

DESCASCARADO DE SORGO EN MOLINO DE ABRASION

*Julio Ramón Corimayo¹, Rubén Ramón Gutiérrez² y
Marta Hilda Gómez³*

Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI),
Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET)
Universidad Nacional de Salta
Salta, Argentina

RESUMEN

Este trabajo da cuenta de un estudio sobre la eficiencia del proceso de descascarado de sorgo granífero, efectuado en un molino abrasivo a escala de laboratorio. Los taninos residuales como ácido tánico y catequina equivalente, al igual que las medidas de color de los productos, fueron determinados como parámetros de control del procedimiento. Ajeno a ello, se evaluó el contenido de fibra, ceniza, grasa y otras variables.

Los ensayos se llevaron a cabo a tres velocidades y a diferentes tiempos de operación. De acuerdo con los resultados obtenidos, se estableció que una velocidad de las piedras de 1,700 rpm por el término de 12 minutos, son las mejores condiciones de operación. Se encontró, asimismo, que las medidas de color de los productos constituyen el mejor método para controlar el descascarado.

INTRODUCCION

El sorgo producido en Salta es de tipo granífero, con granos de color pardo rojizo, resistentes al ataque de los pájaros. Está clasificado dentro del grupo III de sorgos, ya que posee testa pigmentada con genes B1, B2 y S (1). Este tipo de sorgos presenta un alto contenido de taninos, principalmente del tipo condensados (2).

Además de impartirle sabor astringente, tales sustancias reducen el valor biológico de dietas para animales de laboratorio y domésticos, y

Manuscrito modificado recibido: 2-5-86.

- 1 Ingeniero Químico - Auxiliar de investigación del Consejo de Investigación de la Universidad Nacional de Salta, Buenos Aires 177, (4400) Salta, Argentina.
- 2 Ingeniero en Industrias de la Alimentación y Becario de Iniciación de CONICET, Universidad Nacional de Salta.
- 3 Ingeniero en Industrias de la Alimentación y Profesora Adjunta en Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional de Salta.

aún de humanos (3), por lo que su eliminación es necesaria a fin de disminuir o eliminar esos efectos.

La remoción de la cubierta de los granos produce un aumento concomitante en la digestibilidad de las proteínas, ya que casi la totalidad de los taninos se encuentra en el tegumento (1).

En los últimos cinco a 10 años, la investigación relacionada al sorgo se ha centrado principalmente en la resolución del problema del descascarado del mismo (4). Con este propósito se ha utilizado una variada gama de procedimientos, los que en general pueden dividirse en dos grupos:

- 1) Descascarado por vía húmeda
- 2) Descascarado por vía seca

En el primer caso, se recurre al ablandamiento de la cáscara sumergiendo los granos en agua o en soluciones alcalinas. Luego se separa el tegumento ablandado del resto del grano por lavado en corrientes de agua, y/u otro procedimiento adecuado (5).

Si bien este método es considerado como más eficiente que los procesos en seco (5), tiene la desventaja de que parte de los pigmentos extraídos por el líquido durante la maceración, difunden hacia la fracción amilácea del grano, dando productos finales coloreados.

En los procedimientos correspondientes al segundo grupo, si bien la eficiencia es menor, no se presentan los problemas de difusión.

En el descascarado por vía seca se aplican dos principios generales:

- a) Aplicación de fuerzas de compresión, como es el caso cuando se usan molinos a rodillos.
- b) Aplicación de fuerzas de abrasión o tangenciales, usando superficies abrasivas y/o cortantes (4).

Con miras a incorporar sorgo como materia prima en la elaboración de mezclas extruidas de cereales y oleaginosas, reemplazando parte del maíz —ya que su composición proximal, perfil de aminoácidos (6) y costo lo permiten—, se enfrentó el desarrollo de su tecnología.

En el trabajo aquí descrito, se analizó el efecto del descascarado de sorgo mediante abrasión, sobre el contenido de taninos, grasa, fibra, cenizas e índice de color de los productos finales. Se determinaron, además, las condiciones de trabajo más apropiadas.

