

DESCASCARADO DE SORGO POR VIA SECA: METODOS CONTINUO Y DISCONTINUO

Rubén R. Gutiérrez¹ y Marta H. Gómez²

Instituto de Investigaciones para la Industria Química-INIQUI
(CONICET), Universidad Nacional de Salta
Salta, República Argentina

RESUMEN

Se realizó un estudio en el que dos métodos de descascarado del grano de sorgo por vía seca, uno continuo y otro discontinuo, se compararon cuantitativamente en un equipo descascarador abrasivo de laboratorio. Los valores de reflexión fueron evaluados, expresándose éstos como porcentaje de descascarado, porcentaje eliminado y rotura de granos.

Las gráficas de porcentaje descascarado y eliminado versus tiempo de contacto para cada método demostraron que la operación más eficiente es la continua. El análisis de los granos rotos señaló un comportamiento similar en ambos métodos.

Con el método continuo se determinó la variación de los macrocomponentes y taninos con el avance del descascarado, así como las medidas de reflexión.

Se constató que para un grado de extracción de 85⁰/o, la mayor proporción de taninos, fibras y cenizas ya han sido eliminados. Así, resulta antieconómico desgastar el grano por encima de 65⁰/o de extracción, dado que se produce una pérdida excesiva de nutrientes, sin observarse una reducción importante de pigmentos polifenólicos y de aquellos que imparten color a los productos de la molienda.

INTRODUCCION

El sorgo bicolor (L) Moench es un cereal cuya composición en cuanto a proteínas, grasas, hidratos de carbono y otros nutrientes, equivale a la

Manuscrito modificado recibido: 20-8-86.

¹ Ingeniero en Industrias de la Alimentación y Becario de iniciación, CONICET, Universidad Nacional de Salta.

² Ingeniera en Industrias de Alimentación y Profesora Adjunta en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Instituto de Investigaciones para la Industria Química (INIQUI), Universidad Nacional de Salta, (4400), Salta, Argentina.

composición del maíz. Dada su capacidad de tolerar sequías y suelos con alto contenido en sales, puede ser producido en zonas áridas y marginales (1).

Los granos de sorgo son frutos cariopses, en los que la pared del fruto o pericarpio está fuertemente adherida a la semilla encerrada.

La calidad del sorgo se define en relación a aquellas propiedades del grano que lo hacen desechable para consumo humano. Por ello es que en muchos países el sorgo ha sido mejorado genéticamente reduciendo la pigmentación del pericarpio y eliminando parcial o totalmente la testa (2).

En la Argentina, la mayor parte del sorgo producido se destina a forraje, y en la actualidad la cantidad que se usa para industrialización y consumo humano es aún relativamente baja. Los granos de híbridos y variedades disponibles en este país no son los más adecuados para obtener una harina de buena calidad. Presentan varios inconvenientes tales como la presencia de alto contenido de taninos, en su mayoría del tipo condensados, que disminuyen considerablemente la digestibilidad de su proteína (3). Otros son la presencia de testa, fuertemente pigmentada que en el proceso de molienda se incorpora a la harina, dándole un aspecto moteado; la textura total o parcialmente córnea, que dificulta su molienda, dando como resultado un producto áspero al tacto y de una granulometría más bien gruesa (4).

Ante estas dificultades es que se enfrentó el estudio tecnológico del descascarado del grano de sorgo, con el objeto de incorporarlo a mezclas extruidas de cereales oleaginosos.

Hoy día existen dos formas de descascarado: por vía húmeda y por vía seca, siendo esta última la que da un producto más aceptable (5).

Dentro del proceso en seco, la abrasión con piedras de carborundum y con superficies resinoides son las más aplicadas (6).

A causa de la forma del grano de sorgo, durante el descascarado por abrasión se elimina principalmente salvado, así como parte de germen y endospermo, productos, los tres, que constituyen la fracción denominada finos. El salvado es un término industrial no referido a la estructura del grano; el que se expende comercialmente no sólo está formado por el pericarpio, sino también por fracciones de la capa de aleurona y parte del endospermo periférico (7).

Estas capas tienden a adherirse unas a otras y pueden separarse en piezas relativamente grandes (8).

En varios países se han desarrollado procesos de molienda seca de sorgo que conducen a productos degerminados con un bajo contenido de grasa, fibra y cenizas (9). Para nuestros propósitos (nutricionales y económicos) que es incorporar el sorgo a mezclas con oleaginosas para extraer, no se requiere la eliminación total del germen del grano.

