

EXTRUSIÓN DE SORGO INTEGRAL Y DECORTICADO*

B.F. Martínez**, C. L. Pau***

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivos fundamentales la elaboración de productos instantáneos utilizando como materia prima sorgo blanco (ISIAP-Dorado) integral y decorticado, con tres diferentes contenidos de humedad (12, 15 y 18%). Los productos expandidos obtenidos no fueron afectados en sus contenidos de proteína, grasa, fibra y cenizas. El color, de los productos expandidos de sorgo decorticado, mostró mayores valores en relación a los obtenidos con sorgo integral y las propiedades funcionales de viscosidad e índices de absorción y solubilidad en agua fueron modificadas capacitando estos productos a nuevos y variados usos. La densidad y grado de expansión aumentó a medida que aumentó el contenido de humedad de las harinas, con una mayor expansión y menor densidad de los productos obtenidos de sorgo decorticado. La prueba sensorial de aceptación (no mostró diferencia significativa entre tratamientos en los parámetros de sabor, textura y apariencia general.

ABSTRACT

The main objective of this study was to manufacture instant products using whole and decorticated white sorghum (ISIAP-Dorado) with three different humidity contents (12, 15 and 18%). The protein, fat, fiber and ash contents were not affected by the process. The color of the extruded products from the decorticated sorghum showed higher values with respect to those of the whole sorghum. The viscosity properties, absorption indexes and water solubility of these products were modified, rendering them to new and varied uses. The density and degree of extrusion increased along with the increased humidity content of the flours, obtaining a larger extrusion and lower density for the products of decorticated sorghum. The palatability trial conducted with 50 persons showed no significant differences among treatments for the parameters of flavor, texture and overall appearance.

INTRODUCCIÓN

En América Latina el cultivo del sorgo se ha constituido en una especie de gran importancia atribuido, principalmente, al hecho que es un cereal que puede tolerar, tanto climas áridos como húmedos, y que prospera en condiciones agronómicas muy variadas, lo que permite su producción en tierras marginadas a otros cultivos, obteniéndose altos rendimientos. El grano de sorgo presenta composición química similar a la del maíz, por lo que la tecnología de procesamiento para la obtención de productos alimentarios e industriales a base de maíz o de otros cereales es aplicable al sorgo con la finalidad de explotar eficientemente su potencial como materia prima en la elaboración de diversos productos. La aplicación del proceso de extrusión, para la obtención de harinas pre-gelatinizadas y cereales instantáneos con diferentes propiedades de sabor, textura y formato, modificando sus propiedades funcionales; se considera como una tecnología de procesamiento adecuada para el grano de sorgo.

Los productos extruídos presentan larga vida de anaquel debido a las altas temperaturas usadas durante el proceso además de que ocurre una menor destrucción de nutrimentos y mejora la digestibilidad (Mans 1982, Rossem y Miller 1973).

El proceso de extrusión puede ser controlado mediante la manipulación de uno o más de las siguientes variables: temperatura en las diferentes zonas del extrusor, contenido de humedad de la materia prima, relación de compresión, tiempo de exposición, diámetro del dado y tamaño de partícula (Harper, 1989). Anderson *et al.* (1969), utilizaron el proceso de extrusión para gelatinizar harinas de sorgo. Los productos obtenidos presentaron mayores índices de absorción de agua a altos contenidos de humedad en la materia prima, y los índices de solubilidad en agua fueron mayores a bajos niveles de humedad. Señalando los autores, que productos con esas características son apropiados para preparación de bebidas y para usos industriales donde se requieran propiedades adhesivas.

* Trabajo presentado a la XXXVII Reunión del PCCMCA, Panamá. 1991.

**¹ Investigador del CIFAP-México, INIFAP. Apdo. Postal 10, Chapingo, Edo de México, cp. 56230.

***² Líder del Programa de Sorgo ICRISAT-LASIP. Lisboa 27, Apdo. Postal 6-641 Colonia Juárez, Delegación Cuahutemoc, México. DF06600.

Hay gran similitud en características funcionales presentadas por los productos (Harper, 1981) extruidos de sorgo obtenidos de "grits" con relación al maíz. Guerra (1985), indica la obtención por proceso de extrusión de productos expandidos de sorgo decortinado con baja densidad, indicando que las harinas pueden ser empleadas en la preparación de alimentos instantáneos o en diversos usos industriales (industria textil, papel y otras). Martínez (1988), utilizó el proceso de extrusión utilizando como materia prima sorgo integral y decortinado, para la obtención de harinas instantáneas para elaboración de tortillas.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima

Sorgo blanco variedad Isiap Dorado, también liberado en México como variedad Blanco-86.

