

PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA HARINA DE AVENA

Octavio Venegas*, Dany Pérez y Minardo Ochoa
Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia
Carretera al Guatao, km 3 1/2, La Habana, Cuba, CP 19200
E-mail: venegas@iiaa.edu.cu

RESUMEN

En este trabajo se compararon la composición aproximada y varias propiedades funcionales de la harina integral de avena con las de las harinas de trigo y soya. Las propiedades determinadas fueron capacidades de absorción de agua y aceite, actividad emulsionante y estabilidad de la emulsión, capacidad de formación de espuma y estabilidad de la espuma, formación de gel y densidad de bulto. La harina de avena analizada tuvo un contenido de proteína bajo, mientras sus contenidos de grasa y ceniza fueron más altos. Se compara ventajosamente con la harina de trigo respecto a su capacidad de absorción de agua y contenido de grasa y es similar por su contenido de proteína, capacidad de absorción de aceite y de formación de gel. Presentó unas pobres propiedades emulsionantes, espumantes y menor densidad de bulto que las harinas de trigo y soya. Los resultados sugieren que puede la harina de avena emplearse convenientemente en sistemas alimentarios donde sean importantes unas buenas propiedades de hidratación y de formación de gel, como, por ejemplo, salsas, sopas y varios tipos de productos cárnicos.

Palabras clave: harina, avena, trigo, soya, propiedades funcionales.

ABSTRACT

Functional properties of oat flour

The proximate composition and various functional properties of whole oat flour were compared with those of wheat and soy flours. The functional properties analyzed were water and oil absorption capacities, foaming capacity, foaming stability, emulsifying activity, emulsion stability, gelation and bulk density. The oat flour analyzed presented low protein content, mean while its fat and ash contents and its water absorption capacity were higher than those of wheat flour. The values of oil absorption capacity and gelation were similar to those of wheat flour. Oat flour showed very poor values of the foaming, foaming stability, emulsifying activity and emulsion stability. Its bulk density value was lower than those of wheat and soy flours. The results found suggest that oat flour can be used in food systems in which water absorption capacity and gelation are important, such as sauces and various types of meat products.

Key words: flour, oat, wheat, soy, functional properties.

INTRODUCCIÓN

La avena (*Avena sativa* L.) ocupa el séptimo lugar en la producción mundial de cereales, con aproximadamente 25 millones de toneladas anuales (1) y es un grano importante para la alimentación animal, pero su consumo en la alimentación humana tradicionalmente está limitado a productos infantiles y como cereal para el desayuno, no obstante tiene muy buenas propiedades nutritivas. En años recientes se ha incrementado y trata de

*Octavio Venegas Fornias: Licenciado en Alimentos (UH, 1973). Máster en Ciencia y Tecnología de Alimentos (UH, 1998). Investigador Auxiliar. Campos de interés: química y bioquímica de la carne y los productos cárnicos, composición y valor nutritivo de los alimentos, evaluación de la calidad de la carne.

diversificarse, pues se conoce más su relación con una serie de beneficios para la salud (2). Se destaca entre los cereales por su aporte energético y nutricional más equilibrado, contiene aminoácidos, ácidos grasos, vitaminas y minerales imprescindibles para el organismo y principalmente por su contenido de fibras alimentarias (3), entre las que sobresalen los β -glucanos, polisacáridos de estructura lineal, no amiláceos, que constituyen aproximadamente 85 % de la fracción soluble de las fibras (4), los cuales tienen un efecto reductor del colesterol (total y LDL-colesterol) en la sangre y atenúan la respuesta postprandial a la glucosa, por lo que reducen el riesgo de enfermedades coronarias (5,6) y de diabetes mellitus tipo II, respectivamente (6-7). En la actualidad la creciente demanda de biocombustibles está provocando un alza de los precios de diversos productos agrícolas, entre los cuales están los cereales. El precio promedio de la tonelada de trigo está alrededor de 350 dólares y la de avena 120 dólares, casi dos tercios menor (8). En esta situación la harina de avena puede ser, en cierta medida, una alternativa a la de trigo para utilizarla en sistemas alimentarios que no requieran de la formación de *gluten* y donde su comportamiento funcional encuentre una aplicación apropiada. Para determinar el potencial de aplicación de un ingrediente es importante conocer una serie de características fisicoquímicas que influyen en su utilización en los alimentos y en la calidad final del producto. Desde este punto de vista, son importantes para diversas aplicaciones las propiedades de hidratación, formación de gel, absorción de agua y aceite, solubilidad, formación de espuma, viscosidad, emulsionantes, color, sabor y aroma (9). En relación con la harina de avena hay pocos trabajos que estudien sus propiedades funcionales (10), a no ser su viscosidad y otras asociadas a la formación de pasta (11-15), pues la expansión de su uso parece inclinarse hacia productos de panadería (mezclada con harina de trigo), pastas y sopas, y se ha probado poco en productos cárnicos (16,17).