El presente trabajo concierne al estudio comparativo de dos métodos de descascarado por vía seca: continuo y discontinuo. En una segunda etapa, y en base a un análisis más a fondo de la operación continua, se definió un valor aceptable de descascarado del producto a incorporar a mezclas.

MATERIAL Y METODOS

El sorgo granífero producido en la Provincia de Salta (Argentina), cosecha 1983-84, fue descascarado en un equipo diseñado en nuestro Instituto para esa finalidad. Este consiste en un molino de abrasión que posee dos piedras de carborundum, las que rotan a velocidades controlables. Las piedras tienen un diámetro de 15.2 cm, y 3.1 cm de espesor, y están montadas sobre un eje horizontal. Su capacidad máxima es de 1,150 gramos. El equipo puede operarse en forma continua y discontinua.

Descascarado por Método Continuo

Se agregó 10 kg de sorgo por la tolva de alimentación, regulando el caudal por medio de la descarga (1,130 - 1,550 g/min). Al finalizar la primera etapa, abrasión sobre los 10 kg, se recicló en forma continua el material recuperado, y se separaron los finos mediante una malla 14 (Serie ASTM) ubicada en la descarga. Finalmente, se determinó el tiempo (minutos) efectivo de contacto de los granos en cada etapa.

Descascarado por Método Discontinuo

Se cargó el descascarador con 0.800 kg de sorgo, y se puso en marcha por un minuto. Luego se separaron los finos y se cargó nuevamente con el material recuperado.

En los dos métodos se completaron ocho minutos de tiempo de contacto de los granos con las piedras abrasivas, rotando a una velocidad de 2,370 rpm.

Métodos Analíticos

El contenido de humedad, proteína (N x 6.25), grasa, fibra y cenizas se determinó por el método de la AOAC (10). En cuanto al extracto libre de nitrógeno, éste fue expresado como Nifex y calculado a partir de 100-(% proteínas + % grasas + % fibra + % cenizas) según recomienda el Instituto de Brewing (11).

El porcentaje de grano eliminado o granos finos/100 g de muestra se determinó en la fracción que pasó la malla 14, y el porcentaje de granos rotos fue calculado a partir de la fracción que pasó la malla 10 (serie ATSM).

Las evaluaciones de reflexión (color) se efectuaron en el colorímetro Hunter Lab D 25-2 utilizando la escala L (calibrado $L = 93.1$), y para la lectura los granos se colocaron en cápsulas de vidrio de 16 x 50 mm de diámetro hasta el borde (26 cc). Los finos y el material recuperado pasados por la malla 40 (serie ATSM) se colocaron en cápsula de vidrio de iguales dimensiones (19 g).

El contenido de taninos, expresado como unidades de catequina equivalente en base seca, fue determinado de acuerdo al método de vainillina ácido clorhídrico (v - HCl) de Burns (12) según la modificación del método (MV - HCl) de Maxson y Rooney (13) con la utilización de blancos. Para esta evaluación se determinó una curva patrón de mg de catequina por ml de extracto (y) vs absorbancia a 500 nm (x) cuya ecuación

es la siguiente:

$$y = 1.9504 \times 0.02154 \quad (r = 0.9996)$$

Cabe indicar que el reactivo de vainilla es específico para un grupo funcional de monómeros de los taninos condensados (catequinas).

RESULTADOS Y DISCUSION

Para los ensayos de descascarado se utilizó sorgo granífero, cuya composición es: 11.36^o/o de agua; proteínas (N x 6.25), 11.27^o/o; grasa, 3.61^o/o; fibra, 2.89^o/o, y cenizas, 1.72^o/o, con 5.71 de catequina equivalente.

En el trabajo aquí descrito, y según se dijo, el propósito fue comparar los métodos de descascarado continuo y discontinuo y, posteriormente, analizar más a fondo la operación continua de descascarado.

I. *Estudio Comparativo: Métodos de Descascarado Continuo y Discontinuo*

El criterio utilizado para determinar la eficiencia de cada método de descascarado, incluyó los siguientes ítems:

1. Porcentaje de grano eliminado (°/o E)
2. Rotura de granos (°/o GR)
3. Porcentaje descascarado (°/o D)

Porcentaje de Grano Eliminado

Se determinaron los °/o E para los dos métodos de descascarado a una velocidad de rotación de 2,370 rpm. En la Figura 1 se indica la relación °/o E versus tiempo de contacto. Según se observa, el método discontinuo registra valores mayores y prácticamente es lineal el desgaste del grano con el avance del tiempo. Esta linearidad lo explica el contacto efectivo del producto con la superficie abrasiva. En el caso del método continuo, se aprecia un desgaste diferencial entre las capas externas del grano y el endosperma. A partir de esta Figura, se determinó el índice de dureza abrasivo (I.D.A.) definido por Oomah, Reichert y Youngs (14) como el tiempo, en segundos, necesario para desgastar por rozamiento 1^o/o en peso de los granos. Este índice puede ser calculado como la inversa de la pendiente de las rectas graficadas multiplicadas por 60.

