses. Los autores no tienen ningún conflicto de intereses que declarar.

Introducción

El arroz, grano de *Oryza sativa* L., es el alimento más popular en el mundo. Es producido en 113 países y es un alimento básico para más de la mitad de la población mundial. Es considerado un símbolo de identidad cultural y de unidad mundial. Por estos motivos, Las Naciones Unidas celebraron en 2004 el Año Internacional del Arroz (1).

Este cereal proporciona el 20 por ciento del suministro de energía alimentaria del mundo, principalmente por su elevado contenido de almidón, además de ser una buena fuente de tiamina, riboflavina y niacina. El arroz integral contiene una cantidad importante de fibra alimenticia. Si bien su perfil de aminoácidos es incompleto, presenta altos contenidos de ácido glutámico y aspártico, en tanto que la lisina es el aminoácido limitante. Por ello, la elaboración de alimentos combinando arroz con productos de origen animal (carnes y pescado) o vegetal (por ejemplo, leguminosas, verduras y frutas) puede completar el perfil de aminoácidos y aportar otros nutrientes logrando un buen balance nutricional (1, 2).

La producción mundial de arroz en los últimos años ha superado los 500 millones de toneladas y más de 400 millones son destinadas al consumo humano (3). En Argentina, la producción oscila en alrededor de 1,5 millones de toneladas al año, de las cuales solo el 35% se destina al consumo interno y el resto se exporta. Durante el período 2010-2016, el consumo aparente promedio fue de 428.790 toneladas. De este modo, el consumo por habitante en nuestro país promedió los 10,1 kilogramos por año, muy por debajo de los 54,6 kg per cápita del promedio mundial. El continente asiático registra el mayor consumo por habitante. En China, por ejemplo, se estima un consumo promedio por habitante y por año de 78 kg aproximadamente (4).

La producción primaria argentina está concentrada en el Litoral debido al tipo de clima y de suelo de la región, que favorece la inundación necesaria para el cultivo. Las principales provincias productoras son Corrientes (45%) y Entre Ríos (36%), mientras que el 19% restante se reparte entre las provincias de Santa Fe, Formosa y Chaco (4).

En los molinos, los granos con cáscara se someten a procesos de limpieza y secado. Luego se elimina la cáscara para producir el arroz pardo o descascarillado

que presenta el pericarpio como parte más externa y que se comercializa como arroz integral. Generalmente este tipo de arroz es el más rico en proteínas, fibra alimentaria, minerales y vitaminas, aunque también presenta elevados niveles de fitina y de factores antinutricionales como el inhibidor de tripsina, la oryzacostatina y la hemaglutinina que abundan en el salvado (5).

La eliminación del pericarpio genera el salvado de arroz y un grano compuesto por una capa de aleurona que envuelve al endospermo y al germen. La aleurona contiene principalmente, gránulos de almidón, proteínas y grasas, mientras que el endospermo está compuesto básicamente por gránulos de almidón además de azúcares, grasas, fibra y materia orgánica. El germen o embrión, se encuentra en el lado ventral del grano y se elimina en el proceso industrial de elaboración de arroz blanco. Este tipo de arroz presenta mejor digestibilidad de grasa y proteínas respecto del arroz integral (5).

En Argentina, el arroz blanco y el integral son los productos industrializados a base de arroz con mayor producción y consumo (6).

Otros procesos industriales incluyen el perlado o glaseado y el parboilizado. En el perlado o glaseado, el grano de arroz blanco sin pericarpio ni aleurona, se abrillanta por fricción con aceite, glucosa y/o talco (7a) mejorando así su apariencia (5). En el parboilizado el arroz con cáscara es totalmente gelatinizado por inmersión en agua potable a temperatura superior a la ambiental, y luego sometido a un proceso de autoclavado y secado.(7b) Durante este proceso se produce la transferencia de nutrientes como vitaminas hidrosolubles y minerales desde el salvado a la capa de endosperma interna mejorando el perfil nutricional del arroz y promueve cambios deseables en la textura del grano debido a que el proceso gelatiniza el almidón y endurece al endospermo (5).

En los últimos años, se ha incorporado al mercado nacional el arroz integral Yamaní. Es una variedad originaria de Japón con granos cortos de color dorado y que debido a su escasa refinación presentan mayor contenido de fibra que el arroz integral blanco.

Por la molienda de los granos de arroz limpios, secos y libres de sus envolturas celulósicas se produce harina de arroz (7c). Este producto se utiliza como ingrediente en la elaboración de galletas de arroz y de otros productos de pastelería que en general re-

sultan aptos para celíacos, mercado que se encuentra en crecimiento desde la sanción de la Ley 26.588 (8).

En los últimos años se han desarrollado nuevos productos industriales derivados del grano de arroz. En el año 2008 comenzaron a comercializarse alfajores de arroz que fueron adoptados por los consumidores como golosina saludable, principalmente porque son reducidos en energía respecto de los productos elaborados con harina de trigo y en la mayor parte de los casos, aptos para celíacos. Además, el mercado presenta amplia variedad de productos a base de arroz como galletitas, bizcochos dulces y salados, barritas y snacks. La tecnología y la investigación han permitido el desarrollo de productos derivados innovadores a partir de este grano lográndose mantener su vigencia (6).

En los comercios se ofrecen dos tipos de galletas de arroz. Las primeras en comercializarse fueron aquellas elaboradas a partir de granos enteros de arroz integral blanco o mezclas de arroces integrales blanco y yamaní donde se incluyen ingredientes como agua, sal, edulcorantes y semillas. Su cocción se realiza en una prensa de galletas que produce la expansión de los cereales y genera un producto liviano y crujiente. Las otras galletas o bizcochos se elaboran con harina de arroz y sus formulaciones pueden incluir ingredientes como agua, leche en polvo, lecitina de soja, sal, azúcar y aceite alto oleico. La mezcla se somete a un proceso de extrusado donde la formación de almidón termoplástico genera una textura típica. Los demás ingredientes contribuyen al sabor y la palatabilidad de las galletas.

