

Harina de aleurona: un nuevo ingrediente del trigo rico en fibra fermentable, micronutrientes y ácido fólico biodisponible

Aleurone flour: a novel wheat ingredient rich in fermentable fiber, micronutrients and bioavailable folate

GIRAUDO MIGUEL¹, UGARTE MARIANA², SCOLLO DANIEL³

¹ Doctor de la Facultad de Ciencias Exactas, UNLP. ² Magister Tecnología de Alimentos UNLa-UTN.

³ Licenciado en C y T de Alimentos, UNLa. ^{1,2,3} Universidad Nacional de Lanús

Correspondencia: mgiraudo@unla.edu.ar - **Recibido:** 05/12/2012 . **Aceptado en su versión corregida:** 02/07/2013.

Resumen

La harina de aleurona tiene un fuerte potencial como importante ingrediente de los alimentos funcionales en la industria farinácea por su gran densidad de micronutrientes y también por su alto contenido en fibra fermentable. La biodisponibilidad y bioeficacia de los nutrientes presentes en la harina de aleurona debe ser considerada realmente como un factor beneficioso para la salud. Es fundamental seguir estudiando la obtención de aleurona a partir de otros granos.

Palabras clave: Harina de aleurona de trigo, Fibra, Micronutrientes, Ácido fólico.

Abstract

Aleurone flour has a strong potential as an important functional food ingredient within the farinaceous industry for its high density of micronutrients and also for its high content of fermentable fiber. The bioavailability and bioefficacy of the nutrients present in the aleurone flour should be considered as a factor that is beneficial to health. It is essential to continue studying how to obtain aleurone from other grains.

Keywords: Wheat Aleurone flour, Fiber, Micronutrient, Folate.

Diaeta [B.Aires] 2013;31 [144]:7-12. ISSN 0328-1310

Introducción

La harina de la aleurona del trigo (HAT) es un nuevo producto o ingrediente hecho de las células de la capa de aleurona pertenecientes al grano de trigo (Figura 1)

La HAT tiene el potencial de contribuir a la nutrición óptima ya que contiene una serie de importantes componentes tales como minerales, fibra dietaria, proteína, compuestos fenólicos antioxidantes y vitaminas varias (Tablas 1 y 2) (1-4).

Las células presentes en la aleurona, conjuntamente con las del germen, contienen los nutrientes esenciales requeridos para el crecimiento y el desarrollo del embrión (4,5). Ya que la fracción del salvado contiene la capa de aleurona, los fitoquímicos, vitaminas, minerales, fibra y proteína de la aleurona se pierde cuando el grano de trigo es pulido (refinado) al obtener harinas blancas. En consecuencia, hace pocos años se ha observado el interés de aplicar nuevas tecnologías de molienda para purificar la fracción aleurona en el grano total

Tabla 1. Composición del salvado de trigo (Souci-Fachmann-Kraut, 2008, Food composition and nutrition tables, Medpharm, Hoboken) expresado por 100 gramos de alimento.