El objetivo de este trabajo fue determinar las propiedades funcionales de la harina de avena.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó con harina preparada a partir de granos de avena canadiense (Can-Oat Milling Co.), limpios y descascarados de la primera capa (*oat whole groats*: salvado, germen y endospermo), que se molieron finamente por un molino de discos (tipo DLFU, *Buhler-Miag*). En la avena el salvado del grano no se separa con facilidad y es más fino que los de otros cereales y se incluye en la harina. Además, se tomaron con propósitos comparativos dos muestras de harinas comerciales de trigo (~75 % de extracción, HARICUB, Cuba) y desgrasada de soya. Todas las muestras se guardaron en recipientes herméticos y se refrigeraron hasta que fueron analizadas.

A las tres harinas se les determinó el tamaño de sus partículas tamizando porciones de 100 g durante 5 min en un equipo VEB MLW vertical, de movimiento vibratorio constante (Labortechnik Ilmenau, GDR), provisto de cuatro tamices con aberturas de malla de 1,00; 0,50; 0,40 y 0,20 mm. Además, se analizaron sus contenidos de humedad (18), grasa libre (19), proteína (20), ceniza (21), total de carbohidratos por diferencia de 100 de la suma de los contenidos precedentes, almidón (22) y se les midió el pH (23). Después se les determinaron varias propiedades funcionales, a sus propios pH y contenidos de humedad y proteína, y a la temperatura ambiente (28 a 29 °C), excepto en los casos que se especifican otras condiciones. Todos los análisis se realizaron por duplicado y en las tablas se presenta el valor medio de ambos resultados.

Capacidad de absorción de agua

Se empleó el método de *Beuchat* (25) con modificaciones. Se pesó 1 g de harina, se le añadieron 10 mL de agua destilada y se mezclaron por 2 min. Esta mezcla se dejó en reposo durante 30 min y después se centrifugó a 3 500 rev/min durante 25 min. Se decantó el sobrenadante, se invirtió el tubo en un ángulo de 45° y se dejó drenar por 30 min. Al cabo de este tiempo se pesó de nuevo y la diferencia respecto al peso inicial de harina representó la cantidad de agua absorbida por 1 g de harina.

Capacidad de absorción de aceite

Se empleó el método de Lin y Humbert (26) con algunas modificaciones. Se pesó 1 g de harina y se le adicionaron 10 mL de aceite refinado de soya, mezclándolos bien durante 1 min. Se dejó reposar la mezcla durante 30 min y cada 5 min se mezclaba por 30 seg. Al cabo de este tiempo se centrifugó a 3 500 rev/min durante 25 min. Se decantó el aceite libre, se invirtió el tubo en un ángulo de 45° y se dejó drenar durante 30 min. Se calculó la cantidad de aceite absorbido por diferencia de peso y se expresó el resultado como gramos de aceite absorbido gramo de harina.