MATERIAL Y METODOS

El material utilizado fue sorgo granífero (*Sorghum bicolor*, L. Moench) producido en la provincia de Salta, cosecha 1982-83. El descascarado se llevó a cabo en un molino abrasivo, escala laboratorio, diseñado y construido en nuestro Instituto. El equipo, que se muestra en la Figura 1, consta de dos piedras de carborundum de 15.2 cm de diámetro y 3.1 cm de espesor, montadas sobre un eje horizontal, el cual gira a velocidades ajustables y puede operarse en forma continua o discontinua. En el presente estudio, todos los ensayos se realizaron en forma discontinua, controlándose el tiempo de contacto de los granos con la superficie abrasiva y la velocidad de las piedras.

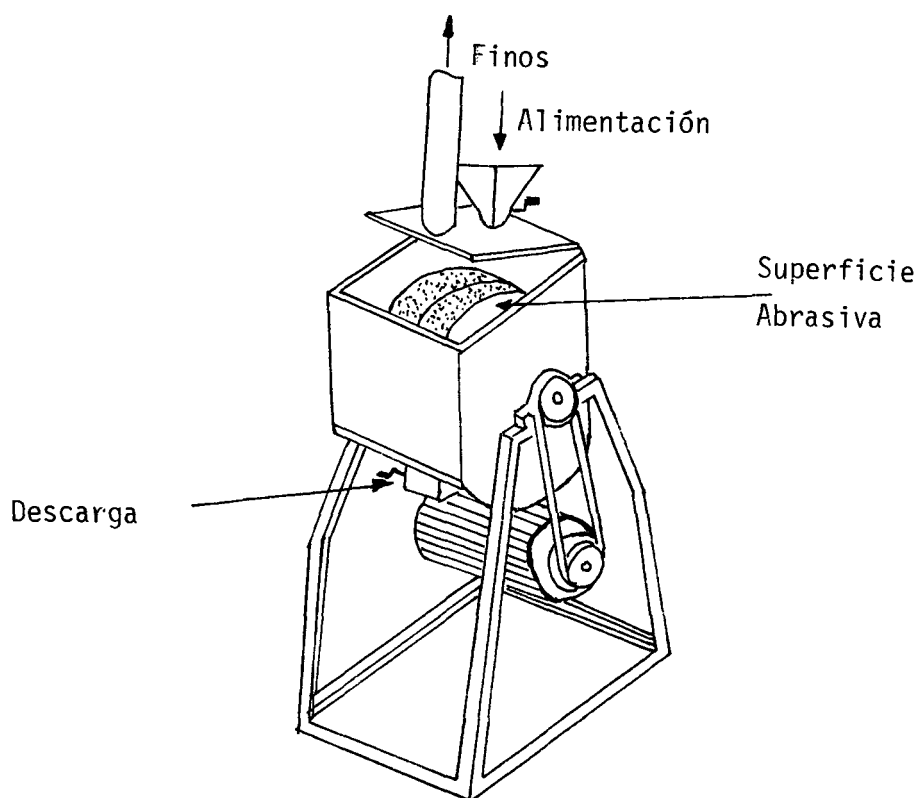


FIGURA 1

Molino abrasivo usado en el descascarado de sorgo.

El descascarado se efectuó con cargas de 800 g de sorgo, las cuales se procesaron en etapas sucesivas, con tiempos de contacto de un minuto hasta completar, para las distintas muestras, 4.5, 8, 12, 16 y 20 minutos. En el caso de la muestra procesada durante 4.5 minutos, se operó en tres períodos de un minuto y un período de 1.5 minutos, y en todos los casos a cada una de las siguientes velocidades:

W = 1290 rpm

W = 1700 rpm

W = 2370 rpm

Seguidamente, los productos obtenidos se pasaron por una serie de tamices, recogiendo únicamente las fracciones retenidas en los tamices de malla 10 y 14, mezcladas, molidas y pasadas por malla 100 de la serie ASTM, para las determinaciones analíticas correspondientes.

Las muestras de sorgo con porcentajes determinados de descascarado (0, 10, 20, ... 100%) fueron preparadas por mezclado de sorgo descas-

carado manualmente y sorgo sin descascarar. Se usaron como patrón de comparación en la determinación de la regresión lineal de descascarado y reflexión.