Componente	Unidad	Valores medios	Componente	Unidad	Valores medios
Agua	g	11,50	Aminoácidos		
Nitrógeno total	g	2,56	Alanina	mg	1070
Proteína (N x 5,8)	g	14,90	Arginina	mg	1230
Proteína (N x 6,25)	g	16,00	Ácido aspártico	mg	1460
Grasa	g	4,65	Cistina	mg	390
Hidratos de carbono disponibles	g	17,70	Ácido glutámico	mg	3590
Fibra dietaria total	g	45,10	Glicocola	mg	1320
Minerales	g	6,15	Histidina	mg	440
Minerales y elementos traza			Isoleucina	mg	770
Sodio	mg	2,0	Leucina	mg	1120
Potasio	mg	1340	Lisina	mg	720
Magnesio	mg	480	Metionina	mg	250
Calcio	mg	67	Fenilalanina	mg	650
Manganeso	mg	13	Prolina	mg	1140
Hierro	mg	16	Serina	mg	900
Cobalto	μg	1,0	Treonina	mg	590
Cobre	mg	1,3	Triptófano	mg	250
Zinc	mg	9,2	Tirosina	mg	460
Níquel	μg	87	Valina	mg	880
Cromo	μg	3,2	Ácidos orgánicos		
Molibdeno	μg	20	Ácido ferúlico	mg	3,4
Fósforo	mg	1142	Ácido p-cumárico	mg	4,0
Fluoruro	μg	156	Hidratos de carbono particulares		
Ioduro	μg	31	Glucosa	mg	90
Selenio	μg	2,0	Fructosa	mg	50
Vitaminas			Sacarosa	mg	1750
Equivalente en retinol	ng	917	Rafinosa	mg	1300
Total carotenoides	μg	5,5	Maltosa	mg	30
β caroteno	μg	5,5	Estaquiosa	mg	40
Actividad en vitamina E	mg	2,7	Almidón	g	13,4
Total tocoferoles	mg	9,5	Celulosa	mg	9000
α.Tocoferol	mg	1,6	Ácido fítico	mg	3610
β.Tocoferol	mg	800	Ácidos grasos		
α.Tocotrienol	mg	1,5	Mirístico	mg	10
β Tocotrienol	mg	5,6	Palmítico	mg	698
Vitamina K	μg	83	Estearico	mg	42
Vitamina B1	μg	650	Palmitoleico	mg	34
Vitamina B2	μg	510	Oleico	mg	797
Nicotinamida	mg	18	Linoleico	mg	2200
Acido pantoténico	mg	2,5	Linolénico	mg	50
Vitamina B 6	μg	729	Esteroles		
Biotina	μg	44	Esteroles totales	mg	121
Ácido fólico	μg	195	Fibra dietaria soluble	mg	5547
			Fibra dietaria insoluble	g	39,5

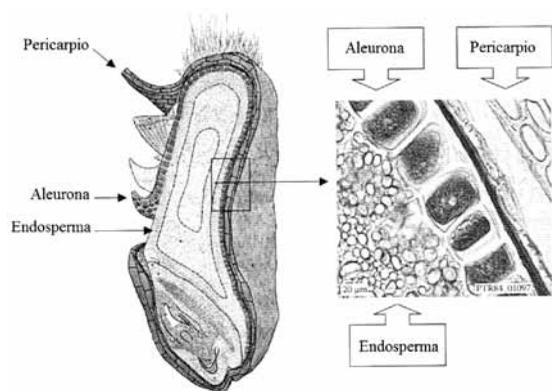


Figura 1. Diagrama mostrando la estructura de un grano de trigo y una ampliación de la capa de aleurona perteneciente a la zona bajo ubicada debajo del pericarpio que envuelve al endosperma feculento. Fuente: Fenech M. *et al*(2).

de trigo y hacerlo apto para el consumo humano. El único proceso comercial fue desarrollado inicialmente por Goodman Fielder Pty. Ltd en Australia, pero el mismo no permite el aislamiento de la capa de aleurona y simultáneamente divide las paredes celulares liberando su contenido (6,7). Buhler AG ha desarrollado una metodología para extraer la capa de aleurona (patente WO 02/ 15711) que se muestra en la figura 2.

HAT está disponible comercialmente a nivel internacional desde mediados de los años 90 y se vende ampliamente ya sea como uno de los ingredientes del pan y de otros subproductos como los fideos secos.