Actividad emulsionante (AE) y estabilidad de la emulsión (EE)

Se empleó el método de Yasumatsu y col. (27) con ligeras modificaciones. A 50 mL de una dispersión de harina con una concentración de 2 % (m/m) de sus proteínas se le añadieron 50 mL de aceite refinado de soya y se emulsionó la mezcla en un homogenizador (MSE, Scientific Instruments, Sussex, England) durante 1 min a 10 000 rev/min. Se vertió la emulsión en dos tubos de centrífuga y se centrifugó a 4 000 rev/min durante 10 min. Se midió el espesor del volumen total ocupado en el tubo y el de la capa emulsionada y se expresó como porcentaje de fase emulsionada respecto al total.

Para determinar la EE se siguió el mismo procedimiento excepto que se calentó la emulsión a 80 °C durante 30 min, se enfrió con agua corriente por 15 min y a continuación se centrifugó. Se estimó el porcentaje de fase emulsionada que representó una medida de la EE.

Capacidad de formación de gel

Se determinó la concentración más baja de harina capaz de producir un gel firme siguiendo el procedimiento de *Coffmann* y *García* (28) con modificaciones. Para ello se prepararon en un homogenizador suspensiones de las harinas (2 min a 5 000 rev/min) desde 2 a 20 % (m/v), con incrementos de 1 %. De cada una se tomaron cuatro alícuotas de aproximadamente 10 mL en tubos de ensayo, dos de los cuales se calentaron en un baño de agua a 80 °C y dos a 100 °C. Al cabo de

este tiempo se enfriaron rápidamente en agua corriente y a continuación se colocaron en un baño de agua con hielo por 2 h. La menor concentración de gelificación fue aquella a la que no se deslizó la muestra del tubo invertido.

Capacidad de formación de espuma (CFE) y estabilidad de la espuma

Se aplicó el procedimiento de *Giami* y *Bekebain* (29), con modificaciones adecuadas a nuestro laboratorio. Por cada harina se prepararon 100 mL de una dispersión que contenía 1 % de proteínas. Esta dispersión se batió en un homogenizador a 14 000 rev/min durante 1 min, seguidamente se trasvasó a una probeta de 250 mL e inmediatamente (0 min) se midió el volumen total que ocupaba. Después se midieron los volúmenes a los 10, 30, 60, 90, 120, 150 y 180 min. La CFE se expresó como el porcentaje de incremento del volumen a 0 min respecto al volumen inicial (100 mL). Las variaciones de los subsiguientes volúmenes respecto al valor a 0 min representaron la estabilidad de la espuma. Todas estas determinaciones se realizaron a ~ 20 °C.

Densidad de bulto (24)

Se llenó una probeta de 10 mL, previamente tarada, con harina sin compactar hasta la marca de 10 mL. Después se golpeó suavemente varias veces el fondo de la probeta sobre la mesa hasta que no disminuyó más la altura de la harina. Se pesó y se calculó la densidad de bulto como cantidad de harina por unidad de volumen (g/mL).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La harina de avena obtenida es un polvo blanco, poco claro, que fluye libremente, sin terrones, y con un olor característico parecido al de la nuez.

La Tabla 1 presenta la granulometría de las harinas. Se puede apreciar que la de avena, que incluyó el salvado del grano, fue la más gruesa de las tres y la de trigo la más fina. Esta característica influye en la dispersibilidad de las harinas, lo cual es importante, pues una apropiada distribución de partículas permite mayor uniformidad de la masa del producto terminado en que se utilice. El tamaño de las partículas está relacionado con

propiedades como la densidad de bulto y la capacidad de absorción de agua y con características sensoriales como el aspecto, sabor y la textura (30). Se ha informado que los productos de soya más finos tienen un poco más de funcionalidad que los gruesos (31).

Tabla 1. Distribución del tamaño de las partículas de las harinas.

