

Composición centesimal y contenido de minerales de harinas de sorgo blanco utilizadas en productos de consumo general y en productos libres de gluten

Proximate composition and minerals content of white sorghum flours used in general consumption and gluten free products

DR. DYNER LUIS¹; MG. FERREYRA VERÓNICA²; LIC. SÁNCHEZ ELISEO²;
DRA. CAGNASSO CAROLINA¹; DRA. OLIVERA CARRIÓN MARGARITA¹

¹Universidad de Buenos Aires, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Cátedra de Bromatología, Buenos Aires, Argentina

²Centro de Cereales y Oleaginosas, INTI, Ciudad 9 de Julio, Provincia de Buenos Aires, Argentina.

Correspondencia: Dra. Olivera Carrión, Margarita, molivera@ffyba.uba.ar

Recibido: 13/02/2017. **Envío de revisiones al autor:** 21/05/2017. **Aceptado en su versión corregida:** 05/07/2017.

Declaración de conflicto de intereses: No existe ningún tipo de conflicto de intereses.

Fuente de financiamiento: El trabajo fue financiado por la Universidad de Buenos Aires, Programación UBACyT 2013-2016, Proyecto: "Calidad nutricional y tecnológica de harinas compuestas obtenidas por extrusión", Código 20020120100229BA.

Resumen

El sorgo es un cereal con fuerte potencial alimentario cuyo consumo para uso humano creció recientemente. Es de fácil cultivo, crece en zonas semiáridas (resistencia a sequía y calor) y algunas variedades presentan gran capacidad antioxidante. No contiene gluten y permitiría ampliar el limitado listado de ingredientes de productos para celíacos. En Argentina, harinas de sorgo (HS) se utilizan en productos de consumo general y en libres de gluten. De acuerdo a esto, fue de interés estudiar, la composición y contenido de minerales (Fe, Zn, Ca, Mg, Na y K), de HS granífero blanco que son utilizadas en productos para consumo humano. Las harinas fueron procesadas en la planta semi-industrial de INTI Cereales y Oleaginosas: HS integral extrudida y refinadas (90% de extracción, cruda y extrudida). Se determinó composición centesimal por métodos AOAC y minerales por espectrometría de absorción atómica.

Los resultados obtenidos en HS integral extrudida, refinadas cruda y extrudida fueron (g%): humedad 11,0, 12,6 y 9,8; proteínas: 10,2, 8,5 y 8,7; grasas: 2,7, 2,6 y 1,5; fibra dietaria: 13,3, 4,5 y 5,1; cenizas: 1,50, 1,00 y 1,20; carbohidratos: 61,3, 70,8 y 73,7. Respecto a los minerales, los valores fueron (mg%): Fe: 5,9, 1,7 y 2,6; Zn: 2,5, 1,6 y 1,7; Ca: 19,1, 7,5 y 8,8; Mg: 140, 108 y 117; Na: 4,0, 1,1 y 3,6; K: 421, 243 y 305, respectivamente. La refinación produjo disminución de fibra dietaria y minerales. Si bien el Fe disminuyó en HS refinadas, se mantuvieron niveles aceptables y aportarían Fe en productos libres de gluten. Presentaron niveles de Zn y Mg apreciables, mientras que el Ca fue muy bajo como en todos los cereales. Son muy pobres en Na y ricas en K y constituirían una fuente natural de este mineral. En HS refinadas, la extrusión no afectó la composición y contenido mineral.

Palabras clave: sorgo, harinas, minerales, extrusión, productos libres de gluten.

Abstract

Sorghum is a cereal with strong food potential whose consumption for human use has recently grown. It is easy to grow, it grows in semi-arid areas (resistance to drought and heat) and some varieties have a high antioxidant capacity. It contains no gluten and thus would expand the limited list of ingredients for celiacs. In Argentina, sorghum flour (SF) is used in general consumer and gluten-free products. This is why it was of interest to study the composition and mineral content (Fe, Zn, Ca, Mg, Na and K) of white SF that are used in products for human consumption. Flour was processed in the semi-industrial plant of INTI Cereals and Oilseeds: wholemeal SF extruded and refined (90% extraction, raw and extruded). Proximate composition was determined through AOAC methods and minerals through atomic absorption spectrometry.