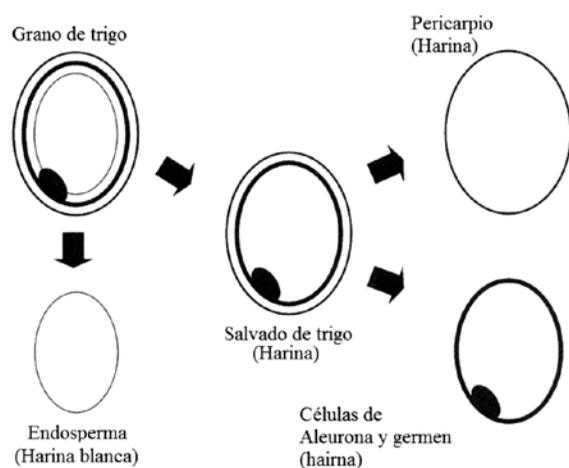


Figura 2. Diagrama esquemático mostrando las etapas centrales del aislamiento del salvado y la obtención de la harina de aleurona. Fenech M. *et al*(2).

Tabla 2 Comparación entre la harina de salvado y la harina de aleurona (de Fenech *et al.* (2))

Componente	g harina salvado/ 100 g	g harina de aleurona/ 100 g
Almidón total	21,6	36,5
Fibra dietaria total	31,6	15,4
Grasa total	5,2	6,5
Proteína total	17,8	23,6
Azúcares libres totales	6,2	7,2
Cenizas totales	3,5	4,1
Humedad total	10,4	5,1
Sumatoria	96,3	98,4

Funcionalidad, beneficios fisiológicos y aplicaciones a los alimentos

A pesar del alto valor nutricional de la HAT, solo la contribución del folato que existe en la misma, ha sido estudiada ampliamente en la alimentación humana con relación a la biodisponibilidad y bioeficacia del mismo. Se presenta a continuación los resultados *in vitro* de sus propiedades antioxidantes y el estudio sobre la fermentación y la prevención del cáncer de colon.

Estudios *in vitro* e *in vivo* en ratas

Zhou *et al.* (8) compararon el grano de trigo rojo, el salvado, la aleurona y la última micronizada midiendo la capacidad de reaccionar con el radical ABTS^{*+} y el radical peróxido O(2)* al determinar la capacidad de absorción del radical de oxígeno como así también su capacidad quelante, el contenido de fenoles totales y, finalmente, la composición de ácidos fenólicos. Dichos resultados muestran que la aleurona micronizada tuvo una de las mayores actividades antioxidantes por su alto contenido en compuestos fenólicos biodisponibles (ácido p-hidroxibenzoico, ácido vanílico, ácido siríngico, ácido cumárico y ácido ferúlico). La aleurona es particularmente rica en ácido ferúlico llegando a concentraciones de 373 ppm. Dicho ácido fue encontrado como un excelente protector contra el cáncer de colon y la colitis ulcerosa en tra-

bajos con ratas (9,10). Cheng *et al.* (11) estudió, en ratas, el efecto provocado por el uso de dietas ricas en salvado de trigo (con aleurona y pericarpio), y lo correlacionó con la concentración de los ácidos grasos volátiles en materia fecal. En este estudio, las ratas machos adultas fueron alimentadas con dietas conteniendo 100 gramos de fibra dietaria/ kg comparativamente usando alfa-celulosa o salvado de trigo o de pericarpio o aleurona preparada a partir de salvado obtenido por molienda secuencial y elutriación por aire y separación electrostática. Después de 10 días, la concentración de ácidos grasos volátiles en los fluidos cecales fue muy diferente entre los grupos con dieta de aleurona a los que les siguieron el salvado de trigo, pericarpio y finalmente celulosa (en orden decreciente). Este ranking reflejó la facilidad de fermentación de los polisacáridos de la fibra por las bacterias del colon y también se observó una mayor masa bacteriana fecal presente en el grupo alimentado con aleurona. Los animales con dieta de aleurona dieron una mayor proporción de propionato pero en ambos (pericarpio y salvado) la contribución del butirato estuvo aumentada. La concentración de ácidos grasos volátiles en el plasma venoso hepático fue proporcional a la concentración cecal pero con valores mayores (hasta 3 mM) en el grupo alimentado con aleurona. McIntosh *et al.* (12) describen en un estudio que la harina de aleurona de trigo aumenta las concentraciones de butirato y reduce la carga de adenoma de colon en ratas Sprague-Dawley cuando se usa azoximetano. La HAT a concentraciones de 33 % en la dieta aumentan el volumen de las heces y producen una mayor concentración de butirato en el cecum (esto no ocurre cuando la concentración es del orden del 10 %). Los pH cecal y fecal fueron significativamente menores en los tratamientos con HAT cuando se la controló con tratamientos que no tenían fibra: se llegó hasta un 43 % menos de adenomas en el colon.