Granulometría (mm)	Harinas		
	Avena (%)	Trigo (%)	Soya (%)
>1	0,2	0,9	0,3
>0,5	12,8	0,4	0,6
>0,4	12,0	0,4	0,6
>0,2	29,3	10,8	21,6
<0,2	45,6	87,3	77,1

La Tabla 2 muestra los resultados de la composición química, pH y varias propiedades funcionales. El contenido de humedad de la harina de avena está por debajo de 14 %, valor máximo generalmente establecido para las harinas de cereales y en particular la de trigo (32). El contenido de ceniza es importante en las harinas, pues algunos tipos comerciales se definen por el valor de éste, que a su vez constituye uno de los índices de calidad de una harina. Está directamente relacionado con el contenido de salvado, pues esta fracción tiene un contenido de minerales mayor que las otras fracciones del grano de los cereales. Por esto, una harina de trigo refinada como la que analizamos no debe sobrepasar 0,70 % de ceniza (32). En cambio, la de avena incluyó el salvado y tiene un valor mayor, que se sitúa en el intervalo informado para una harina similar entre 1,20 y 2,51 (33). *Gutkoski et al.* (34) informaron un valor de 1,78 % para los granos semi-descascarados de cuatro variedades de avenas cultivadas en Brasil. En el caso de la harina de soya, el valor fue considerablemente más alto, pues las leguminosas tienen contenidos de ceniza más elevados que los cereales. El frijol de soya tiene un contenido de ceniza de 4,9 % (35), que expresado en base libre de grasa, alcanza un valor de 6,1 %, similar al que obtuvimos para la harina desgrasada y a los reportados en la literatura (31,36).

El contenido de proteína obtenido para la harina de avena fue bajo, pero dentro de unos intervalos de valores informados para granos semi-descascarados, de 12,0

a 18,4 % (33) y de 12 a 24 % (37). Se ha informado un valor de 14,0 % (34). El contenido de proteína del grano de avena varía considerablemente entre variedades y también está influenciado por el lugar y las condiciones de cultivo (38). La harina de soya tiene un contenido de proteína mucho más elevado, típico de este producto (31) y correspondiente a la riqueza proteica del grano. El de la harina de trigo corresponde al de una harina calificada como de fuerza (>11,0 %), buena para panificación (32).

El grano de avena se diferencia del de otros cereales por su mayor contenido de grasa, que depende de factores genéticos y medio-ambientales, y puede oscilar entre 3,1 y 10,9 (39); el de trigo de 2,1 a 3,8 %; el de centeno de 2,0 a 3,5 % y el de arroz de 1,8 a 2,5 % (40). Se ha informado para granos de avena semi-descascarados un intervalo de contenidos de grasa entre 6,25 y 8,40 % (33), en el que se sitúa el valor obtenido.

El contenido total de carbohidratos de la harina de avena fue más bajo que el de la de trigo, en función de su mayor cantidad de grasa. En general los cereales contienen entre 65 y 75 % de carbohidratos (41) y la avena en particular entre 60,4 y 71,3 (42), intervalo en que está comprendido el valor hallado. El contenido total de carbohidratos incluye azúcares, ácidos orgánicos y polisacáridos no amiláceos, además del almidón, siendo la cantidad de éste, en cada harina, un factor importante para determinar las diferencias entre los valores

obtenidos. Así, el contenido de carbohidratos de la harina de soya es mucho más bajo por su poca cantidad de almidón, ya que en la composición de este frijol predomina una elevada cantidad de proteínas. El almidón es el principal constituyente de la avena y su contenido depende en gran medida de la variedad y las condiciones de cultivo (43). El valor hallado, 58,5 %, fue algo más bajo que los informados para granos semidescascarados entre 62,0 y 69,8 % (33). Se ha reportado un valor de 54,0 % (34). En el caso de la harina de trigo, el contenido de almidón se encuentra dentro de un intervalo de 65 a 70 % para una harina de 72 % de extracción (33).