El contenido de taninos de los productos se estableció mediante dos técnicas:

1. Método de Folin-Denis (7) y modificaciones (8).
2. Método de vainillina HCl de Burns, modificado por Earp *et al.* (9). El contenido de grasa, cenizas y fibra, se determinó mediante los métodos oficiales de la AOAC (7).

Las medidas de color en términos de reflexión, en la escala lineal L, se realizaron en un colorímetro Hunterlab-D25 (con calibrado $L = 93.1$ para el 100% de reflexión) (10).

El criterio a utilizar en la determinación de la eficacia del descascarado incluye consideraciones de dos tipos:

a) *En cuanto al equipo:*

1. Puesta en efecto y consideraciones de trabajo
2. Consumo de potencia
3. Costos de operación
4. Rotura de granos y porcentajes de granos recuperados

b) *En lo referente a la pureza del producto, juzgada principalmente por:*

1. Color
2. Porcentaje de macrocomponentes (grasa, ceniza, fibra, etc.)
3. Porcentaje de taninos

Para el estudio de nuestro equipo operando en las condiciones antes descritas, se consideraron los siguientes parámetros:

- * Porcentaje de granos rotos (GR)
 - * Porcentaje de producto recuperado (o/oR)
 - * Taninos como ácido tánico equivalente (ATE), y catequina equivalente (CE)
 - * Medidas de color por reflexión (MR)
- También se determinó el porcentaje residual de grasa, fibra y cenizas

RESULTADOS Y DISCUSION

Rotura de Granos

Para este análisis, se definió el porcentaje de granos rotos como la fracción de granos que pasa el tamiz de malla 10 (ASTM). El comportamiento observado se muestra gráficamente en la Figura 2.

A 2,370 rpm se registró un alto porcentaje de granos rotos, que superó el 60%, lo que indica que a esta velocidad predomina la rotura por impacto sobre el desgaste por abrasión. A 1,700 rpm la rotura de los granos