A lo largo de los años, se ha observado un cambio en la alimentación tradicional de la sociedad hacia el consumo de productos manufacturados. Algunos de estos productos se presentan en el mercado como alimentos precocidos o bien de rápida preparación y, generalmente, son ricos en sodio (aportado por cloruro de sodio y/o aditivos sódicos), en grasas saturadas, en ácidos grasos trans y en carbohidratos simples o azúcares refinados (9). La industria del arroz ofrece alimentos de preparación rápida que además del arroz blanco pueden incluir vegetales deshidratados, queso en polvo, carne de pollo cocida y deshidratada, leche en polvo, proteínas lácteas, harina de pescado, resaltadores de sabor, aromatizantes y colorantes, entre otros.

El contenido de minerales en los alimentos naturales está influenciado por muchos factores, tales

como el área de producción, las variedades agronómicas, el suelo, el clima, las condiciones de cultivo, de almacenamiento y comercialización (10). Además, en los alimentos industrializados, esa variabilidad suele incrementarse debido a los ingredientes y a las formulaciones de cada producto. Finalmente, la preparación hogareña modifica el aporte mineral de los alimentos de acuerdo al modo de preparación y las preferencias individuales (11).

Las Bases de Datos de Composición de Alimentos (BDCA) son herramientas indispensables para el desarrollo de actividades asociadas con los alimentos. Así, el conocimiento del contenido de los nutrientes presentes en determinado alimento constituye un dato esencial para el diseño de nuevos productos como para las políticas de salud implementadas por los gobiernos (12).

Con el objetivo de obtener datos actualizados y propios para ser incorporados en la BDCA que se encuentra en pleno desarrollo en la Universidad Nacional de Luján, se determinó el contenido de sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca), fósforo (P), magnesio (Mg), cinc (Zn), hierro (Fe), cobre (Cu) y agua en los siguientes alimentos: arroz blanco, integral, parboil, glaseado y yamaní crudos y hervidos; galletitas elaboradas a partir de granos enteros de arroz integral blanco o de arroz integral blanco y yamaní; galletitas elaboradas con harina de arroz, y alimentos de preparación rápida a base de arroz.

Materiales y método

Muestreo

Los arroces, las galletitas de arroz y los alimentos de preparación rápida a base de arroz de primeras y segundas marcas con presencia en el mercado, se adquirieron en comercios minoristas de la provincia de Buenos Aires (localidades de Zárate, Campana y Luján) entre los años 2013 y 2018.

Se analizaron 3 muestras de arroz integral, 8 de arroz blanco, 3 de arroz glaseado, 4 de arroz parboil y 3 de arroz yamaní.

Se analizaron 4 muestras de galletitas elaboradas a partir de granos enteros de arroz integral de dos marcas y 3 elaboradas con arroz integral y arroz integral yamaní. También se analizaron 4 muestras

de galletitas elaboradas con harina de arroz de tres marcas diferentes. En aquellos casos donde se analizó más de una unidad de un producto, se adquirieron distintos lotes de elaboración del mismo.

Respecto de los productos de preparación rápida a base de arroz, se analizaron 8 muestras de dos marcas. Se incluyeron risottos primavera, cuatro quesos y a la española, arroces con vegetales y pollo, cuatro quesos, primavera, tipo paella y sopa tipo casera de verduras y arroz.

Todas las muestras se procesaron y se analizaron individualmente.

Preparación de las muestras

Las muestras de arroz se analizaron crudas y luego de ser sometidas a ebullición según las recomendaciones del envase. Para la cocción se colocaron 80 gramos de arroz en 1500 ml de agua corriente y se llevó a ebullición durante 20 minutos. Luego se escurrió el agua no absorbida (colado) y se dejó enfriar a temperatura ambiente.

Para evaluar la influencia del agua de cocción en el contenido de minerales del arroz blanco se aplicaron dos tratamientos: uno en agua corriente y ultrapura (18,2 MΩ) con posterior escurrido del líquido de cocción, otro sin escurrido donde 80 gramos de arroz blanco se hirvieron en 750 ml de agua corriente o ultrapura hasta que el agua fue absorbida.

El arroz crudo y hervido, las galletitas de arroz y los alimentos de preparación rápida a base de arroz se trituraron en una procesadora doméstica para la determinación de agua y minerales.

Determinaciones analíticas

La determinación de agua se realizó según la metodología AOAC (13a). Porciones analíticas cercanas a 5 g se pesaron en balanza analítica y se colocaron en recipientes previamente estabilizados y tarados que luego colocaron en una estufa de aire forzado a 130°C hasta peso constante.

Para la determinación de minerales se pesaron exactamente en balanza analítica alrededor de 2,5 gramos de cada muestra cruda o cocida. Las porciones analíticas se secaron en estufa a 90°C, luego

se calcinaron en mechero y finalmente en mufla a 500°C hasta obtener cenizas blancas que fueron solubilizadas con HNO₃ (1+1) y trasvasadas a matraces de 25 mL, llevando a volumen con agua ultrapura (18 MΩ).

Las determinaciones de Na, K, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn se hicieron en un espectrofotómetro de absorción atómica (Analyst 200, Perkin Elmer) con llama aire-acetileno en condiciones de operación estándar (13b, 14). Para la determinación de Na y K se agregó previamente cloruro de cesio a las muestras y estándares y para la determinación de Ca se agregó nitrato de lantano (1.5%p/v). El P se determinó por el método colorimétrico de Gomori (15). En todos los casos se utilizaron reactivos Merck de calidad p.a. y estándares para Absorción Atómica (Titrisol, Merck) con los que se efectuaron las calibraciones.