The values obtained in wholemeal SF extruded, refined crude and extruded were (g%): moisture 11,0, 12,6 and 9,8; proteins: 10,2, 8,5 and 8,7; fats: 2,7, 2,6 and 1,5; dietary fiber: 13,3, 4,5 and 5,1; ash: 1,50, 1,00 and 1,20; carbohydrates: 61,3, 70,8 and 73,7. Regarding minerals, the values found were (mg%): Fe: 5,9, 1,7 and 2,6; Zn: 2,5, 1,6 and 1,7; Ca: 19,1, 7,5 and 8,8; Mg: 140, 108 and 117; Na: 4,0, 1,1 and 3,6; K: 421, 243 and 305.

Refining resulted in decreased dietary fiber and minerals. While Fe decreased in refined SF, acceptable levels were maintained and would provide Fe in gluten-free products. In refined SF, the Zn and Mg levels were appreciable, while Ca was very low as in all cereals. They were very poor in Na and rich in K content and would constitute a natural source of this mineral. In refined SF, extrusion did not affect the composition and mineral content.

Keywords: sorghum, flours, minerals, extrusion, gluten-free products.

Introducción

El sorgo (*Sorghum sp.*) es un cereal cuya producción ocupa el quinto lugar a nivel mundial, luego del maíz, trigo, arroz y cebada (1,2). Argentina es uno de los cinco principales productores y ocupa el segundo lugar entre los países exportadores luego de Estados Unidos (3,4). Se estima que el hombre consume el 35% y el resto se utiliza para alimentación animal y diversos usos industriales (obtención de etanol, biomasa, etc.). Constituye un alimento básico en vastas zonas de África y Asia, donde se consume en diversas formas: panificados, papillas tradicionales (porridge), bebidas fermentadas (cervezas) y sin fermentar, etc (5-7).

Presenta un importante potencial alimentario por las condiciones ventajosas del cultivo, de fácil crecimiento en zonas templadas semiáridas, con resistencia a plagas, sequías y calor. El aumento de la población del planeta, la disminución de tierras cultivables y el cambio climático, ha influido en la revalorización de cultivos alternativos cuyo consumo se había limitado por factores culturales o de rendimiento de los cultivos.

Por otro lado, la presencia de componentes bioactivos se ha relacionado con la disminución de prevalencia de enfermedades no transmisibles. Algunas variedades de sorgo presentan una fuerte capacidad antioxidante debido al alto contenido de polifenoles, flavonoides y taninos (8-11). Se diferencian distintos tipos según el color: marrón, rojo y blanco. El marrón es rico en taninos condensados los cuales se concentran en la capa ubicada por debajo del pericarpio, llamada testa. Estos componentes, si bien no son tóxicos y aportan resistencia a los hongos y astringencia al grano, disminuyen la digestibilidad de nutrientes, sobre todo proteínas y minerales. La harina de sorgo (HS) rojo o blanco contiene bajo contenido de taninos y presenta buenas características tecnológicas y sabor neutro. Se utiliza en la formulación de diversos productos de panadería, repostería, galletitería, fideería, etc (7).

Otra de las características que presenta la HS es la ausencia de gluten, por lo cual puede ser incorporada en productos para personas celíacas o con intolerancia al trigo (12-14). En mezclas con otras harinas libres de gluten (de arroz, maíz, trigo sarraceno, soja, etc), y/o féculas, es posible disminuir el

agregado de gomas o aditivos similares en panes, pastas y galletitas. Esto lo posiciona como un ingrediente de interés que permitiría diversificar el limitado grupo de harinas o féculas utilizadas en la formulación de productos libres de gluten.