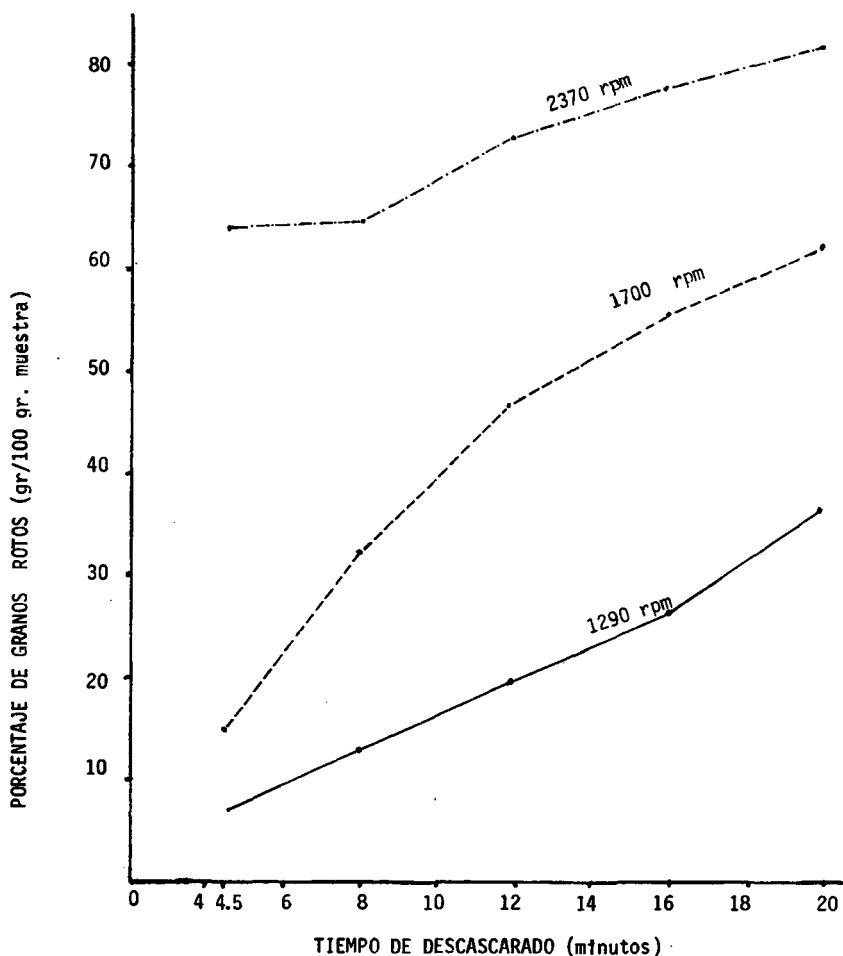


FIGURA 2

Porcentaje de granos rotos en función del tiempo a las tres velocidades de trabajo

varía desde un 15% a los 4.5 minutos hasta un 60% a los 20 minutos. A 1,290 rpm la rotura de los granos es aún menor, variando de 7 a 35% entre los mismos tiempos extremos.

Porcentaje de Producto Recuperado

Este comprende la suma de las fracciones retenidas en los tamices de mallas 10 y 14 para cada tiempo y velocidad de descascarado. Los datos obtenidos figuran en la Tabla 1, expresados en gramos de producto por cada 100 gramos de grano entero. Según se observa, como consecuencia

TABLA 1
VALORES PROMEDIO DE LOS PORCENTAJES DE PRODUCTO
RECUPERADO

W rpm	°/o recuperado (g/100 g)				
	Tiempo de descascarado (min)				
	4.5	8	12	16	20
2,370	57.14 ± 1.89*	57.27 ± 0.45	45.13 ± 3.73	39.10 ± 0.40	34.10 ± 0.75
1,700	88.74 ± 0.14	78.74 ± 0.24	67.44 ± 1.39	60.04 ± 0.87	54.55 ± 0.30
1,290	94.36 ± 0.20	87.29 ± 0.70	83.69 ± 0.80	79.95 ± 4.02	72.98 ± 1.47

* Desviación estándar.

1

de la rotura de los granos por impacto, las fracciones recuperadas son menores a mayores velocidades. Así, a los 4.5 minutos, y 2,370 rpm, la pérdida de material es de 42.86°/o, llegando a 65.90°/o a los 20 minutos. A 1,700 rpm entre 4.5 y 20 minutos las pérdidas varían de 11.26 a 45.45, respectivamente. Como era de esperar, a 1,290 rpm las pérdidas son menores.

Estos resultados y los obtenidos en la determinación de granos rotos, indican la inconveniencia de operar a 2,370 rpm, ya que al romperse demasiados granos, se hace más difícil el descascarado y las pérdidas de material son excesivas.

Descascarado en Función del Tiempo

Con las medidas de color por reflexión de los productos y mezclas patrones, se obtuvo por regresión lineal (mínimos cuadrados) la siguiente expresión:

$$\begin{array}{ll} \text{°/o Descascarado (X)} & \text{Reflexión (Y)} \\ Y = 44.78 + 0.5526X & \text{(I)} \\ r = 0.999 & \end{array}$$

La Figura 3 muestra el avance del descascarado obtenido mediante la expresión (I), en función del tiempo. El análisis de estos valores se realizó teniendo en cuenta los datos que figuran en la Tabla 1, es decir el producto recuperado.

A 2,370 rpm, los mayores cambios se producen en los primeros ocho minutos, al cabo de los cuales el material recuperado está entre 50 y 55°/o. A 1,700 rpm las principales variaciones ocurren en los 16 minutos iniciales, con recuperaciones de 60 a 70°/o. A la menor velocidad de ensayo (1,290 rpm), durante el tiempo total considerado, aun cuando el material recuperado es de 74 a 94°/o, el descascarado obtenido no llega a 60°/o, dando productos muy coloreados, e inadecuados para nuestros propósitos.