Proceso de extrusión

Fue utilizado un extrusor marca Mapinpianti con una capacidad de producción de 100 kg/h. Este equipo consta de 1 tornillo sin fin único conectado a un motor de 40 HP, con temperatura en la zona del dado de 110°C, calentada mediante sistema de inducción eléctrica; dado de 2 mm de diámetro y velocidad de tornillo constante de 150 rpm.

El grano entero y libre de impurezas fue molido en un molino de cuchillas para obtener fracciones con diámetro de partícula de 350 micras, requerido para su procesamiento en este tipo de extrusor. Las harinas de sorgo decortinado fueron obtenidas sometiendo el sorgo integral al proceso de decortinado utilizando una pulidora de arroz (Satake) con un tiempo de residencia en la cámara de pulimiento de 1 minuto, y posteriormente molido el grano decortinado de acuerdo con el procedimiento seguido para la obtención de harina integral. Las harinas de sorgo integral y decortinado fueron acondicionadas a contenidos de humedad de 12, 15 y 8%, utilizando 5 kg de muestra en cada caso, se empleó una mezcladora (Hobart) a 1425 rpm durante 10 minutos, y posteriormente las muestras fueron colocadas en bolsas de plástico con la finalidad de homogeneizar el contenido de humedad antes de someterlas al proceso de extrusión.

Análisis físicos

Se determinó el peso hectolítrico en kg/ha y el peso de 1000 g. La dureza del grano se llevó a cabo en el

durómetro Brabender. El color de grano y harinas fue determinado utilizando un colorímetro Hunter-Lab D25-2 (Hunter Associates Inc. Reston, VA). Las propiedades de viscosidad de las harinas se determinaron utilizando un viscoamilografo Brabender con 45 g de harina (14% de humedad) en 450 ml de agua. El índice de absorción de agua y el índice de solubilidad en agua de las harinas fueron llevados a cabo de acuerdo con la metodología descrita por Anderson *et al.* (1969). El grado de expansión de los productos extruidos fue determinado midiéndose aleatoriamente el diámetro de 10 muestras y dividiéndose la media aritmética de los valores entre el diámetro del dado. La densidad de los extruidos se llevó a cabo pesando una parte lineal del producto de 5 cm de longitud dividiendo el resultado por su volumen.

Análisis químicos

Humedad método No. 45-5, cenizas método 08-03, nitrógeno método de Kjeldahl 46-10 usando el factor de 6.25 para la conversión de nitrógeno a proteína, AACC (1976). Fibra método 7,05 A (AOAC, 1975), grasa método de Blich y Dyer (1959). Fenoles método de Burns (1971) y taninos método de Prince and Butler (1973).

Análisis sensorial

Las seis muestras de productos extruidos obtenidas de sorgo integral y decortinado procesadas con contenidos de humedad de 12, 15 y 18% fueron sometidas a una ordenación con 10 jueces no entrenados que ordenaron las muestras con respecto a una dada como referencia, basándose en parámetros de sabor, textura y apariencia general. Posteriormente, fueron seleccionados dos tratamientos obtenidos de la prueba de ordenación para realizar una prueba de aceptación por consumidores comparándolo con un producto comercial de características similares. Se utilizó una escala hedónica de 9 puntos donde 1 correspondió al concepto me disgusta extremadamente y 9 me gusta extremadamente, la prueba se realizó con 10 consumidores.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características físicas de la materia prima

En el Cuadro 1, se presentan los resultados obtenidos en peso hectolítrico, peso de 1000 granos, dureza y color en grano y harina de sorgo integral y decortinado. Los

resultados obtenidos en peso hectolítrico y peso de 1000 granos se sitúan dentro de los valores ya obtenidos para sorgo, Guerra (1985) y Martínez (1988). Estas características son importantes en el transporte y almacenamiento del grano. Los valores obtenidos en el color de grano y harina lo sitúan como un grano blanco, ligeramente crema que mejoró su coloración blanca (L+) durante el proceso de decortinado.

Composición química de la materia prima

Los resultados sobre composición química de la materia prima obtenidos en grano integral y decortinado son presentados en el Cuadro 2. Estos resultados se sitúan dentro de los valores indicados para sorgo, Guerra (1985) y Martínez (1988), presentando el sorgo decortinado una reducción en el contenido de proteína, grasa, fibra, cenizas, taninos y fenoles.

Composición química de los productos extruídos

La composición química de los productos extruídos no fue alterada durante el proceso de extrusión, en general el color de los productos extruídos sufrió una reducción en el color blanco (L+), aumentando su color amarillo (b+) en relación a sus respectivas harinas no tratadas, obteniéndose los valores más altos de L + (blanco) en productos obtenidos de sorgo decortinado y más amarillos (b+) en los obtenidos de sorgo integral (Cuadro 3).