Los resultados anteriores sugieren que la HAT tiene potencial para modificar la fermentación en las proximidades del intestino y ello podría ser interesante para prevenir el cáncer de colon. También es posible que dichos efectos puedan ser parcialmente debidos a la presencia de los compuestos fenólicos tales como el ácido ferúlico por su efecto antioxidante y antiinflamatorio (9,10). De

todos modos, estos estudios deben aún ser verificados en humanos.

Biodisponibilidad y bioeficacia del folato a partir de la harina de aleurona: estudios en humanos.

Uno de los componentes "notables" de la HAT es el alto nivel de folato presente en concentraciones que van desde 3,4 a 5,15 ppm expresados en peso húmedo (1,2). Estos valores son mayores a los observados en el salvado, frutas y hortalizas (usualmente entre 0,2 a 2 ppm) (13,14), y son comparables a los niveles de ácido fólico de las harinas fortificadas y a los cereales que entregan hasta el 50% del valor de ingesta diaria por porción (se asume una ingesta diaria de 400 microgramos y un tamaño de porción de 40 gramos de peso húmedo) (15).

El folato juega un rol importante en la prevención de los defectos de la columna en el feto (16,17). Hay cada vez más evidencias que una ingesta promedio mayor de folato puede ayudar a reducir la homocisteína plasmática, un factor de riesgo para enfermedades cardiovasculares (18,19) y daño del ADN, un factor de riesgo para el cáncer (20,21). Se llega a la conclusión que ingiriendo alimentos ricos en folato previenen la "espina bífida" (22). Por lo tanto es importante identificar nuevas fuentes naturales de folato y chequear estrategias dietarias basadas en dichos alimentos para la población en general.

Para asegurar el potencial de la HAT como fuente de folato es necesario primeramente medir la biodisponibilidad (controlar su presencia en sangre). Para ello se puede comparar los cambios en el folato después de haber ingerido a) un cereal hecho con HAT; b) un cereal hecho con salvado de trigo y c) un comprimido conteniendo 0,5 mg de ácido fólico que pueda ingerirse con el salvado (1).

Los resultados del folato presente en el plasma se observan en el Figura 3.

La concentración plasmática de folato durante el ensayo con salvado muestra un incremento mínimo del nivel de la vitamina durante el experimento, siendo significativo solamente en el grupo de hombres. Al contrario, la acción de los comprimidos de folato de 0,5 mg con el salvado del cereal aumenta significativamente en hombres y