Para el método discontinuo, valiéndose del método de mínimos cuadrados, se obtuvo la siguiente ecuación:

$$\hat{Y} = -1.13 + 7.66 x \quad (r = 0.9972)$$

Luego, el I.D.A. = 7.83

En el caso del método continuo se puede observar que se tienen distintas pendientes a medida que el tiempo de contacto aumenta, por lo que, en consecuencia, se obtuvieron distintos I.D.A.

Para establecer las ecuaciones (método continuo), se consideraron distintos períodos de tiempo:

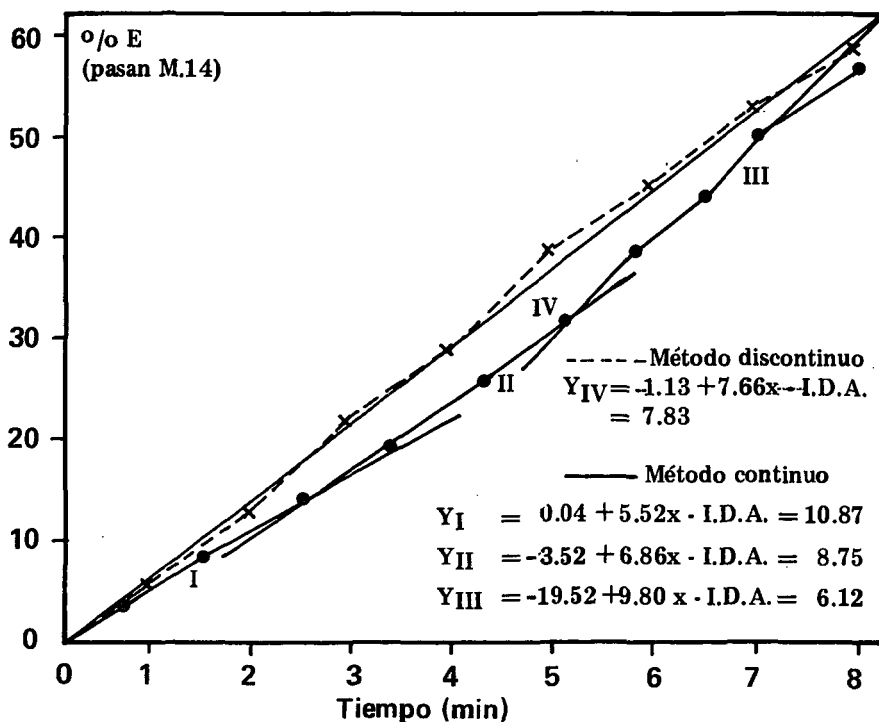


FIGURA 1

Porcentaje eliminado versus tiempo de contacto

I. De 0 a 2.57 min:

$$\hat{Y}_I = 0.04 + 5.52x \quad (= 0.9995); I.D.A. = 10.87$$

II. De 2.57 a 5.16 min:

$$\hat{Y}_{II} = -3.52 + 6.86x \quad (= 0.9993); I.D.A. = 8.75$$

III. De 5.16 a 8.08 min:

$$\hat{Y}_{III} = -19.52 + 9.80x \quad (= 0.9727); I.D.A. = 6.12$$

El descenso de los valores de I.D.A., desde 10.87 hasta 6.12 se debe a la mayor resistencia al desgaste que presenta el pericarpio con respecto a las capas internas del grano (endosperma).

Se puede observar también la relación entre los I.D.A. y los o/o E en los dos métodos sometidos a ensayo. Dentro de los cinco minutos de contacto se presentan mayores I.D.A. para el método continuo (10.87 y 8.75) que para el discontinuo (7.83); luego se elimina un mayor porcenta-