Por otro lado, el proceso de extrusión a alta temperatura y corto tiempo, reúne propiedades que lo hacen particularmente interesante: se inactivan factores antinutricionales, se aumenta la estabilidad debido a la disminución de la carga microbiana y la inactivación de enzimas y se conserva el valor nutritivo (15). El calor, las fuerzas termomecánicas de corte y la presión generada, producen una profunda homogeneización y mezclado de los distintos componentes, presentando ventajas operativas por tratarse de procesos continuos, eficientes, de fácil aplicación, bajo costo y sin producción de efluentes. Las modificaciones originadas en la estructura de la matriz alimentaria, otorga características organolépticas apreciadas por el consumidor (aspecto y suavidad-palatabilidad). La extrusión se aplica usualmente a productos de coquetín, siendo una alternativa para aumentar la estabilidad y calidad nutricional de harinas y alimentos a base de cereales (16,17).

Las propiedades mencionadas, junto al menor costo que presenta la HS, presuponen el aumento de su agregado en alimentos farináceos en general y en productos libres de gluten. En algunas bases de datos, son numerosos los productos comerciales en cuya formulación se informa el uso de HS (18).

En el Código Alimentario Argentino (CAA), la HS está definida como el "*producto proveniente de la molienda del grano de sorgo previamente descascarado (perlado), debiendo presentar este último características de semilla sana, limpia, bien conservada, y provenir de cultivares que integren el grupo de sorgos graníferos (Sorghum caffrorum)*" (Art. 663 bis) (19). De acuerdo con la declaración en la lista de ingredientes del envase, actualmente en Argentina las HS se utilizan en galletitas (20) y alfajores de primeras marcas de consumo masivo. También se incorporan en productos libres de gluten en proporciones variables. A pesar de que su uso se va expandiendo, en tablas de alimentos nacionales (21), no se encuentran datos de HS, todo lo cual motiva el interés en conocer la composición de estas harinas.

En el presente trabajo se estudiaron las características nutricionales de harina integral y refinada de

sorgo granífero blanco, con o sin extrusión, utilizadas en el país para la elaboración de productos de consumo general y libres de gluten. Se estudió el contenido de proteínas, grasas, fibra dietaria y minerales de interés nutricional: hierro (Fe), zinc (Zn), calcio (Ca), magnesio (Mg), sodio (Na) y potasio (K).

Materiales y método

Muestras. La molienda y procesado del sorgo se realizó en la planta semi-industrial del Centro de Cereales y Oleaginosas del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (INTI) de la Ciudad de 9 de Julio, Provincia de Buenos Aires. Las muestras estudiadas fueron todas provenientes de cosechas nacionales, clasificadas como sorgo granífero blanco de acuerdo con la norma de comercialización de sorgo de Argentina (22). La harina integral se obtiene por molienda del grano luego del proceso de limpieza. En la refinación se aplicó un escarificado o pelado del grano, con porcentaje de extracción de la harina en el orden del 90%. El proceso de extrusión se realizó en extrusor de escala semi-industrial de simple tornillo alcanzando una temperatura en el rango 125-135°C (16). Se obtuvieron HS integral extrudida, HS refinada cruda y HS refinada extrudida, cada una de ellas proveniente de distintas partidas. Todas fueron utilizadas como materias primas para productos comerciales de consumo general y alimentos libres de gluten.

Métodos.

Análisis Químico. Se aplicó metodología AOAC 2000 (23) según:

Humedad: Se determinó por secado hasta peso constante a 100°C según método AOAC 925.09

Cenizas: Se determinaron en mufla a 500-550°C hasta peso constante según método AOAC 923.03.

Proteínas: Se utilizó el método de Kjeldahl (AOAC 984.13) y se aplicó el factor de conversión nitrógeno/proteína 6,25, según lo establecido por FAO para proteína de sorgo (24).

Grasa: Se aplicó el método de extracción por Soxhlet utilizando éter de petróleo (AOAC 920.39).