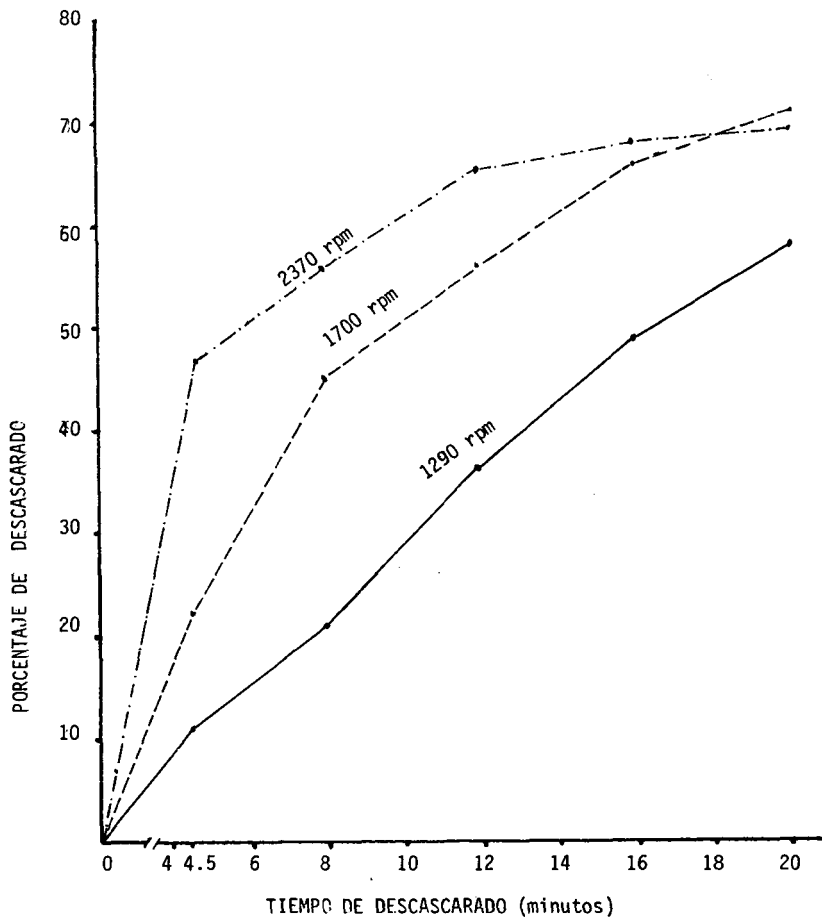


FIGURA 3

Avance del descascarado en función del tiempo y velocidad de las piedras

Taninos

La Figura 4 muestra la variación porcentual de los taninos residuales, determinados como catequina equivalente y como ácido tánico equivalente, en función del tiempo de descascarado. Según se aprecia, los respectivos valores no representan relación entre sí, sobre todo en los primeros minutos, lo cual podría deberse a los distintos fundamentos en la evolución (9, 10). Sin embargo, entre los 12 y 20 minutos, las diferencias entre los taninos obtenidos por ambos métodos, y en productos obtenidos a 1,700 y 2,370 rpm, no son grandes (menos del 10%). Esta observación y las resultantes del análisis de los parámetros anteriores, indican que una velocidad conveniente sería la de 1,700 rpm.