La capacidad de absorción de agua es una propiedad esencial para productos cárnicos y de panadería, sopas, salsas, por su influencia sobre sus cualidades sensoriales y rendimientos. El valor de esta propiedad en la harina de avena casi duplicó al de la de trigo y fue poco menos que la mitad del valor reportado para la de soya (10). En un alimento o ingrediente su capacidad de absorber agua no es necesariamente una función de su contenido proteico y la presencia de otros componentes no proteicos puede influir sobre ella (44). Así, en las harinas, esta función principalmente se debe a la elevada hidratación de sus altas cantidades de almidón, a diferencia de la harina de soya, donde más bien depende de su alto contenido de proteína. Se ha reportado un valor de 2,75 g/g para la harina de soya (45). La capacidad de absorción de aceite es otra importante característica funcional, cuyos valores fueron similares para las tres harinas. Sin embargo, se han informado unos valores de 0,62 y 1,0 % para las harinas de avena y de trigo, respectivamente (10). Para diferentes preparaciones de harina de soya se han hallado unos valores de absorción de grasa entre 0,84 y 1,5 g/g, donde cae el valor obtenido. Se informó (46) que el mecanismo de la absorción de grasa se puede atribuir principalmente a la retención física del aceite y al número de cadenas laterales no polares en las proteínas que enlazan las cadenas hidrocarbonadas de las grasas.

Las propiedades funcionales que están relacionadas con la actividad superficial de las proteínas, incluyen la actividad emulsionante, la estabilidad de la emulsión, la capacidad de formación de espuma y la estabilidad de

la espuma. Están basadas principalmente en la capacidad de varias proteínas para disminuir la tensión interfacial entre los componentes hidrofóbicos e hidrofílicos en un alimento.

La función de emulsionar las grasas es una de las más importantes para un aditivo en diversos sistemas alimentarios. La harina de avena es un pobre emulsionante, formó poca cantidad de emulsión y de muy baja estabilidad como se puede apreciar por los valores de AE y EE obtenidos, mientras que la de trigo y de soya tuvieron un comportamiento superior. El grado de solubilidad de las proteínas de un aditivo es un factor, entre otros, que puede correlacionarse positivamente con su poder emulsionante. Para funcionar satisfactoriamente, gran parte de las proteínas deben ser solubles y capaces de orientarse en la interfase agua-grasa con sus superficies polares y no polares hacia las fases líquida y grasa respectivamente, y a la vez sus moléculas deben interactuar unas con otras para formar una película suficientemente fuerte, que rodee las partículas de grasa dispersas evitando que puedan unirse (47). Se han reportado (10) unos porcentajes de solubilidad del nitrógeno muy bajos para la harina de avena en un intervalo de pH entre 4 (3,5 %) y 8 (16,2 %), comúnmente empleado en los alimentos, y valores mayores entre 78,3 y 31,5 % para la harina de trigo.

La Tabla 3 refleja que la formación de espuma o aireación es una propiedad relevante para la textura, consistencia y apariencia de productos de panadería, dulcería, helados e ingredientes de batidos, entre otros. Este fenómeno es similar a la emulsificación, excepto en que la fase discontinua es aire u otro gas en lugar de la grasa. Durante la formación de espuma, la proteína funcional se concentra en la interfase del líquido y la burbuja, reduciendo la tensión superficial e incrementando la viscosidad; esto mantiene la burbuja y minimiza la separación de líquido (47). La harina de avena es un mal agente espumante, formó muy poca espuma, aunque fue estable, mientras que la harina de trigo produjo la mayor cantidad de espuma seguida por la de soya, si bien su estabilidad fue algo menor que la de esta última. Otros autores (10) han encontrado comportamientos similares respecto a las harinas de avena y trigo. De modo parecido a la actividad emulsionante, la formación de espuma con la harina de avena puede explicarse por la poca solubilidad de sus proteínas.

Tabla 2. Valores de la composición, del pH y de varias propiedades funcionales

Propiedades	Harinas		
	Avena	Trigo	Soya
Humedad (%)	11,2	12,9	9,3
Proteína (%) (N x 6,25)	12,1	12,2	48,9
Grasa libre (%)	6,5	0,8	0,5
Ceniza (%)	1,6	0,63	6,3
Total de carbohidratos (%)	69,4	74,7	39,2
Almidón (%)	58,5	71,0	15,6
pH	6,02	5,70	6,40
Capacidad de absorción de agua (g/g)	1,14	0,62	2,55
Capacidad de absorción de aceite (g/g)	0,78	0,80	0,83
Actividad de la emulsión (% de fase emulsionada antes de calentar)	3,1	28,8	42,6
Estabilidad de la emulsión (% de fase emulsionada después de calentar)	0,5	20,3	31,4
Densidad de bulto (g/cm³)	0,57	0,70	0,79