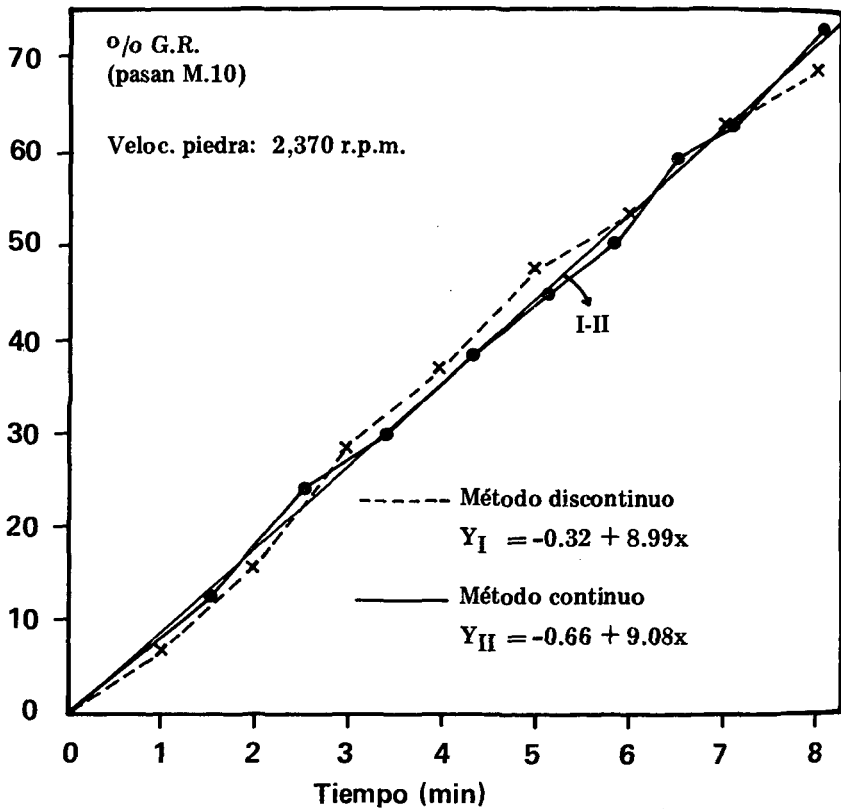


FIGURA 2

Porcentaje de granos rotos versus tiempo de contacto

je de grano (pasando la malla 14) con este último método (37.17%) que en el método continuo (30.78%).

Rotura de Granos

Al trabajar con los dos métodos a la misma velocidad de rotación (2,370 rpm), se observó un comportamiento similar en cuanto a la rotura de granos. El o/o de granos rotos (GR) versus tiempo de contacto (Figura 2) confirma esta observación. Las ecuaciones correspondientes a las relaciones o/o GR tiempo, son aproximadamente iguales:

Método Discontinuo —

$$\hat{Y} = -0.32 + 8.9936 x \quad (r = 0.9932)$$

Método Continuo

$$\hat{Y} = -0.66 + 9.0785 x \quad (r = 0.9981)$$

A consecuencia del comportamiento similar, salta a la vista que a los cinco minutos de contacto, por ejemplo, los \circ/\circ GR son aproximadamente iguales: 44.65 y 44.730 \circ/\circ , aplicando los métodos discontinuo y continuo, respectivamente.

Porcentaje de Descascarado

Esta evaluación se realizó en base a medidas de reflexión (MR) de la fracción retenida en malla 10 (grano entero). Se formaron varias mezclas a partir de distintas proporciones de grano de sorgo descascarado manualmente y granos sin descascarar (0, 10, 20, 100 \circ/\circ). Luego se midió la reflexión de estas mezclas, y los resultados se expresaron gráficamente, relacionando el porcentaje de descascarado (y) y MR(x). La ecuación correspondiente es:

$$\hat{Y} = 1.9135 x - 28.28 \quad (r = 0.9971)$$

Las MR de los productos de los dos métodos sometidos a ensayo fueron convertidos a \circ/\circ D en base a la relación anterior. El avance del descascarado fue así evaluado en función de los \circ/\circ D vs grado de extracción (100 - \circ/\circ E) (Figura 3). En base a estos resultados se aprecia que el descascarado aplicando el régimen continuo es mayor aproximadamente un 5 \circ/\circ más a lo largo de toda la curva. Alrededor del 85 \circ/\circ de grado de extracción, ambas curvas (método continuo y discontinuo) acusan un cambio de pendientes debido a la eliminación de las capas externas más coloreadas.

Se puede concluir así, que en el molino por abrasión diseñado, trabajando a 2,370 rpm, se tiene un \circ/\circ de GR aproximadamente igual para los dos métodos; con un menor \circ/\circ E y mayor \circ/\circ D al usar la operación continua. En base a lo expresado y dada la posibilidad de su aplicación industrial, se sugiere colocar superficies abrasivas en serie para realizar el descascarado de sorgo.