Fibra dietaria total: Se trabajó por duplicado aplicando el método enzimático-gravimétrico según la metodología AOAC 985.29. Se utilizó el kit comercial de Megazyme[®] que contiene las enzimas requeridas:

α -amilasa termoestable, proteasa y amiloglucosidasa. Luego de las serie de tres digestiones enzimáticas al pH especificado en baño termostático con agitación, se precipitó la fibra soluble con etanol 96°. El residuo se filtró al vacío en un filtro Duran-Schott[®] N° 3 con celite[®] acid washed, se secaron hasta peso constante en estufa a 100°C y se pesaron. El porcentaje de fibra dietaria total se obtuvo corrigiendo el peso del residuo seco luego de restar el porcentaje de proteína y cenizas determinados en los duplicados.

Carbohidratos disponibles (CH): Se calculó por diferencia según:

$$\%CH = 100 - (\% \text{ Humedad} + \% \text{ Cenizas} + \% \text{ Proteínas} + \% \text{ Grasas} + \% \text{ Fibra Dietaria Total})$$

Minerales: Se cuantificaron Fe, Zn, Ca, Mg, Na y K. Las muestras fueron mineralizadas por vía húmeda con una mezcla nitro-perclórica según AOAC 971.20, 2000 (23). El contenido de Fe, Zn, Ca y Mg se estableció por espectrometría de absorción atómica – atomización en la llama utilizando lámpara de cátodo hueco para cada mineral, en tanto que Na y K se cuantificaron mediante espectrometría de emisión por ionización en la llama. En todos los casos se utilizó un equipo Perkin Elmer[®] modelo AAnalyst 400[®] (25). Para cuantificar Ca y Mg, los mineralizados se diluyeron con una solución de 0,65% (p/v) de cloruro de lantano para suprimir la interferencia causada por los fosfatos.

Todo el material utilizado fue previamente sumergido en HNO₃ durante 24 hs y posteriormente enjuagado 3 veces con agua desionizada.

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado.

Expresión de resultados: Todos los datos analíticos se expresaron por 100 g de muestra (base húmeda), en gramos (g) la composición centesimal y en miligramos (mg) los minerales. Los resultados fueron expresados como la media \pm desviación estándar (SD) de 3 determinaciones independientes.

Análisis estadístico: Se aplicó análisis de la varianza (ANOVA) de un criterio y se utilizó la prueba de Tukey-Kramer con un nivel de significación global del 5%. Los cálculos se realizaron mediante el software Infostat.

Resultados

Las HS estudiadas, como se dijo previamente, fueron muestras del proceso usualmente empleado para la obtención de harinas utilizadas en la elaboración de productos de consumo general y alimentos libres de gluten. Los valores hallados para las distintas muestras se presentan en Tabla 1.

El contenido de proteínas en HS integral extrudida se encuentra en niveles de 10,2% y disminuye con la refinación a 8,5 - 8,7% en la muestra cruda y extrudida respectivamente.

El contenido de grasa se encontró en niveles bajos en todas las muestras, en el rango 1,5 - 2,7%.

Respecto a la fibra dietaria total, en HS integral el contenido fue de 13,3% y la refinación disminuyó en más del 60%, con valores de fibra remanentes en el rango 4,5 - 5,1%.

El valor hallado de cenizas en el sorgo integral se encontró en 1,5% y disminuyó con la refinación, a 1 - 1,2%.

El contenido de carbohidratos disponibles es elevado (61-74%), siendo ésta una característica común a todos los cereales.

Minerales. En la Tabla 2 se presentan los resultados del contenido de minerales.

El contenido de Fe fue dispar en las distintas muestras. En HS integral el porcentaje fue considerable (5,9 mg/100g), pero disminuyó fuertemente con la refinación (1,7 - 2,6 mg/100g). Esto indica que la refinación provocaría pérdidas superiores al 50% del valor inicial de Fe y son coincidentes con los informados en tablas de composición para sorgo (26).