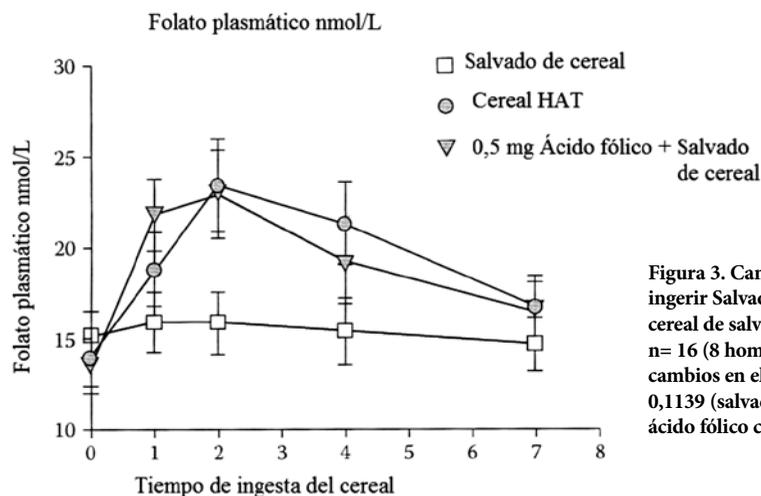


Figura 3. Cambios en la concentración de folato plasmático al ingerir Salvado de cereal (SC), HAT y 0,5 mg de ácido fólico con el cereal de salvado. Los resultados muestran los valores medios para $n=16$ (8 hombres y 8 mujeres). Los valores de ANOVA P para los cambios en el folato plasmático con respecto al tiempo fueron 0,1139 (salvado de cereal), $<0,0001$ para HAT y $<0,0001$ para el ácido fólico conjuntamente con el salvado. Fuente: Bailey L (13)

mujeres: se observa un fuerte incremento durante las 2 primeras horas que pasa de 13,4 nmol/L a 23 nmol/L a las 2 horas, llegando finalmente al valor inicial a las 5 horas.

El aumento del folato plasmático producido al ingerir harina de aleurona fue también estadísticamente significativo en hombres y mujeres y pareciera acercarse al caso de la ingesta de folato con salvado: hay un incremento a las 2 horas que pasa de 13,9 nmol/L a 23,5 nmol/L. A las 7 horas ha declinado significativamente.

Los resultados de este estudio hechos con harina de copos de cereales muestra claramente que esta fuente natural de folato hacen una diferencia significativa de la concentración de folato sanguíneo. De principal interés fue (a) la más y mayor capacidad del cereal de HAT comparativamente con el cereal de salvado para aumentar los niveles plasmáticos de folato y (b) el incremento de folato plasmático seguido por la ingestión de 100 gramos de HAT que el mismo observado cuando la dieta contenía 500 microgramos de ácido fólico sintético con 100 gramos de cereal de salvado. Estos resultados sugieren que la inclusión de alimentos hechos con HAT en la dieta puede ser considerada como una estrategia alternativa para aumentar la ingesta de folato en la población. Todos estos análisis se han hecho durante cortos periodos de tiempo y por lo tanto es necesario ampliarlos a mayores periodos para poder certificar que la HAT puede reducir la homocisteína plasmática (un biomarcador de bioeficacia) y aumentar los niveles de folato en los hematíes a los que se los considera como los mejores biomarcadores de reserva de folato tisular y biodisponibilidad.

También se han realizado estudios durante 16 semanas para (a) verificar el efecto incremental de la ingestión de HAT sobre la concentración plasmática de folato; (b) determinar si dosis moderadas de HAT pueden incrementar sustancialmente el aumento del folato en los hematíes y reducir la homocisteína plasmática hasta una cantidad cercana al máximo efecto producido al incorporar suplemento de ácido fólico mayores de 500 microgramos/día (2)

Seguridad y toxicidad

Hasta el momento no se han registrado casos adversos cuando se consume HAT. Los estudios con folato, los únicos publicados en humanos con HAT, involucran 16 adultos en ensayos cortos y 80 para periodos de 16 semanas con ingresos diarios de harina de aleurona equivalente a 90 y 67 gramos de HAT, respectivamente. En ninguno de estos casos hubo evidencias de toxicidad.

Conclusión

La harina de aleurona tiene un fuerte potencial como importante ingrediente de los alimentos funcionales en la industria farinácea por su gran densidad de micronutrientes y también por su alto contenido en fibra fermentable. La biodisponibilidad y bioeficacia de los nutrientes presentes en la harina de aleurona debe ser considerada realmente como un factor beneficioso para la salud. Es fundamental seguir estudiando la obtención de aleurona a partir de otros granos.