La Tabla 4 muestra que la formación de gel es una propiedad significativa para muchos sistemas alimentarios. Se debe a una agregación de moléculas que forman un retículo continuo o matriz tridimensional, de dimensiones macroscópicas, que está inmerso en agua sin que fluya. Esta matriz tiene la capacidad de retener grandes cantidades de agua y también lípidos, polisacáridos y otros ingredientes (48). Es una función de varias proteínas, según su tipo y concentración, y de los almidones. A unas concentraciones de 15 y 6 % a temperaturas de 80 y 100 °C respectivamente, la harina de avena formó geles firmes y la de trigo presentó similar comportamiento a 16 y 5 %. La harina de soya formó gel a una concentración de 16 % a ambas temperaturas; en esta harina la formación de gel depende, entre otros factores, de la concentración de sus proteí-

nas. Las harinas de avena y trigo contienen elevadas cantidades de almidones, que forman gel debido a interacciones entre sus moléculas y entre éstas y las de proteínas.

La densidad de bulto de los alimentos pulverulentos es importante para varios procesos tecnológicos y su manipulación, embalaje y almacenamiento. Indirectamente, también pueden dar indicios de otras características físicas como la adhesión interna de las partículas, que afecta las propiedades de flujo de los polvos y su estabilidad en el almacenamiento (49). La harina de avena presentó el valor menor de densidad de bulto, aproximadamente 18 y 28 % más bajo que los de las harinas de trigo y soya, respectivamente. Así, por ejemplo, a igual peso, los paquetes con harina de avena deben ocupar más espacio que los de harina de trigo o soya.

Tabla 3. Propiedades de formación de espuma

Harinas	Capacidad Espumante ^a	Estabilidad de la espuma ^b							
		0	10	30	60	90	120	150	180
Avena	5	105	105	105	105	105	105	---	---
Trigo	42	142	136	134	131	128	123	121	100
Soya	34	134	129	128	123	119	114	109	108

a: Incremento de volumen (%)

b: volumen (mL) a temperatura ambiente (20 °C) después del tiempo transcurrido (min).

Tabla 4. Formación de gel

Dispersión % (m/v)	Harinas					
	Avena		Trigo		Soya	
	80 °C	100 °C	80 °C	100 °C	80 °C	100 °C
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	+	-	-
6	-	+	-	+	-	-
7	-	+	-	+	-	-
8	-	+	-	+	-	-
9	-	+	-	+	-	-
10	-	+	-	+	-	-
11	-	+	-	+	-	-
12	-	+	-	+	-	-
13	-	+	-	+	-	-
14	-	+	-	+	-	-
15	+	+	-	+	-	-
16	+	+	-	+	+	+
17	+	+	+	+	+	+
18	+	+	+	+	+	+
19	+	+	+	+	+	+
20	+	+	+	+	+	+

(+): formación de gel

(-): no formación de gel

CONCLUSIONES

La harina de avena analizada se compara ventajosamente con la harina de trigo respecto a su capacidad de absorción de agua y contenido de grasa y es similar por su contenido de proteína, capacidad de absorción de aceite y de formación de gel. También presentó unas pobres propiedades emulsionantes y espumantes y menor densidad de bulto que las harinas de trigo y soya. Estos resultados sugieren que puede aplicarse en sistemas alimentarios donde sean importantes unas buenas propiedades de hidratación y de formación de gel, como, por ejemplo, salsas, sopas y varios tipos de productos cárnicos.