El Zn se encuentra en HS refinadas en el orden del 66% respecto a la integral (1,6 - 1,7 vs 2,5 mg/100g).

En la HS integral el Ca se encuentra en muy baja proporción (19 mg/100g) y sufre una disminución del 50% con la refinación (7,5 - 8,8 mg/100g).

El valor de Mg en la HS integral fue de 140 mg/100g y disminuyó con el proceso de refinación, pero no de manera drástica, ya que en las harinas refinadas se retuvo el 80% del valor inicial (108 - 117 mg/100g).

Respecto al Na, si bien el efecto de la refinación fue desperejo, las HS presentaron muy bajo contenido en todos los casos (1,1 - 4,0 mg/100g).

El K se encuentra en porcentaje apreciable en la HS integral (421 mg/100g) y se mantiene en HS refinadas en niveles de 58-72% (243 - 305 mg/100g).

Discusión

Las tablas de composición más completas para las distintas variedades de sorgo son las confeccionadas por FAO para los alimentos consumidos por la población africana (26). Como se dijo previamente, no hay registros en tablas nacionales (21), mientras que en otras bases de datos muy extensas no se diferencian tipos de sorgo (27).

En Argentina, si bien la HS está definida en el CAA, los únicos parámetros de calidad establecidos (humedad y cenizas), datan del año 1979 (19). Actualmente se prioriza la calidad del grano cuya comercialización se rige por la Resolución 554/2011 del Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA) (22). En la misma se establece para el sorgo granífero blanco utilizado en las HS estudiadas, máximos de humedad (15%) y de granos extraños (2%). De acuerdo con los resultados, las muestras estudiadas cumplen con el máximo de humedad.

Tabla 1. Composición de las harinas obtenidas de sorgo granífero blanco (g/100g en base húmeda)

Harinas de Sorgo	Humedad	Proteínas	Grasas	Fibra dietaria	Cenizas	Hidratos de carbono
Integral extrudida	11,0±0,2b	10,2±0,1b	2,7±0,1b	13,3±0,5b	1,50±0,02c	61,3
Refinada cruda	12,6±0,3c	8,5±0,1a	2,6±0,1b	4,5±0,1a	1,00±0,01a	70,8
Refinada extrudida	9,8±0,2a	8,7±0,1a	1,5±0,1a	5,1±0,1a	1,20±0,02b	73,7

Valores expresados como la media de 3 determinaciones ± SD
Diferentes letras en la misma columna indican diferencia significativa p<0,05

Tabla 2. Contenido de minerales de las harinas obtenidas de sorgo granífero blanco (mg/100g en base húmeda)

Harinas de Sorgo	Fe	Zn	Ca	Mg	Na	K
Integral extrudida	5,9±0,1c	2,5±0,1b	19,1±2,4b	140±11b	4,0±0,1c	421±5c
Refinada cruda	1,7±0,1a	1,6±0,1a	7,5±0,7a	108±2a	1,1±0,1a	243±1a
Refinada extrudida	2,6±0,2b	1,7±0,1a	8,8±0,4a	117±6a	3,6±0,1b	305±6b

Valores expresados como la media de 3 determinaciones ± SD
Diferentes letras en la misma columna indican diferencia significativa p<0,05

Respecto al contenido de proteínas, los valores hallados se encuentran en los niveles informados por FAO (26). Si bien en el presente trabajo no se estudió la calidad proteica, es conveniente considerar los antecedentes bibliográficos sobre la fuerte deficiencia del aminoácido esencial lisina, el cual además de limitante, se encontraría en proporciones aún menores al resto de los cereales (8). Este aspecto debería ser tenido en cuenta en la utilización de harina de sorgo para la formulación de premezclas y productos libres de gluten, ya que los ingredientes más utilizados son la harina de arroz, el almidón de maíz y la fécula de mandioca. Sólo el arroz contiene proteínas en bajo porcentaje (6,9 - 7,2%) y la sustitución de féculas por HS aumentaría el contenido pero no la calidad proteica. Por otro lado, la proteína de sorgo es de baja digestibilidad, por lo cual se ha trabajado en la búsqueda de híbridos de mejor calidad (28).