Análisis estadístico

Las muestras se analizaron por duplicado y los resultados fueron promediados. Cuando las réplicas se desviaron en más de un 5% con respecto al valor promedio, se repitió el ensayo. Las muestras para evaluar la influencia del contenido de sales en el agua de hervor, se analizaron por triplicado.

Todas las comparaciones entre los distintos tipos de arroz y productos elaborados a base de arroz fueron realizadas sobre el contenido de minerales expresado en porcentaje sobre base seca, que se determina como:

$$\% \text{ base seca} = \% \text{ base húmeda} * 100 / (100 - \text{agua})$$

Para determinar si el contenido de sales en el agua de hervor afecta el contenido de minerales en el arroz se compararon los resultados luego de la cocción en agua corriente y en agua desmineralizada (con y sin colado en ambos casos) y cada uno de ellos con el contenido de minerales en arroz crudo. Se aplicó el test F para comparación de desvíos estándares y el test T para comparación de medias experimentales. En todos los casos se consideraron diferencias significativas cuando el valor obtenido para cada una de las variables de respuesta resultó mayor al valor de tabla con $\alpha = 0.05$ al utilizar una comparación de dos colas.

Para comparar los resultados obtenidos con aquellos publicados en BDCA extranjeras (16), se calculó el D% que se determina como:

$$D\% = ((\text{Resultado propio} - \text{valor BDCA}) / \text{Resultado propio}) \times 100$$

Se considera una diferencia apreciable entre los valores cuando D% es mayor que:

- 10 para concentraciones ≥ 1 g%
- 20 para concentraciones entre 100-900 mg%
- 30 para concentraciones entre 10-90 mg%
- 40 para concentraciones entre 1-9 mg%

Resultados

En la Tabla 1 se presentan los resultados del contenido de minerales y agua en arroces comerciales crudos agrupados según variedad o refinamiento industrial, expresados en base húmeda como promedio, desvío estándar y rango. El arroz es un alimento con muy bajo contenido en sodio, debido a que en todos los casos presenta menos de 40 mg de sodio cada 100 gramos de arroz (7d). En concordancia con la mayor parte de los cereales presenta una elevada relación K/Na que para todos los tipos de arroces analizados resultó entre 30 y 100. Todas las muestras presentaron un contenido de agua inferior al 14%, de acuerdo a lo establecido en la legislación vigente (7a).

Al comparar los resultados obtenidos con otros extraídos de BDCA extranjeras (Tabla 2), se observan diferencias apreciables entre los contenidos de varios minerales tanto de las muestras analizadas respecto de los valores de BDCA como entre los valores de las distintas BDCA (17, 18, 19).

La Tabla 3 presenta el contenido de minerales y agua de arroces comerciales hervidos con agua de red y posterior eliminación del líquido en exceso. En todos los tipos de arroz se produjo un incremento significativo del contenido de sodio debido a la presencia de este mineral en el agua de cocción. Se observaron disminuciones significativas en el contenido de calcio, fósforo, magnesio y cobre seguramente por solubilización.

En el arroz blanco hervido, en agua de red y desmineralizada, con posterior eliminación del líquido en exceso (Tabla 4), se produjo una reducción sig-

nificativa del contenido de potasio, calcio, fósforo, magnesio y hierro. En el caso del sodio, se observó incremento significativo al realizar la cocción en agua de red con aumento cercano al ~140% sin colar y ~90% con colado. Esto concuerda con el contenido de minerales en agua de red, donde el sodio es el catión que se encuentra en mayor concentración (Tabla 5). La ebullición en agua desmineralizada produjo la reducción del contenido de sodio, la pérdida por solubilidad resultó superior cuando se realizó la cocción con colado (~90%) frente a la cocción sin colado (~70%).

En la Tabla 6 se presenta el contenido de minerales en galletitas de arroz comerciales agrupadas de acuerdo a los ingredientes y/o proceso industrial incluido en su elaboración. Se observa un incremento significativo en el contenido de varios minerales respecto del arroz utilizado como materia prima. Para las galletitas elaboradas a partir de granos enteros de arroz integral y granos enteros de arroz integral y arroz integral yamaní, el mayor incremento se produce en el potasio y es destacable la amplia dispersión de resultados obtenidos para este mineral en las diferentes muestras analizadas. En algunas muestras el contenido de potasio es similar al de los arroces mientras que en otras aumenta considerablemente, seguramente debido a las diferencias en las formulaciones industriales. En las galletitas elaboradas a partir de harina de arroz blanco aumenta principalmente el sodio y el calcio. El sodio debido principalmente al agregado de sal (NaCl) y el calcio por agregado de leche en polvo descremada.

En la Tabla 7 se presenta el contenido de minerales en alimentos de preparación rápida a base de arroz, agrupados por tipo de alimento y empresa elaboradora. El contenido de hierro, cobre y cinc en estos alimentos no es significativamente diferente al de su ingrediente principal, el arroz pulido blanco. El sodio se incrementó entre 700 y 2000 veces respecto del arroz debido a que las formulaciones incluyen agregados de cloruro de sodio y aditivos sódicos. El potasio aumento aproximadamente 4 veces respecto del arroz. La incorporación de leche en polvo, proteínas lácteas y harina de pescado aumentan el contenido de calcio en una magnitud que es dependiente de la formulación.