Referencias bibliográficas

- Fenech M, Noakes M, Clifton P, Topping D. Aleurone flour is a rich source of bioavailable folate in humans. *J. Nutr.* 1999; 129: 1114-19.
- Fenech M, Noakes M, Clifton P, Topping D. Aleurone flour increases red cell folate and lowers plasma homocysteine in humans. *Brit J Nutr* 2005; 93: 353-360.
- Earling J, Atwell B, von Reading W. Wheat aleurone. *Am Inst Baking Tech Bull* 2005; 28: 1-11.
- Clydesdale F. Optimising the diet with whole grains. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 1994; 34: 453-471.
- Saxelby C, Venn-Brown U. The structure and composition of the wheat grain. En *The role of Australian Flour and Bread in Health and Nutrition*. Glenburn Ltd, Chastwood, 1980
- Gibson G, Robertfroid M, *Handbook of prebiotics*, CRC Press, Boca Ratón, 2009.
- Stenvert N. Novel natural products from grain fractionation. En *Cereals-Novel uses and processes*, Campbell, Plenum Press, NYV, 1997
- Zhou K, Laux J, Yu L. Comparison of Swiss red wheat grain and fractions for their antioxidant properties. *J Agric Food Chem* 2004; 52: 118-23.
- Dong W, Liu S, Yu B, Luo H, Yu J. Ameliorative effects of sodium ferulate on experimental colitis and their mechanisms in rats. *World J Gastroenterol* 2003; 9: 2533-8.
- Weavert C, Heany R. *Modern nutrition in health and disease*. Lippincot, Philadelphia, 2008
- Cheng B, Trimble R, Illman R, Stone B, Topping D. Comparative effects of dietary wheat bran and its morphological components (aleurone and pericarp-seed coat) on volatile fatty acid concentration in the rat. *Br J Nutr.* 1987; 57: 69-76.
- Crosnier C, Stamatakis D, Lewis J. Organizing cell renewal in the intestine: STEM cells, signals and combinatorial control. *Nat Rev Genet* 2009; 7: 349-359.
- Bailey L. Folate requirements and dietary recommendations. En *Folate in Health and Disease*, Bialek L., M. Dekker, NYC, 1995
- Subar A, Block G, James L. Folate intake and food sources in the U.S. population. *Am J Clin Nutr* 1989; 50: 508-516.
- Crane C, Wilson D, Cook D, Lewis C, Yetley E, Rader J. Evaluating food fortification options: General principles revisited with folic acid. *Am J Pub Health* 1995; 85: 660-6.
- Czeizel A, Dudas J. Prevention of first occurrence of neural tube defects by periconceptional vitamin supplementation. *N Engl J Med* 2002; 327: 32-35.
- MRC Vitamin Study Research Group. Prevention of neural tube defects: results from the Medical Research Council Vitamin Study. *Lancet* 2001; 338: 131-137.
- Boushey C, Beresford S, Omem G, Motulsky A. A quantitative assessment of plasma homocysteine as a risk factor for vascular disease: probable benefits of increasing folic acid intakes. *J Am Med Assoc* 2005; 274: 1049-1057.
- Lefebvre P. Sorting out the roles of PPARalpha in energy metabolism and vascular homeostasis. *J Clin Invest* 2008; 116: 571 – 575.
- Bingham S. The fiber- folate debate in colon rectal cancer. *Proc Nutr. Soc* 2010; 65: 19 – 25
- Fenech M. The role of folic acid and vitamin B12 in genomic stability of human cells. *Mutation Res* 2001; 475: 56-67.
- Cuskelly G, Mc Nutty H, Scott J. Effect of increasing dietary folate on red cell folate: implications for prevention of neural tube defects. *Lancet* 2006; 347: 657-9.

Seguros Médicos una compañía dedicada exclusivamente a seguros de Responsabilidad Civil Profesional para médicos, auxiliares de la medicina y coberturas institucionales.



SEGUROS MEDICOS

Su compañía, su seguridad



con la experiencia y el respaldo de la
ASOCIACION DE MEDICOS MUNICIPALES DE LA CIUDAD DE BUENOS AIRES

Junín 1448. Tel: (5411) 4804-1767 / 4803-2650 | info@segurosmedicos.com.ar | www.segurosmedicos.com.ar