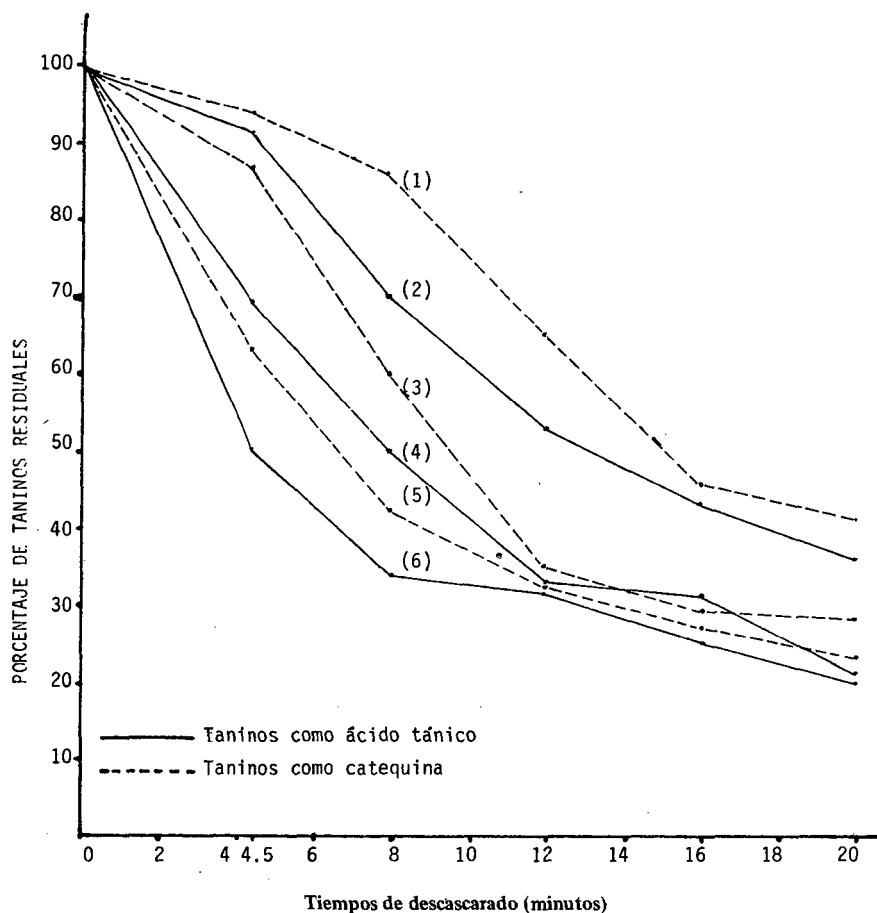


FIGURA 4

Variación del contenido de taninos en sorgo descascarado en función del tiempo a 1,290 rpm (1 y 2), 1,700 rpm (3 y 4) y a 2,370 (5 y 6), relativo al valor inicial

Grasa, Ceniza y Fibra

Los datos referentes a estos componentes se exponen en la Tabla 2 expresados en gramos por 100 gramos de muestra seca. Como se observa, tales valores disminuyen a medida que aumenta el tiempo de abrasión de los granos, siendo la fibra el componente que llega a porcentajes más bajos a cada velocidad considerada. Ello resulta lógico, ya que como determinaron Hubbard, Hall y Earle (11), aquella se encuentra en mayor proporción que los otros dos componentes en la cubierta de los granos. Así, a la velocidad intermedia de 1,700 rpm, se llega a 340/o de fibra, 480/o de grasa y

TABLA 2

CONTENIDO DE GRASA, CENIZA Y FIBRA, EXPRESADO EN BASE SECA DE SORGO DESCASCARADO, A DISTINTOS TIEMPOS Y VELOCIDADES (g/100 gramos de producto)

Velocidad (rpm)	Componente	Tiempo de descascarado (minutos)					
		0	4.5	8	12	16	20
1,290	Grasa	3.62 ± 0.057*	3.59 ± 0.057	3.26 ± 0.078	2.96 ± 0.276	2.80 ± 0.071	2.69 ± 0.198
	Ceniza	1.75 ± 0.051	1.65 ± 0.006	1.55 ± 0.026	1.45 ± 0.029	1.32 ± 0.010	1.23 ± 0.017
	Fibra	2.63 ± 0.049	2.62 ± 0.396	2.29 ± 0.368	1.72 ± 0.016	1.55 ± 0.052	1.40 ± 0.025
1,700	Grasa	3.62 ± 0.057	3.26 ± 0.007	2.57 ± 0.007	2.09 ± 0.042	1.82 ± 0.020	2.74 ± 0.052
	Ceniza	1.75 ± 0.051	1.64 ± 0.007	1.38 ± 0.014	1.24 ± 0.002	1.11 ± 0.013	1.02 ± 0.008
	Fibra	2.63 ± 0.049	2.30 ± 0.035	1.89 ± 0.007	1.64 ± 0.017	1.53 ± 0.028	0.89 ± 0.033
2,370	Grasa	3.62 ± 0.057	2.63 ± 0.023	1.94 ± 0.042	1.63 ± 0.049	1.52 ± 0.012	1.42 ± 0.000
	Ceniza	1.75 ± 0.051	1.33 ± 0.010	1.09 ± 0.020	0.98 ± 0.011	0.84 ± 0.014	0.79 ± 0.007
	Fibra	2.63 ± 0.049	1.53 ± 0.009	1.26 ± 0.005	1.11 ± 0.007	0.98 ± 0.000	0.98 ± 0.002

* Desviación estándar.