Tabla 1. Contenido de minerales y agua en distintos tipos de arroces comerciales crudos

Minerales	Blanco (n*: 8)			Glaseado (n:3)			Parboil (n:4)		
	promedio	SD	rango	promedio	SD	rango	promedio	SD	rango
	mg / 100 gramos de arroz crudo								
Sodio	1,14	0,84	0,27 - 2,50	1,02	0,81	0,30 - 1,89	2,99	1,73	0,99 - 4,06
Potasio	55,9	12,4	40,0 - 74,0	59,1	5,94	54,2 - 65,7	155	20,0	132 - 168
Calcio	5,68	1,84	4,08 - 8,25	5,60	2,39	3,83 - 8,32	4,62	2,46	3,00 - 7,45
Fósforo	108	20,4	83,9 - 143	100	26,6	72,5 - 125	154	10,0	124 - 162
Magnesio	26,8	7,8	19,2 - 39,5	27,2	11,4	18,1 - 39,9	31,0	8,5	25,5 - 45,7
Hierro	0,72	0,15	0,43 - 0,99	0,67	0,17	0,56 - 0,87	1,95	0,90	0,97 - 2,59
Cobre	0,52	0,13	0,26 - 0,68	0,49	0,15	0,35 - 0,65	0,59	0,09	0,49 - 0,68
Cinc	1,35	0,24	1,05 - 1,73	1,41	0,21	1,17 - 1,58	0,94	0,94	0,84 - 0,97
	g / 100 gramos de arroz crudo								
Agua	10,4	1,38	8,68 - 12,3	11,0	0,55	10,4 - 11,4	10,0	1,12	8,43 - 10,9

Tabla 1. Contenido de minerales y agua en distintos tipos de arroces comerciales crudos (continuación)

Minerales	Integral (n:3)			Yamaní (n:3)		
	promedio	SD	rango	promedio	SD	rango
	mg / 100 gramos de arroz crudo					
Sodio	1,75	0,10	0,49 - 3,80	6,30	0,14	3,43 - 6,15
Potasio	184	38,2	142 - 216	228	15,4	216 - 245
Calcio	10,6	0,19	9,68 - 11,7	13,9	2,38	11,3 - 16,1
Fósforo	220	113	140 - 299	156	17,1	144 - 176
Magnesio	118	12,5	111 - 133	119	3,7	115 - 123
Hierro	1,24	0,10	1,04 - 1,52	1,12	0,12	1,05 - 1,26
Cobre	0,55	0,25	0,26 - 0,73	0,33	0,06	0,27 - 0,39
Cinc	1,67	0,09	1,42 - 1,91	1,56	0,14	1,43 - 1,70
	g / 100 gramos de arroz crudo					
Agua	11,0	0,67	10,3 - 11,6	12,3	0,48	11,9 - 12,8

*cantidad de muestras analizadas

Tabla 2. Contenido de minerales en arroz según bases de datos de composición de alimentos extranjeras

Minerales	Arroz crudo								
	Blanco			Integral			Parboil		
	BEDCA (25)	Danish Data Base (26)	USDA (24)	BEDCA	Danish Data Base	USDA	BEDCA	Danish Data Base	USDA
	mg / 100 gramos de alimento								
Sodio	6a	1,8a	7a	6a	1,8	7a	*	1,8	2
Potasio	110a	150a	77a	223	251a	223	*	150	174
Calcio	10a	52,7a	11	21a	12	23a	*	130a	23a
Fósforo	100	130	71a	303a	370a	333a	*	171	153
Magnesio	*	*	23	*	*	143	*	*	27
Hierro	0,5	1,2a	1,6a	1,7	1,3	1,47	*	1,8	0,74a
Cobre	*	*	0,717	*	*	0,277a	*	0,2a	0,284a
Cinc	0,2a	1,7	1,2	1,8	1,6	2,02	*	1,7a	1,02
	g / 100 gramos de alimento								
Agua	5,9a	12	10,46	11,4	10,9	10,37	*	10,9	9,86

a diferencia apreciable con los valores obtenidos

Tabla 3. Contenido de minerales y agua en distintos tipos de arroces comerciales sometidos a ebullición y posterior eliminación del líquido en exceso.

Minerales	Blanco (n: 8)			Glaseado (n:3)			Parboil (n:4)		
	promedio	SD	rango	promedio	SD	rango	promedio	SD	rango
	mg / 100 gramos de arroz hervido								
Sodio	22,1	1,43	20,0 - 23,1	21,7	.*	-	23,6	-	-
Potasio	19,7	1,06	16,1 - 21,7	16,1	2,49	14,3 - 17,8	34,5	5,94	30,3 - 38,7
Calcio	1,84	0,28	1,44 - 2,17	1,22	0,61	0,79 - 1,65	0,86	0,40	0,58 - 1,14
Fósforo	26,7	1,2	22,4 - 32,5	18,2	0,9	17,6 - 18,8	27,3	3,4	24,9 - 29,7
Magnesio	5,88	2,04	3,90 - 9,16	4,39	0,68	3,91 - 4,88	5,66	3,20	3,40 - 7,92
Hierro	0,21	0,02	0,08 - 0,43	0,21	0,14	0,09 - 0,37	0,39	0,32	0,16 - 0,63
Cobre	0,10	0,01	0,08 - 0,16	0,09	0,01	0,08 - 0,09	0,10	0,02	0,08 - 0,11
Cinc	0,40	0,02	0,36 - 0,45	0,39	0,09	0,33 - 0,46	0,26	0,19	0,12 - 0,40
	g / 100 gramos de arroz hervido								
Agua	70,6	2,30	67,1 - 74,7	71,4	1,42	70,2 - 73,0	69,2	3,97	63,7 - 73,2

Tabla 3. Contenido de minerales y agua en distintos tipos de arroces comerciales sometidos a ebullición y posterior eliminación del líquido en exceso (continuación)