II. Método de Descascarado Continuo

A fin de establecer un valor aceptable de descascarado de sorgo empleando este procedimiento, se estimó necesario un análisis más a fondo de la operación. Así el descascarado se llevó a cabo en la forma ya descrita, y para juzgar el avance del descascarado, se analizaron los siguientes items:

1. MR sobre finos y sobre material recuperado (los g. de material recuperado/100 g de muestra es definido como grado de extracción).
2. Porcentajes residuales de macrocomponentes: proteína, grasa, fibra, ceniza e hidratos de carbono.
3. Contenido de taninos remanentes; expresado como catequina equivalente (CE).

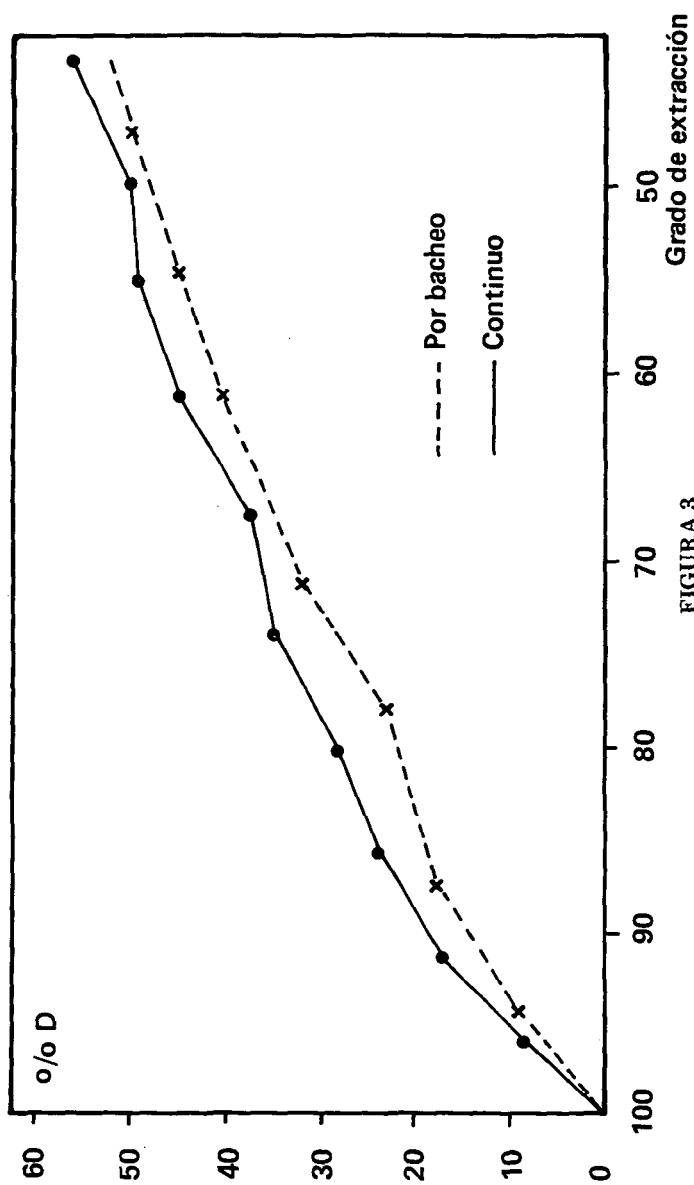


FIGURA 3

Porcentaje descascarado versus grado de extracción

Medidas de Reflexión

Las MR fueron realizadas en fracciones de material recuperado y finos acumulados de las distintas etapas del descascarado. Ambas fracciones fueron molidas para pasar la malla 40. La Figura 4 muestra la relación entre las MR y el grado de extracción, así como entre las MR y el $\circ/\circ E$. Según revelan los datos, a medida que el grado de extracción disminuye, la reflexión de los productos obtenidos aumenta. Existe una diferencia para las MR de la primera y última etapa (12.3 y 13.7 unidades en la escala L) en el recuperado y los finos, respectivamente. Los valores son muy cercanos, y ello se debe a que en el comienzo del descascarado, hasta aproximadamente un valor cercano al 85 \circ/\circ de grado de extracción, se elimina la mayor parte del tegumento de color marrón, y esto pasa a los finos. Luego, al proseguir el descascarado, la reflexión de los finos aumenta, ya que el endosperma se comienza a desgastar.

En la misma Figura 4 se representan las MR de los finos entre etapas, observándose mejor el punto de inflexión o aumento de reflexión cuando los finos van recibiendo el aporte de material amiláceo. Tal y como se dijo anteriormente, esta fracción tiene un menor índice de dureza, lo que conduce a un rápido desgaste.