Propiedades de viscosidad

Los índices de absorción de agua y solubilidad en agua de los productos extruídos (Cuadro 4), fueron modificadas durante el proceso de extrusión en relación a sus respectivas harinas no tratadas. No fue observado un comportamiento genérico en los productos extruídos con relación a sus propiedades de viscosidad, los índices de absorción de agua e índices de solubilidad en agua aumentaron posibilitando el empleo diversificado de estos productos. Estos resultados son similares a los informados en "grits" de sorgo (Guerra, 1985) y Harper, (1981).

Características de expansión y densidad de los productos extruídos

Se considera que la expansión se produce cuando el valor del grado de expansión es por lo menos 1.5 (Harper, (1981). Es importante destacar, que la expansión de un producto es función compleja de varios factores, destacando la característica elástica del producto, el tiempo que el producto permanece plástico en el extrusor, la intensidad y velocidad de evaporación del agua.

El análisis de varianza y comparación de medias (Cuadro 5), no mostró diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre tratamientos (12, 15 y 18% de humedad) entre sorgo integral y sorgo decortinado. Se obtuvieron productos menos densos en los provenientes de sorgo decortinado presentando diferencia significativa en relación a los productos obtenidos con sorgo integral, trigo integral y

Cuadro 1. Análisis físico y color de sorgo integral y decortinado.

Muestra	Ph (kg/ha)	Peso de 100 granos (g)	Dureza (seg.)	Color en grano 1/			Color en harina 1/		
				L	a	b	L	a	b
Sorgo Integral	76,8	27,55	19	56,8	2,8	17,1	74,9	0,1	11,2
Sorgo decortinado	89,40	20,50	16	69,4	0,0	19,6	81,0	-0,8	9,4

n = 5

1/: Determinado en el colorímetro Hunterlab.

Cuadro 2. Composición química de sorgo integral y decortinado.

Muestra	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Cenizas (%)	Fenoles mg ac. tenico	Taninos Equiv. catequina
Sorgo Integral	10,5	10,9	2,57	1,135	1,50	0,510	0,000
Sorgo decortinado	9,4	10,6	0,95	0,630	1,13	0,022	0,000

n = 5

"grits" de trigo las cuales presentaron menor grado de expansión, procesados en las mismas condiciones de operación, con menores valores de densidad en relación a sorgo, (Martínez y Salinas 1991). También los productos extruidos de sorgo integral y decorticado presentaron

mayor grado de expansión en relación a los obtenidos por Guerra (1985), con sorgo decorticado, utilizando un extrusor de laboratorio Brabender, con diferentes condiciones de operación.

Cuadro 3. Composición química y color* de productos extruidos obtenidos del sorgo integral y decorticado.

Producto extruido	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Fibra (%)	Cenizas (%)	C o l o r		
						L	a	b
Integral extruido con 12% de humedad	9,1	10,9	2,50	1,130	1,50	70,6	0,6	15,0
Integral extruido con 15% de humedad	9,7	10,9	2,50	1,130	1,50	69,6	0,4	15,2
Integral extruido con 18% de humedad	10,5	10,9	2,50	1,130	1,50	69,3	0,4	14,0
Decorticado extruido con 12% de humedad	9,1	10,6	0,93	0,625	1,13	76,1	0,5	14,7
Decorticado extruido con 15% de humedad	9,5	10,6	0,93	0,625	1,13	72,8	0,6	14,5
Decorticado extruido con 18% de humedad	9,7	10,6	0,93	0,625	1,13	78,3	-0,7	12,4

n = 5

* Determinado en el colorímetro Hunter-lab

Cuadro 4. Propiedades de viscosidad, IAA, ISA de sorgo integral, decorticado y productos extruidos.

Muestra	V i s c o s i d a d				IAA	ISA
	PT	PV	V20 min	V50°C		
Sorgo Integral	70	80	80	90	2,00	6,95
Sorgo Integral extruido con 12% de humedad	0	0	0	0	7,75	28,20
Sorgo Integral extruido con 15% de humedad	120	100	100	100	8,64	22,23
Sorgo Integral extruido con 18% de humedad	60	60	60	60	7,83	18,00
Sorgo Decorticado 1 min	73	60	140	200	1,59	6,48
Sorgo Decorticado extruido con 12% de humedad	80	80	80	80	8,14	27,07
Sorgo Decorticado extruido con 15% de humedad	90	90	90	90	8,40	28,15
Sorgo Decorticado extruido con 18% de humedad	90	90	90	90	8,44	28,82

n = 3

IAA : Índice de absorción de agua
ISA : Índice de solubilidad en agua
PT : Temperatura de pasta (°C)

PV : Pico de viscosidad (U.B.)