Minerales	Integral (n:3)			Yamaní (n:3)		
	promedio	SD	rango	promedio	SD	rango
	mg / 100 gramos de arroz hervido					
Sodio	30,1	-	-	35,4	1,08	34,2 - 26,2
Potasio	74,5	27,9	56,9 - 84,8	82,4	16,8	63,4 - 95,1
Calcio	3,59	0,40	2,80 - 4,37	10,0	1,15	8,7 - 10,8
Fósforo	90,7	15	73,7 - 102	66,1	7,76	59,1 - 74,4
Magnesio	44,5	1,59	43,6 - 45,6	53,7	13,3	28,6 - 63,8
Hierro	0,39	0,32	0,16 - 0,63	0,50	0,03	0,48 - 0,53
Cobre	0,15	0,02	0,14 - 0,41	0,15	0,01	0,14 - 0,17
Cinc	0,78	0,02	0,67 - 0,93	0,77	0,10	0,66 - 0,85
	g / 100 gramos de arroz hervido					
Agua	62,3	5,16	57,5 - 67,7	52,2	5,86	46,9 - 58,5

*Nota: los contenidos de sodio para arroz hervido glaseado, integral y parboil son resultado del análisis de 1 muestra (n:1)

Tabla 4. Contenido de minerales en arroz blanco (promedio \pm desvío estándar) sometidos a ebullición en agua de red y ultrapura (18 megaw) con y sin eliminación del líquido en exceso.

	Contenido de minerales (mg / 100 gramos de arroz)							Agua (g%)
	Potasio	Sodio	Calcio	Fósforo	Magnesio	Hierro	Cinc	
Arroz blanco, largo fino, calidad 00000								
crudo	165 \pm 3,8	10,6 \pm 3,41	3,0 \pm 0,31	142 \pm 6,8	35,3 \pm 9,43	0,7 \pm 0,157	1,07 \pm 0,199	10,5
hervido sin colar en agua corriente	53,5b \pm 1,67	25,7a,b,e \pm 2,67	2,1a,e \pm 0,16	42,6b \pm 0,46	17,2 \pm 0,77	0,11b \pm 0,001	0,38b \pm 0,048	72,6
en agua ultrapura	45,2c \pm 2,53	3,4e \pm 2,52	0,96c,e \pm 0,230	37,1c \pm 2,55	14,1 \pm 1,13	0,17 \pm 0,059	0,40 \pm 0,092	74,6
hervido colado en agua corriente	16,5a,b,d \pm 1,05	20,0a,b,d \pm 0,59	2,1a \pm 0,13	13,3a,b,d \pm 0,58	7,85a \pm 0,34	0,058a,b,d \pm 0,018	0,21b,d \pm 0,006	70,7
en agua ultrapura	9,0a,c,d \pm 0,63	0,93a,d \pm 0,39	0,56a,c \pm 0,046	9,38a,c,d \pm 0,443	2,71a \pm 0,19	0,058a,d \pm 0,018	0,28d \pm 0,020	66,5

a diferencia significativa entre arroz hervido y crudo; b diferencia significativa entre arroz hervido en agua corriente colado y sin colar; c diferencia significativa entre arroz hervido en agua ultrapura colado y sin colar; d diferencia significativa entre arroz hervido colado en agua corriente y agua ultrapura; e diferencia significativa entre arroz hervido sin colar en agua corriente y agua ultrapura. En todos los casos los cálculos se realizaron en base seca.

Tabla 5. Contenido de minerales en el agua utilizada para la cocción.

	Contenido de minerales en agua (mg/l)	
	Corriente (de red)	ultrapura (18 mega Ω)
Potasio	11,4	< 0,1
Sodio	191	< 0,1
Calcio	15,4	< 0,1
Fósforo	< 0,1	< 0,1
Magnesio	8,2	< 0,05
Hierro	< 0,1	< 0,1
Cinc	< 0,05	< 0,05

Tabla 6. Contenido de minerales y agua en galletitas de arroz

Minerales	galletitas de arroz elaboradas a partir de:								
	granos enteros de arroz integral blanco (n: 3)			granos enteros de arroz integral blanco y arroz integral yamani (n:3)			harina de arroz blanco (n:4)		
	promedio	SD	rango	promedio	SD	rango	promedio	SD	rango
	mg / 100 gramos de galletitas de arroz								
Sodio	15,6	8,6	5,6 - 23,0	11,8	5,0	7,5 - 17,2	318	152	151 - 504
Potasio	592	310	174 - 923	369	242	218 - 648	207	104	108 - 309
Calcio	10,5	4,08	7,0 - 14,1	12,6	5,36	6,5 - 16,8	32,9	18,6	10,5 - 53,7
Fósforo	191	58,6	104 - 227	194	83,9	98,6 - 255	85,1	21,8	65,1 - 116
Magnesio	147	26,0	112 - 174	137	27,1	115 - 168	36,1	5,43	28,9 - 41,7
Hierro	1,25	0,17	1,05 - 1,43	1,23	0,11	1,10 - 1,31	0,47	0,18	0,26 - 0,67
Cobre	0,32	0,05	0,26 - 0,38	0,33	0,05	0,28 - 0,38	0,15	0,04	0,11 - 0,20
Cinc	1,53	0,12	1,38 - 1,66	1,62	0,21	1,45 - 1,85	1,20	0,17	0,97 - 1,35
	g / 100 gramos de galletitas de arroz								
Agua	3,0	2,43	0,77 - 6,14	3,3	2,24	0,85 - 5,19	7,0	1,54	4,78 - 8,20

Tabla 7. Contenido de minerales en alimentos industriales de preparación rápida a base de arroz