REFERENCIAS

1. FAO Anuario Estadístico de la FAO. Vol. 2, 2005-2006, Roma, 2006. pp. 79-82.
2. Crivaro, N.; Apóstolo, N.; Calloni, S.; Lorenzo, E.; Viñales, L. y Gualdieri, P. *Cienc. Tecnol. Alim.* 26(2): 297-302, 2006.
3. Silva, J.; Ibeiro, M.; Della, S.; Cardoso, P.; Robledo, F.; Moraes, A. y Castro, V. *CEPPA, Curitiba*, 24 (1): 145-162, 2006.
- 4 White, P. Dietary fiber. En: Murphy, C.F.; Peterson, D.M. Ed.. *Designing crops for added value*. American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, Madison, 2000, pp.201-214.
5. FDA 2006. Food labelling: health claims, oats and coronary heart disease; final rule. *Federal Register* (1997) 62 No. 15, 3584-3601. En: Code of Federal Regulations. Title 21-Food and Drugs. Chapter I-Food and Drug Administration. Dept. of Health and Human Services. Subchapter B-Food for human consumption. Part 101-Food Labelling. Subpart-E Specific Requirements for Health Claims. Sec. 101.81: Health claims: Soluble fiber from certain foods and risk of coronary heart disease (CHD), (revised April 1, 2006). Obtenido el 15/4/07 de: <http://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=101.81>
6. Katz, D. 2001. A scientific review of the health benefits of oats. The Quaker Oats Company. Obtenido el 15/4/07 de: <http://roscomoss.com/pdf/HealthBenefitsofOats.pdf>
7. Cavallero, A.; Empilli, S.; Brighenti, F.; y Stanca, A. *J Cereal Sci.* 36 (1) 59-66, 2002.
8. SAGARPA-ASERCA 2007. Reporte diario de Precios de Contado en diversos Mercados Internacionales. InfoAserca. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria [en línea]. Obtenido el 16/10/07 de: <http://www.infoaserca.gob.mx/fisicos/>
9. Sathé, S.; Deshpande, S. y Salunkhe, D. *CRC Crit. Rev Food Sci. Nutr.* 20 (1):1-46, 1984.
10. Chang, P. y Sosulski, F. J. *Food Sci.* 50 (4): 1143-1147, 1157, 1985.
11. Doehlert, D. J. *Sci. Food Agric.* 74 (1): 125-131, 1997.
12. Decai-Zhang; D. y Moore, W. *Cereal Chem.* 74 (6): 722-726, 1997.
13. Zhou, M.; Robards, K.; Glennie-Holmes, M. y Helliwell, S. J. *Sci. Food Agric.* 79 (4): 585-592, 1999.
14. Zhou, M.; Robards, K.; Glennie-Holmes, M. y Helliwell, S. *Food Australia* 51 (6): 251-258, 1999.
15. Zhou, M.; Robards, K.; Glennie-Holmes, M. y Helliwell, S. J. *Sci. Food Agric.* 80 (10): 1486-1494, 2000.
16. Mikulik, A.; Pazout, V.; Vavrova, M.; Zima, S.; Klima, D.; Augustin, J. y Svoboda, M. *Maso* 1 (3): 13-15, 1990.
17. Lapveteläinen, A.; Puolanne, E. y Salovaara, H. *J. Food Sci.* 59 (5): 1081-1085, 1994.
18. AACC Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Moisture-Air-oven methods. Method 44-15A. The American Association of Cereal Chemists Inc. Tenth Ed, 2000.
19. AOAC Official Methods of Analysis of AOAC Internacional. Crude fat or ether extract. Method 920.39C 17 th Ed., W. Horwitz, Ed. Publisher by AOAC Internacional. Gaithersburg, Maryland, USA, 2000.