El contenido de grasas, al igual que en la mayoría de los cereales es bajo, por lo cual el aporte energético estaría dado fundamentalmente por carbohidratos y luego proteínas.

Respecto a la fibra dietaria, la HS integral extrudida presentó niveles similares a la harina de trigo integral (21,26) y realizaría un importante aporte, sobre todo en productos libres de gluten reconocidos por su bajo contenido de fibra. Los valores informados en tablas FAO, tanto para sorgo integral general o blanco integral, se encuentran en el orden del 10% (26). Las HS refinadas, tanto cruda como extrudida, presentaron valores superiores a la harina de trigo comercial (5,3 vs 3,5% respectivamente) (21,26).

El contenido de cenizas es un indicador del contenido general de minerales, los cuales se encuentran en general en los tegumentos externos. De acuerdo a tablas de composición, el valor hallado para HS integral fue similar a otras harinas integrales de diversos cereales (21,26). Si bien disminuyó con la refinación (1,1 - 1,3%), en todos los casos superaron el máximo del CAA (0,65%). Si se tiene en cuenta que el grado de extracción de una harina es la cantidad de kilos que se obtienen a partir de 100 kg de grano, el contenido de cenizas hallado indicaría que las harinas estudiadas fueron de mayor grado de extracción (90%) que las definidas en el CAA, las cuales serían más refinadas (19).

Desde el punto de vista de la composición centesimal, el sorgo se considera similar al maíz. En re-

lación con los resultados obtenidos, las HS refinadas presentaron contenido proteico en el mismo orden al grano de maíz (8,5 - 9,5%), mientras que HS integral presentó porcentajes cercanos a las harinas de trigo comerciales (9,8 - 10,3%) (21, 26). En todos los casos los niveles fueron superiores al arroz (6,9-7,2%) (17,24).

Respecto a los minerales, los valores hallados son coincidentes con los informados en tablas de composición para sorgo (26).

Los resultados obtenidos son de particular importancia en el caso del Fe por el impacto que el agregado de HS pudiera producir en mezclas con harina de trigo, dado que ésta debe estar obligatoriamente enriquecida con Fe en proporción de 3 mg/100g en Argentina (29). Si bien la refinación provocaría pérdidas importantes, las HS refinadas presentaron valores apreciables de Fe (1,7-2,6 mg/100g). Si se considera que las HS se utilizan en bajas proporciones en los productos de consumo general, su utilización no afectaría el Fe agregado a las harinas de trigo.

Por otro lado, en premezclas libres de gluten, hay que considerar que en Argentina a diferencia de algunos países (30), ninguno de los ingredientes habitualmente utilizados (arroz, almidón de maíz, fécula de mandioca), tiene agregado de Fe. Por lo cual, las HS adicionadas a estos productos, aportarían Fe.

En el caso del Zn, los niveles coinciden con los informados en tablas para sorgo (1,8 - 2,1 mg/100g) (26) y en niveles similares a las harinas de trigo (21).

El aporte de Ca sería despreciable en las HS, al igual que en el resto de las harinas de los demás cereales (30).

Las harinas pueden contener componentes que favorezcan o inhiban la absorción de minerales afectando la disponibilidad, en particular de los divalentes (Fe, Zn, Ca). Entre estos se encuentran la fibra dietaria, fitatos, fenoles, ácidos orgánicos, taninos, etc (32). En las tablas consultadas, no se encontraron datos de fitatos. Por otro lado, se considera que el sorgo granífero blanco contiene bajo porcentaje de taninos condensados a efectos de cumplir con la norma de comercialización de sorgo.

Es de destacar que las harinas, al igual que muchos productos naturales, presentan una elevada proporción de K respecto al Na y la relación K/Na su-

para ampliamente la recomendación de 2 (33). En caso de ser utilizadas en productos sin agregado de sal u otras sales de sodio, favorecerían naturalmente mayor ingesta de K, disminuyendo la de Na.