Minerales	[marca A] Risottos: primavera, 4 quesos, a la española y de vegetales y pollo (n: 4)			[marca B] Arroz 4 quesos, primavera y tipo paella (n:3)			[marca B] Sopa tipo casera de verdura y Arroz (n:1)		
	promedio	SD	rango	promedio	SD	rango	promedio	SD	rango
	mg / 100 gramos de alimento de preparación rápida a base de arroz								
Sodio	1118	250	827 - 1390	909	25,2	732 - 1185	2374	-	-
Potasio	188	10,7	177 - 199	183	51,6	142 - 241	241	-	-
Calcio	64,5	12,7	46,6 - 76,2	43,8	36,8	18,8 - 86,1	19,0	-	-
Fósforo	137	7	127 - 143	141	18	123 - 159	90,1	-	-
Magnesio	64,5	12,7	46,6 - 76,2	43,8	36,8	18,8 - 86,1	19,0	-	-
Hierro	0,69	0,31	0,423 - 1,04	1,16	0,23	1,02 - 1,43	1,57	-	-
Cobre	0,19	0,04	0,14 - 1,24	0,21	0,02	0,20 - 0,24	0,14	-	-
Cinc	0,95	0,38	0,69 - 1,49	1,14	0,20	0,92 - 1,31	1,12	-	-
	g / 100 gramos de alimento de preparación rápida a base de arroz								
Agua	7,69	0,75	6,62 - 8,33	7,00	0,58	6,37 - 7,52	5,32	-	-

Tabla 8. Contenido de minerales por porción de alimento y porcentaje de la ingesta diaria cubierta según valores diarios de referencia (%VD)

Alimento/ Tamaño de la porción	mg de nutriente mineral (% VD) / porción de alimento							
	Sodio	Potasio	Calcio	Fósforo	Hierro	Cobre	Cinc	Magnesio
Arroces crudos								
Blanco / 50 g	0,6 (0,0%)	28,0 (0,6%)	2,84 (0,3%)	53,9 (7,7%)	0,36 (2,6%)	0,26 (29%)	0,68 (9,7%)	13,4 (5,1%)
Glaseado / 50 g	0,5 (0,0%)	29,6 (0,6%)	2,80 (0,3%)	50,1 (7,2%)	0,34 (2,4%)	0,25 (27%)	0,71 (10%)	13,6 (5,2%)
Integral / 50 g	0,9 (0,0%)	92,1 (2,0%)	5,30 (0,5%)	110 (16%)	0,62 (4,4%)	0,27 (30%)	0,83 (12%)	59,2 (23%)
Parboil / 50 g	1,5 (0,1%)	77,6 (1,7%)	2,31 (0,2%)	77,2 (11%)	0,98 (7,0%)	0,29 (32%)	0,47 (6,7%)	15,5 (6,0%)
Yamaní / 50 g	3,2 (0,1%)	114 (2,4%)	6,93 (0,7%)	78,1 (11%)	0,56 (4,0%)	0,16 (18%)	0,78 (11%)	59,3 (23%)
Alimentos de preparación rápida a base de arroz								
Marca A (risotos) / 63 g	704 (29%)	118 (2,5%)	40,7 (4,1%)	86,3 (12%)	0,44 (3,1%)	0,12 (13%)	0,60 (8,6%)	40,7 (16%)
Marca B (arroces 4 quesos, primavera y tipo paella) / 50 g	573 (24%)	115 (1,9%)	27,6 (2,8%)	88,8 (10%)	0,73 (5,2%)	0,13 (15%)	0,72 (10%)	27,6 (11%)
sopa (Marca B) / 19,8 g	1496 (62%)	151 (3,2%)	12,0 (1,2%)	56,8 (8,1%)	0,99 (7,1%)	0,09 (9,9%)	0,71 (10%)	12,0 (4,6%)
Galletitas elaboradas a base de arroz								
Granos enteros de arroz integral blanco / 30 g	4,7 (0,2%)	178 (3,8%)	3,16 (0,3%)	57,3 (8,2%)	0,38 (2,7%)	0,09 (10%)	0,46 (6,6%)	44,1 (17%)
Granos enteros de arroz integral blanco y arroz integral yamani / 30 g	3,5 (0,2%)	111 (2,4%)	3,77 (0,4%)	58,3 (8,3%)	0,37 (2,6%)	0,10 (11%)	0,49 (7,0%)	41,2 (16%)
Harina de arroz blanco / 30 g	95 (4,0%)	62,1 (1,3%)	9,86 (1,0%)	25,5 (3,6%)	0,14 (1,0%)	0,05 (5,0%)	0,36 (5,1%)	10,8 (4,2%)
Ingesta Diaria de Referencia (IDR)	2400 mg/día*	4700 mg/día#	1000 mg/día*	700 mg/día*	14 mg/día*	900 µg/día*	7 mg/día*	260 mg/día*

*Valores diarios en base a una dieta de 2000 kcal u 8400 kJ. Sus valores diario pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas (7f)
 #Valores Diarios para hombres de 31 a 50 años con base a una dieta de 2.000 kcal u 8.400 kJ. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades energéticas (24).

Discusión

En general, el contenido de minerales en las distintas calidades de arroz presentó el siguiente orden: blanco ~ glaseado < parboil < integral ~ yamani. Las diferencias entre el arroz blanco y glaseado (o pulido) respecto del integral se deben a que la distribución de los minerales en el grano no es homogénea y su concentración es mayor en el germen y las capas externas de arroz que en el endospermo de almidón (20, 21, 22). Por otro lado, el arroz parboil incrementa su contenido de minerales respecto del arroz blanco, debido a que el parboilizado favorece la migración de los micronutrientes desde la aleurona y el germen al endospermo de almidón (23). Otros autores (5) determinaron que el proceso de pulido provoca una mayor reducción del contenido de nutrientes, incluyendo a los minerales respecto del arroz blanco, aunque esta reducción no resultó significativa en las muestras analizadas.