20. ISO Cereal and pulses. Determination of the nitrogen content and calculation of the crude protein content-Kjeldahl method. International Standard, 2006.
21. AOAC Official Methods of Analysis of AOAC Internacional. Ash of Flour-Direct Method. Method 923.03., 17 th Ed., W. Horwitz, Ed. Publisher by AOAC Internacional. Gaithersburg, Maryland, USA, 2000.
22. ISO Native starch-Determination of starch content Ewers polarimetric method. International Standard; ISO 10520, 1997.
23. AACC Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Hidrogen-Ion Activity-Electrometric method. Method 02-52. The American Association of Cereal Chemists Inc. Tenth Ed., 2000.
24. Onuma-Okezie, B. y Bello, A. J. Food Sci. 53 (2): 450-454, 1988.
25. Beuchat, L. J. Agric. Food Chem. 25 (2): 258-261, 1977.
26. Lin, M.; Humbert, E. y Sosulski, F. J. Food Sci. 39 (2): 368-370, 1974.
27. Yasumatsu, K.; Sawada, K.; Moritaka, S.; Misaki, M.; Toda, J.; Wada, T. y Ishii, K. Agric. Biol. Chem. 36 (5): 719-727, 1972.
28. Coffmann, C. y García, V. J. Food Technol. 12 (5): 473-484, 1977.
29. Giami, S. y Bekebain, D. J. Sci. Food Agric. 59 (3): 321-332, 1992.
30. Linden, G. y Lorient, D. Bioquímica agroindustrial. Ed. Acribia. Zaragoza, España, 1994, 426 p.
31. Kellor, R. Defatted soy flour and grits. J. Am. Oil Chem. Soc. 51 (1): 77A-80^a, 1974.
32. NRIAL Cereales y productos de cereales. Harina de Trigo. Especificaciones. NRIAL 257, 2004.
33. Kent-Jones, D. y Amos, A. Modern cereal chemistry, 6th ed. Food Trade Press Ltd, London, 1968, 730 pp.
34. Gutkoski, L.; El-Dash, A. y Pedó, I. Citado por: Pedó I. Aveia: composição química, valor nutricional e processamento. Cap. 7 Composicao química, 1997.p. 45.
35. USDA NDB No. 16117. Soybeans, mature seeds, raw. Food Group 16. Legumes and Legume Products. Nutrient Database for Standard Reference, Release 13. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Washington, D.C., 1999.
36. USDA NDB No. 16108. Soy flour, defatted. Food Group 16. Legumes and Legume Products. Nutrient Database for Standard Reference, Release 13. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Washington, D.C., 1999.
37. Robbins, G.; Pomeranz, Y. y Briggle, L. J. Agric. Food Chem. 19 (3): 536-539, 1971.
38. Pedó, I. Aveia: composição química, valor nutricional e processamento. Cap. 7 Composicao química, LC Gutkoski e I Pedó. Varela Editora e Livraria LTDA, São Paulo, 2000, p. 46.
39. Youngs, V. Oat lipids and lipid-related enzymes. En: Oats: chemistry and technology, Webster, FH Ed. American Association of Cereal Chemists, Inc.- St. Paul, Minnesota, USA, 1986, pp. 205-226.
40. Morrison, W. Citado por: Pedó, I. Aveia: composição química, valor nutricional e processamento. Cap. 7 Composicao química, 1978, p. 59.
41. Haard, N.; Odunfa, S.; Lee, Cherl-Ho.; Quintero-Ramírez, R.; Lorence-Quiñones, A. y Wachter-Radarte, C. Fermented cereals. A global perspective. FAO Agricultural Services Bulletin No. 138. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1999.122 p.
42. Peterson, D. y Smith, D. Crop Sci. 16 (1): 67-71, 1976.
43. Lasztity, R. Food Rev. Int. 14 (1): 99-119, 1998.
44. Deshpande, S.; Sathe, S.; Cornforth, D. y Salunkhe, D. Cereal Chem. 59 (5): 396-401, 1982.
45. Kinsella, J. J. Am. Oil Chem. Soc. 56 (3): 242-258, 1979.
46. Kinsella, J. CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 7 (3): 219-280, 1976.
47. Wijeratne, W. 2005. Programa INTSOY (International Soybean Program) Universidad de Illinois, Urbana IL 61801 [en línea]. Obtenido el 25/7/07 de: <http://www.alfa-editores.com/alimentaria/Noviembre%20Diciembre%2005/TECNOLOGIA%20Propiedades.htm>
48. Ziegler, G. y Foegeding, E. Adv. Food Nutr. Res. 34, 203-298, 1990.
49. Moreyra, R. y Peleg, M. Rev. Agroquim. Tecnol. Alim. 21 (3): 322-330, 1981.