Conclusiones

Las HS granífero blanco integrales / refinadas con o sin extrusión, constituirían un ingrediente interesante para alimentación humana, que además contribuirían en parte a diversificar la dieta. La HS integral presentó un contenido apreciable de fibra dietaria y minerales, los cuales disminuyeron con la refinación en forma dispar. Presentarían nive-

les de Fe compatibles con las harinas de trigo enriquecidas, y realizarían un aporte importante en fibra dietaria en el caso de utilizar HS integral. Ambos aspectos serían válidos para productos libres de gluten, ya que las harinas y féculas con que son elaborados no tienen agregado obligatorio de Fe en Argentina y son deficitarios en fibra dietaria. El Zn y el Mg se encontraron en proporciones apreciables en HS integral y se mantuvieron en porcentajes superiores al 64% en las HS refinadas. Al igual que todos los cereales, son muy pobres aportadores de Ca. Las harinas presentaron elevada proporción de K respecto al Na que se halló en muy bajos niveles, por lo cual, en productos sin agregado de sal, favorecerían la ingestas de K.

Referencias bibliográficas

- Chessa A. Sorgo una visión integral y en cadena desde su rol de agroalimentación directa e indirecta. *Agropost*. 2014; 134: 16-17.
- Vieira Queiroz VA, Vizzotto M, Piler de Carvalho CW, Stampini Duarte MH. O Sorgo na Alimentação Humana. *Circular Técnica* 133. 2009. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Embrapa, Brasil, 1-19.
- Informe sobre sorgo 2016. Ministerio de Agroindustria, Argentina. Consultado: enero 2017. Disponible en: <http://www.agroindustria.gov.ar/new/0-0/programas/dma/granos/Informe%20de%20Sorgo-SEPTIEMBRE%202016.pdf>.
- Barberis N, Sánchez C. Informe del cultivo de sorgo: evolución y perspectivas. Un análisis de las estadísticas, *Cartilla digital Manfredi 6*, Ediciones INTA, 2013. Consultado: abril 2016. Disponible en: <http://www.tecnosorgosa.com.ar/pdf/intainfosorgo.pdf>.
- Tuinstra MR. Food-grade sorghum varieties and production considerations: a review. *J Plant Interactions*. 2008; 3 (1): 69-72.
- Kaur KD, Jha A, Sabikhi L, Singh AK. Significance of coarse cereals in health and nutrition: a review. *J Food Sci Technol*. 2014; 51(8): 1429-1441.
- Taylor JRN, Schober TJ, Bean SR. Novel food and non-food uses for sorghum and millets. *J Cereal Sci*. 2006; 44: 252-271.
- Taylor JRN, Belton PS, Beta T, Duodu KG. Increasing the utilization of sorghum, millets and pseudocereals: Developments in the science of their phenolic phytochemicals, biofortification and protein functionality. *Review. J Cereal Sci*. 2014; 59: 257-275.
- Dlamini NR, Taylor JRN, Rooney LW. The effect of sorghum type and processing on the antioxidant properties of African sorghum-based foods. *Food Chem*. 2007; 105: 1412-1419.
- Awika JM, Rooney LW. Sorghum phytochemicals and their potential impact on human health. *Review. Phytochemistry* 2004; 65: 1199-1221.
- Dykes L, Rooney LW. Sorghum and millet phenols and antioxidants. *Review. J Cereal Sci* 2006; 44: 236-251.
- Schober TJ, Messerschmidt M, Bean SR, Park SH, Arendt EK. Gluten-Free Bread from Sorghum: Quality Differences Among Hybrids. *Cereal Chem*. 2005; 82(4): 394-404.
- Ciacci C, Maiurib L, Caporaso N et al. Celiac disease: In vitro and in vivo safety and palatability of wheat-free sorghum food products. *Clinical Nutr*. 2007; 26: 799-805.