El contenido de minerales en el arroz hervido es dependiente de los parámetros del proceso de cocción y del contenido de los minerales en el agua. También se determinó que el grado de solubilización de los minerales luego de la cocción es mayor en los arroces más refinados (blanco y glaseado) debido a que la eliminación del pericarpio protector durante la producción de arroz blanco facilita la extracción de sustancias solubles de la capa de aleurona durante proceso de lavado o cocción (5).

Si bien el incremento del contenido de sodio en el arroz hervido en agua corriente resultó significativo, este alimento sigue siendo "muy bajo en sodio" y resulta apto para dietas hiposódicas, si bien las preferencias culturales suelen incluir el agregado de sal al agua de hervor con la consecuente pérdida de este atributo.

Respecto del aporte de minerales del arroz a la dieta (24; 20) (Tabla 8), resulta de mayor impor-

tancia el cobre debido a que una porción de 50 g de arroz aporta en promedio un 27% de la Ingesta Diaria Recomendada para una población adulta masculina (IDR: 900 microgramos / día) y puede ser considerado alimento “fuente de cobre”.

El aporte de fósforo es cercano al 10% de la IDR (700 mg/ día) con valores ligeramente superiores para los arroces menos refinados y parboil, aunque una porción significativa del fosfato proviene del ácido fítico, un antinutriente que puede reducir la biodisponibilidad de minerales como hierro, cinc y manganeso (25). Los aportes de magnesio, hierro y cinc son cercanos a 5, 4 y 8% respectivamente de la IDR (260 mg/día, 14 mg/día y 7,0 mg/día, respectivamente) y resultan superiores para el arroz integral y yamaní. Respecto de los productos de preparación rápida a base de arroz, el consumo de una porción aporta entre el 24 y el 62% de la ingesta adecuada (IA) de sodio, y en las galletitas elaboradas con harina de arroz blanco, una porción aporta 4% de la IA de ese mineral. En ambos casos, la ingesta de sodio se incrementó considerablemente respecto del arroz, teniendo en cuenta que todos los productos declaran el uso de cloruro de sodio entre sus ingredientes el cual se adiciona para dar palatabilidad al alimento. En los productos de preparación rápida a base de arroz también se observaron incrementos en el contenido de calcio que resultan poco significativos a la IDR y además presentan amplia variabilidad de acuerdo a la combinación de ingredientes utilizados.

La comparación de los resultados con valores obtenidos de BDCA extranjeras permitió observar diferencias apreciables en los contenidos de varios minerales. Las fuentes de variabilidad, que se han mencionado en la introducción, explican estas observaciones (26, 27). Esto afirma la importancia de generar datos propios de composición de alimentos en cada país o región.

Conclusiones

El aporte de minerales a la dieta por el arroz resulta poco significativo, salvo para el caso del cobre, donde puede considerarse alimento fuente de este mineral. Si bien el arroz es un producto bajo en sodio, los productos industriales elaborados a partir de él suelen incrementar significativamente el contenido de este mineral. Por lo tanto, es necesario tener en cuenta esto antes de incorporar alimentos elaborados a base de arroz en las dietas con restricción de sodio.

Los análisis realizados resultan relevantes, debido a que la información nutricional obtenida con la metodología internacionalmente recomendada para productos consumidos en Argentina, elaborados y/o industrializados resulta escasa o requiere actualización. Estos resultados se encuentran en condiciones de ser incorporados a la base de datos de composición de alimentos de la Universidad Nacional de Luján (28).

Referencias bibliográficas

1. AÑO INTERNACIONAL DEL ARROZ 2004. El arroz es vida. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Revisado el 7 de octubre de 2018. Disponible en <http://www.fao.org/rice2004/es/f-sheet/hoja3.pdf>
2. El arroz es la vida. Incrementar la producción sostenible de arroz: clave de la seguridad alimentaria mundial. 12 de febrero de 2004. FAO Sala de Prensa. Revisado el 7 de octubre de 2018. Disponible en <http://www.fao.org/newsroom/es/focus/2004/36887/index.html>
3. Seguimiento del Mercado del arroz de la FAO. volumen xxi edición no 1. Abril de 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Revisado el 7 de octubre de 2018. Disponible en <http://www.fao.org/3/19243ES/19243es.pdf>
4. Informes de cadena de valor. Año 2 - N° 33. – Noviembre 2017. ARROZ. Dirección Nacional de Planificación Regional. Subsecretaría de Programación Microeconómica. Ministerio de Hacienda de la Nación. Revisado el 7 de octubre de 2018. Disponible en https://www.economia.gob.ar/peconomica/docs/SSPMicro_Cadenas_de_valor_Arroz.pdf
5. Atungulu GG, Pan Z. Rice industrial processing worldwide and impact on macro- and micronutrient content, stability, and retention. *Ann. New York Academy of Sciences*. 2014; 1324: 15–28 C.
6. Cadena del arroz. Informe ejecutivo anual año 2016. Subsecretaría de alimentos y bebidas. Secretaría de valor agregado. Ministerio de Agroindustria. Presidencia de la Nación. Revisado el 7 de octubre de 2018. Disponible en <http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20y%20Bebidas/Informes/Ficha%20anual%20arroz%2010%2005.pdf>
7. Código Alimentario Argentino.
 - a. Capítulo IX. Alimentos Farináceos – Cereales, Harinas y Derivados. Artículo 648 (Res 1547, 12.09.90). Revisado el 7 de octubre de 2018. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_IX.pdf
 - b. Capítulo IX. Alimentos Farináceos – Cereales, Harinas y Derivados. Artículo 652 (Res 1547, 12.09.90). Revisado el 7 de octubre de 2018. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_IX.pdf