V20min: Viscosidad después de 20 min a 90°C
V50°C : Viscosidad final a 50 °C

Cuadro 5. Comparación de medias del grado de expansión y densidad de los productos extruidos.

	Expansión		Densidad (g/cm ³)	
	n	Media	n	Media
Sorgo Integral	30	3,238 a	30	0,3624 a
Sorgo decorticado	30	3,205 a	30	0,2477 b

Los valores de las medias en la misma columna con la misma letra no son significativamente diferentes (P<=0,05).

La comparación de medias por tratamientos (Cuadro 6), en el grado de expansión y densidad de los productos obtenidos presentó los mayores valores en expansión con los tratamientos de sorgo decorticado extruido con 15% de humedad y sorgo integral con 18% de humedad; estos tratamientos también presentaron los más altos grados de expansión en el caso de trigos cristalinos integral y "grits", Martínez y Salinas (1991). Considerando estos resultados, estos productos fueron seleccionados para el análisis sensorial

Cuadro 6. Comparación de medias por tratamiento del grado de expansión y densidad de los productos extruidos.

	Expansion		Densidad (g/cm ³)	
	n	Media	n	Media
Sorgo Integral				
12%	10	2,81 b	10	0,3050 b
15%	10	3,20 b	10	0,5612 a
18%	10	3,70 a	10	0,2210 c
Sorgo decorticado				
12%	10	3,28 b	10	0,1140 c
15%	10	3,76 a	10	0,3755 a
18%	10	2,46 c	10	0,2534 b

Los valores de las medias en la misma columna y con la misma letra no son significativamente diferente ($P < 0,05$)

Prueba de aceptación

En la prueba de aceptación de los tratamientos seleccionados, no existieron diferencias significativas entre los dos tratamientos. En general, los productos de sorgo mostraron buena aceptación, aunque menor que el producto comercial atribuido a que el producto comercial presentó una mayor concentración de saborizante que es preferido por el consumidor.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos mostraron el potencial que representa el sorgo en la elaboración de productos expandidos o sus respectivas harinas, que pueden ser empleadas en diversos usos.

Durante el proceso de extrusión no se observaron cambios en su composición química, los productos obtenidos de sorgo decorticado presentaron mejores características tecnológicas con relación a los productos obtenidos de sorgo integral, aunque con el mismo grado de aceptación por los consumidores.

LITERATURA CITADA

- AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS (AACC). 1976. Approved methods of the AACC. 9a. Ed. St. Paul Minn. USA.
- ANDERSON, R. A; CONWAY, H. F.; PFEIFFER, U.F.; GRIFFIN, RL 1969. Gelatinization of corn grits by rollo and extrusion-cooking. Cereal Sci. Today. 14(1):4-7, 11-12.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST (AOAC). 1975. Official methods and purification. Cam. J. Byochem. 37:911-913.
- BURNS, R. R 1971. Method of estimation of tannin in grain sorghum. Agron. J. 63:511-512.
- BLIGH, R.E.; DYER, W. J. 1959. A rapid method of total lipid extration and purification. Can. J. Byochem. 37:911-913.
- GUERRA M. M. J. 1985. Desenvolvimento de um processo de moagem de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e de producao de farinhas pre-gelatinizadas. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia de Alimentos. UNICAMP. Brasil.
- HARPER, J. M. 1981. Extrusion of foods. Vol I and II. CRC Press Inc. Boca Raton, Florida, USA.
- HARPER, J. M. 1989. Food extruders and their applications, In: Extrusion cooking. Edited by Mercier, Ch., Linko, P., and Harper, I.M. Published by the AACC, St. Paul, Minnesota, USA.
- MANS, J. 1982. The la test breed can greatly increase line speed and consistency while paring production costs for a variety of prepared food. Prepared Food. 11:60-63.
- MARTINEZ, B. F. 1988. Obtencao de farinhas instantaneas de sorgo para "tortillas" pelo processo de extrusao. Tese de Doutorado. Faculdade de Engenharia de Alimentos. UNICAMP. Brasil.
- MARTINEZ, B. F.; SALINAS, M. Y. 1991. Extrusión de trigos cristalinos, III Congreso Agroindustrial. UACH. Chapingo, México.
- PRINCE, M.L; BUTLER, L.G. 1973. Rapid visual estimations and espectrophotometric determination of tannin content of sorghum grain. J. Agri. Food Chem. 25(6): 1268-1273.
- ROSSEM, J.L; MILLER, R.C. 1973. Food extrusion. Food Technology 27(8):46-53.