- Perez G; Docena G; Curciarello R. Productos de panificación dirigidos a grupos especiales de población. En: Aspectos nutricionales y saludables de los productos de panificación. Ed. Universidad Valparaíso, 2009. 174-189.
- Singh S, Gamlath S and Waking L. Nutritional aspects of food extrusion: a review. *Int J Food Sci. Technol*. 2007; 42: 916-929.
- Frías J, Giacchino S, Peñas E, et al. Assessment of the nutritional quality of raw and extruded *Pisum sativum* L. var. Laguna seeds. *LWT- Food Sci Technol*. 2011; 44 (5): 1303-1308.
- Giacchino S, Peñas E, Ferreyra V, et al. Extruded flaxseed meal enhances the nutritional quality of cereal-based products. *Plants Foods Hum Nutr*. 2013; 68 (2): 131-6.
- USDA. National Nutrient Database for Standard Reference. Consultado: enero 2017. Disponible en: <https://ndb.nal.usda.gov>.
- Código Alimentario Argentino. Capítulo IX, Alimentos Farináceos: Cereales, Harinas y Derivados. Art. 663bis. Consultado: enero 2017. Disponible en: http://www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoo/CAPITULO_IX.pdf.
- Lopez LB, Martín ME, Ronayne de Ferrer P. Declaración de alérgenos alimentarios en rótulos de alimentos habitualmente consumidos por niños. *DIAETA*. 2016; 34 (155):15-24.
- Base de datos ARGENFOODS. 2002. Editada por la Universidad Nacional de Lujan, Argentina. Consultado: enero 2017. Disponible en: <http://www.argenfoods.unlu.edu.ar/Tablas/Tabla.htm>.
- Resolución 554/2011, Norma de Calidad para la Comercialización de Sorgo. SENASA (Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria).
- AOAC. Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemist. 17th edition. Vol. I y II. Ed. Dr. W. Horwitz. Maryland. USA. 2000.
- FAO. Food energy – methods of analysis and conversion factors. Food and Nutrition Paper 77. Report of a Technical Workshop, Rome, 2002.
- Perkin-Elmer: Analytical methods for atomic absorption spectrophotometry. Perkin-Elmer. Norwalk, Connecticut, USA. 1982.
- FAO. West African Food Composition Table. 2012. Consultado: diciembre 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/infoods/infoods/tables-and-databases/faoinfoods-databases/en/>.
- Souci S; Fachmann W & Kraut H. Food Composition and Nutrition Tables. 1994. 5th ed. Medpharm & CRC Press, Stuttgart.
- Duodu KG, Taylor JRN, Belton PS, Hamake BR. Factors affecting sorghum protein digestibility. *J Cereal Sci*. 2003; 38:117-131.
- Ley 25.630. Enriquecimiento de harinas en Argentina. Decreto Reglamentario N° 597/03. 2002. Disponible en: <http://www.infoleg.gov.ar>.
- Serdula M, Peña-Rosas JP, Maberly GF, Parvanta I. Flour Fortification with Iron, Folic acid, Vitamin B12, Vitamin A and Zinc: Proceedings of the second technical workshop on Wheat flour fortification. *Food Nutr Bull*. 2010; 31: 53-56.
- Dyner L, Cagnasso C, Ferreyra V y col. Contenido de Calcio, fibra dietaria y fitatos en diversas harinas de cereales, pseudocereales y otros. *Acta Bioquím Clin Latinoam*, 2016; 50 (3): 435-43.
- Maga JA, Yankey RK, Amartye EO, Achel DG, Adaboro RM. Phytate: Its chemistry, occurrence, food interaction. The inhibitory effect of phytate on the bioavailability of calcium, iron and zinc in raw commonly consumed sorghum and maize cultivars. *J Food Sci*, 1996; 76: 677-88.
- Panel on Dietary Reference Intakes for Electrolytes and Water. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes Food and Nutrition Board & Institute of Medicine, National Academy of Sciences, Washington, D.C. 2005.