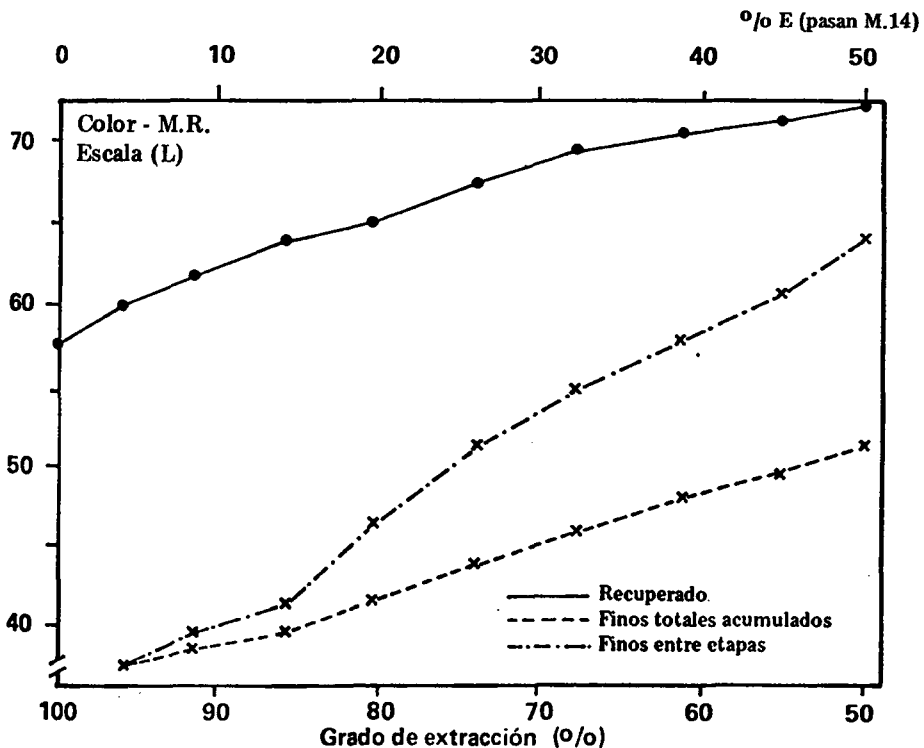


FIGURA 4

Efectos del descascarado sobre la reflexión del material recuperado y los finos

Porcentaje Residual de Macrocomponentes

Se realizaron análisis de macrocomponentes en fracciones de finos acumulados de las distintas etapas, con los resultados que se muestran en la Tabla 1. Las etapas están expresadas como grado de extracción = 100 - 0/o E. La fibra, según se aprecia, disminuye el valor en un 550/o desde la primera etapa hasta la última, y el porcentaje de cenizas y grasas también se reduce en 49 y 230/o, respectivamente.

Tanto las proteínas como el Nifex incrementan su valor a medida que disminuye el grado de extracción.

La composición de los finos se determinó después de cada etapa, con los valores que se expresan en la Figura 5. El porcentaje de fibra, como los datos lo atestiguan, desciende rápidamente hasta un grado de extracción de 800/o, tiempo de contacto de 3.42 minutos. A partir de este punto el descenso en el contenido de fibra es bajo, lo que sugiere que la mayor parte del tegumento de los granos, rico en fibra, se pierde en las primeras etapas.

El contenido de cenizas disminuye 340/o en las dos primeras etapas, siendo luego el descenso, menos pronunciado.

En cuanto a la materia grasa, ésta se mantiene aproximadamente constante durante las primeras etapas, registrándose el mayor descenso después de 850/o de extracción.

Las proteínas en los finos se mantienen sin variaciones significativas, y el contenido de extracto libre de nitrógeno en la primera etapa es 690/o, aumentando a 840/o en la novena etapa. Esto lo explica el aporte que hace el endosperma una vez eliminada la mayor parte del tegumento durante el descascarado.

Los resultados anteriores fueron entonces comparados con la composición del material recuperado con los mismos grados de extracción (o tiempos de contacto). La Tabla 2 exhibe estos datos. Para una extracción del 960/o existen diferencias significativas entre ambos, pero por debajo del 650/o los valores se acercan e, inclusive, para una extracción del 500/o, el 0/o de fibra es menor y el de Nifex mayor en los finos. Esto indicaría que resulta antieconómico desgastar el grano para una extracción inferior al 650/o, con la consiguiente pérdida de hidratos de carbono, sin mejorar sensiblemente la eliminación del tegumento del grano. Es importante subrayar que dada la forma del grano de sorgo, el germen no se desprende fácilmente. Así, éste se va desgastando junto con las demás partes del grano (salvado y endosperma).