420/o de cenizas en relación a los valores respectivos en el grano entero. El mismo comportamiento, es decir el descenso de estos componentes con el avance del decorticado de sorgo fue notificado por Shepherd (12, entre otros autores.

CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados obtenidos y considerando como aceptable un porcentaje de granos recuperados que oscile entre 65 y 750/o, se adoptaron como condiciones de trabajo más convenientes, una velocidad de 1,700 rpm, con un tiempo de descascarado de 12 minutos. Como control del proceso, se acordó utilizar las medidas de color por reflexión, por su mayor simplicidad, rapidez y reproducibilidad.

En una etapa posterior se correrán evaluaciones biológicas con miras a encontrar correlaciones que sustenten estas primeras conclusiones.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa colaboración prestada por el técnico químico Valentín Trejo, en la realización de este trabajo.

SUMMARY

SORGHUM GRAIN DEHULLING BY ABRASION MILL

The efficiency of the dehulling process of sorghum grain was studied in a laboratory abrasive stone mill. Residual tannins as tannic acid and catequin equivalent, as well as color measurements of the product were determined as control parameters of the procedure. Besides, fiber, ash and fat contents as well as other variables were evaluated.

Assays were performed at three stone speeds and at different operation times. According to the results obtained, a stone speed of 1,700 rpm and a 12-minute period, are the best operating conditions, while measurements of color of the product constitute the best method for controlling the dehulling process.

BIBLIOGRAFIA

1. Rooney, L. W. & F. R. Miller. Variation in the structure and kernel characteristics of sorghum. In: **Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality**. Patancheru, India, ICRISAT Center, October, 1981, p. 143-162.
2. Strumeyer, D. H. & M. J. Malin. Condensed tannins in grain sorghum: Isolation, fractionation and characterization. **J. Agric. Food Chem.**, 23:909-914, 1975.
3. Price, M. L., A. E. Hagerman & L. G. Butler. Tannins in sorghum grain: Effect of cooking on chemical assays and on antinutritional properties in rats. **Nutr. Reps. Internat.**, 21:761-767, 1980.
4. Reichert, R. D. Sorghum dry milling. Sorghum in the eighties. In: **Proceedings**

- of the **International Symposium on Sorghum Grain Quality**. Patancheru, India, ICRISAT Center, October, 1981.
5. Freeman, J. E. & S. A. Watson. Peeling sorghum grain for wet milling. **Cereal Sci. Today**, 14:10-15, 1969.
 6. Harden, M. L., R. Stanaland, M. Briley & S. P. Yang. The nutritional quality of proteins in sorghum. **J. Food Sci.**, 41:1082-1085, 1976.
 7. Association of Official Agricultural Chemists. **Official Methods of Analysis of the AOAC**. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975, p. 164.
 8. Cirilli, G. & C. Pulga. Some antinutritional factors of cereal: The tannins. **Tecnica Molitoria**, Aprile 1980, p. 315-317.
 9. Earp, C. F., J. O. Akingbala, S. R. Ring & L. W. Rooney. Evaluation of several methods to determine tannins in sorghum with varying kernel characteristics. **Cereal Chem.**, 58:234-238, 1981.
 10. Rooney, L. W. & D. S. Murty. Color of sorghum food products. In: **Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality**. Patancheru, India, ICRISAT Center, October, 1981, p. 323-327.
 11. Hubbard, J. E., H. H. Hall & F. R. Earle. Composition of the component parts of the sorghum kernel. **Cereal Chem.**, 27:415-420, 1950.
 12. Shepherd, A. D. Assaying for sorghum milling quality with a laboratory decortivating mill. In: **Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality**. Patancheru, India, ICRISAT Center, October, 1981, p. 175-185.