- c. Capítulo IX. Alimentos Farináceos – Cereales, Harinas y Derivados. Artículo 696. Revisado el 7 de octubre de 2018. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_IX.pdf
- d. Capítulo XVII. Alimentos De Régimen O Dietéticos. Alimentos Modificados En Su Composición Mineral Artículo 1379 - (Res 1505, 10.08.88) Revisado el 7 de octubre de 2018. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_IX.pdf
- e. Capítulo IX. Alimentos Farináceos – Cereales, Harinas y Derivados. Artículo 647 (Res 1547, 12.09.90). Revisado el 7 de octubre de 2018. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_IX.pdf
- f. Capítulo V. Normas para la rotulación y publicidad de los alimentos. Anexo A. Revisado el 11 de marzo de 2019. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_V.pdf
8. Las otras harinas. Subsecretaría de alimentos y bebidas. Secretaría de valor agregado. Ministerio de Agroindustria. Presidencia de la Nación. Revisado el 7 de octubre de 2018. Disponible en: <http://www.alimentosargentinos.gov.ar/HomeAlimentos/Publicaciones/revistas/nota.php?id=56>
 9. O'Donnell A. Obesidad en Argentina: ¿Hacia un nuevo fenotipo? Cesni, 2004. Revisado el 13 de marzo de 2019. Disponible en <http://bvspers.paho.org/texcom/cd045364/obesarg.pdf>
 10. González A, Armenta S, de la Guardia M. Geographical traceability of "Arroz de Valencia" rice grain based on mineral element composition. Food Chemistry. 2011; 126: 1254–1260.
 11. de Landeta MC, Pighin AF, Gómez GA. Contenido de minerales en papas crudas, procesadas industrialmente y cocidas por diferentes métodos. Diaeta. 2017; 35 (15):17-24.
 12. Defagó M, Bardach A, Levy L, et al. Food Composition data in Argentina: A systematic review of the literature. J. of Food Composition and Analysis. 2015; 43: 39-48.
 13. A.O.A.C. 2016 "Official Methods of Analysis of AOAC International; Agricultural, Chemicals, Contaminant, Drugs". 20th edition. Maryland. USA.
 - a. Método AOAC 925.10.
 - b. Método AOAC Official Method 985.35
 14. Jorhem L. Determination of Metals in Foods by Atomic Absorption Spectrometry after Dry Ashing: NMKL1 Collaborative Study. J. of AOAC International. 2000; 83 (5):1204-11.
 15. Gomori G. A modification of the colorimetric phosphorus determination for use with the photoelectric colorimeter. J. Lab. Clin. Med. 1942; 27: 955-960.
 16. Padovani RM, Lima DM, Colugnati FAB, Rodríguez-Amaya DB. Comparison of proximate, mineral and vitamin composition of common Brazilian and US foods. Journal of Food Composition and Analysis. 2007; 20: 733–738
 17. USDA Food Composition Databases. Agricultural Research Service, Department of Agriculture United States. Revisado el 17 de octubre de 2018. Disponible en: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>
 18. Base de Datos Española de Composición de Alimentos (BEDCA). Ministerio de Ciencia e Innovación. España. Revisado el 17 de octubre de 2018. Disponible en: <http://www.bedca.net/>
 19. Danish Food Composition Database. ed 7.01. Department of Nutrition. National Food Institute – Technical University of Denmark (DTU). Revisado el 17 de octubre de 2018. Disponible en: http://www.foodcomp.dk/v7/fcdb_default.asp
 20. Heinemann RJB, Fagundes PL, Pinto EA, Penteadó MVC, Lanfer-Marquez UM. Comparative study of nutrient composition of commercial brown, parboiled and milled rice from Brazil. J. of Food Composition and Analysis. 2005; 18: 287-296.
 21. Resurrección AP, Juliano BO, Tanaka Y. Nutrient content and distribution in milling fractions of rice grain. J. Sci. Food Agric. 1979; 30: 475-481.
 22. Pinto E, Almeida A, Perreira I. Essencial and non- esencial/toxic elements in rice available in the Portuguese and Spanish markets. J. of Food Composition and Analysis. 2016; 48: 81-87.
 23. Doesthale YG, Devara S, Belavady B. Effect of milling on mineral and trace element composition of raw and parboiled rice. J. SCI. Food Agric. 1979; 30, 40-46
 24. Dietary Reference Intakes (DRIs): Recommended Dietary Allowances and Adequate Intakes, Elements Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies. National Agricultural Library. USDA. Revisado el 13 de marzo de 2019. Disponible en: http://www.nationalacademies.org/hmd/~media/Files/Activity%20Files/Nutrition/DRI-Tables/2_%20ORDA%20and%20AI%20Values_Vitamin%20and%20Elements.pdf?la=en
 25. Antoine JMR, Hoo Fung LA, Grant Ch, Dennis HT, Lalor G. Dietary Intake of minerals and trace elements in rice on the jamaican market. J. of Food Composition and Analysis. 2012; 26: 111-121.
 26. Anjum FM, Imran Pasha, Anwar Bugti, Butt MS. Mineral composition of different rice varieties and their milling fractions. Pak. J. Agri. Sci. 2007; 44: 332-336.
 27. Hernandez Rodriguez L, Morales DA, Rodriguez Rodriguez E, Diaz Romero C. Minerals and trace elements in a collection of wheat landraces from the Canary Islands. J of Food Composition and Analysis. 2011; 24: 1081–1090
 28. Tabla de Composición de Alimentos. Closa SJ, de Landeta MC. (compiladoras). Universidad Nacional de Luján. Revisado el 17 de octubre de 2018. Disponible en: <http://www.argenfood.unlu.edu.ar/Tablas/Tabla.htm>

MANTENETE
AL TANTO
DE LAS
NOVEDADES



@AADYND



www.aadynd.org.ar



/AADYND



AADYND