Por último, la influencia del avance del descascarado en los macrocomponentes se explica mejor, graficando la concentración relativa de los macrocomponentes respecto al grano entero versus el grado de extracción (Figura 6). Teniendo en cuenta la composición de las distintas partes del grano informada por Hubbard, Hall y Earle (15), se observa que el salvado tiene un bajo contenido proteínico y el germen, el más alto. Al eliminar el salvado del grano y parte del germen no se aprecian grandes fluctuaciones en el contenido de proteínas del material recuperado.

En cuanto a grasa y cenizas, de acuerdo a Hubbard, Hall y Earle (15), están presentes en el salvado y en el germen en mayor proporción que en el grano entero. Luego, al avanzar el descascarado, los valores de grasa y cenizas disminuyen sensiblemente en el producto resultante.

TABLA 1

VARIACION DE LOS MACROCOMPONENTES EN LOS FINOS OBTENIDOS CON EL
DESCASCARADO CONTINUO DE SORGO

Componente ¹ (o/o)	Etapa/grado de extracción ²								
	1/95.85	2/91.51	3/85.78	4/80.14	5/73.94	6/67.60	7/61.12	8/55.51	9/49.73
Cenizas	4.95	4.08	3.65	3.39	3.17	2.99	2.83	2.70	2.54
Fibra	8.85	7.91	7.13	6.33	5.66	5.10	4.63	4.29	3.99
Proteína (N x 6.25)	10.13	9.52	9.54	9.46	9.62	9.72	9.80	9.89	9.91
Grasa	6.84	6.84	6.73	6.58	6.36	6.06	5.83	5.59	5.27
Nifex ³	69.23	71.65	72.95	74.25	75.19	76.13	76.92	77.54	78.29

1 Resultados expresados en base seca.

2 Expresado como 100 - o/o eliminado.

3 Expresado como 100 - (o/o proteína + o/o grasa + o/o fibra + o/o cenizas).

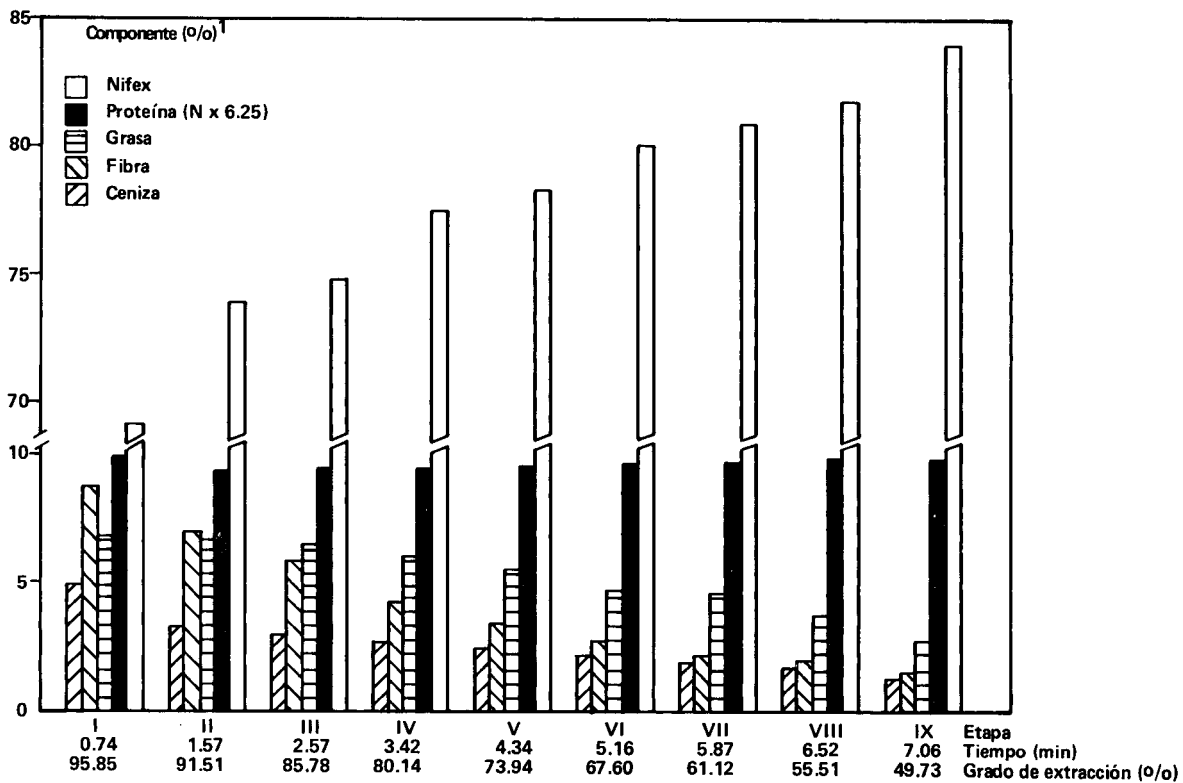


FIGURA 5

Variación de los macrocomponentes en los finos, a intervalos de tiempos, al avanzar el descascarado

TABLA 2

ESTUDIO COMPARATIVO DE LOS FINOS Y MATERIAL RECUPERADO A MEDIDA QUE DISMINUYE
EL GRADO DE EXTRACCION EN EL DESCASCARADO CONTINUO DE SORGO

Componente ¹ (^o /o)	Material	Etapa/Grado de extracción ²								
		1/95.85	2/91.51	3/85.78	4/80.14	5/73.94	6/67.60	7/61.12	8/55.51	9/49.73
Cenizas	Finos	4.95	3.25	3.01	2.74	2.48	2.22	2.03	1.81	1.36
	Recuperados	1.57	1.50	1.40	1.30	1.21	1.13	1.01	0.93	0.83
Fibra	Finos	8.85	7.01	5.97	4.30	3.55	2.78	2.26	1.97	1.57
	Recuperados	2.64	2.43	2.19	2.04	1.92	1.86	1.79	1.77	1.78
Proteína (N x 6.25)	Finos	10.13	8.94	9.57	9.24	10.13	10.14	10.19	10.49	10.13
	Recuperados	11.31	11.43	11.65	11.71	11.85	12.06	12.20	12.37	12.63
Grasa	Finos	6.84	6.83	6.57	6.20	5.66	4.84	4.68	3.89	2.87
	Recuperados	3.47	3.31	3.09	2.87	2.64	2.47	2.20	2.02	1.93
Nifex ³	Finos	69.23	73.97	74.87	77.53	78.19	80.03	80.85	81.84	84.07
	Recuperados	81.00	81.34	81.77	82.07	82.39	82.49	82.80	82.90	82.81

1 Resultados expresados en base seca.

2 Expresado como 100 - ^o/o eliminado.

3 Expresado como 100 - (^o/o proteína + ^o/o grasa + ^o/o fibra + ^o/o cenizas).

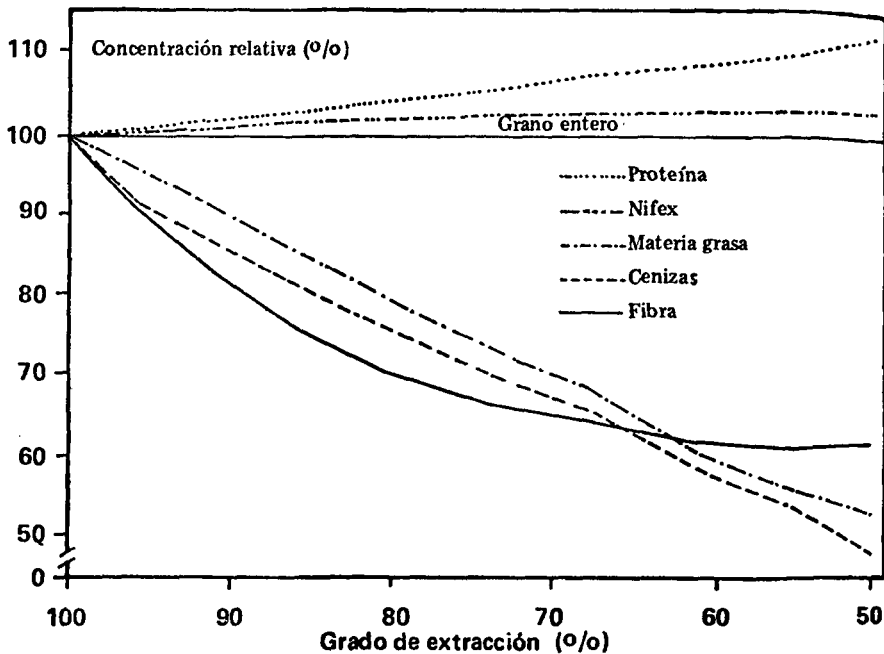


FIGURA 6

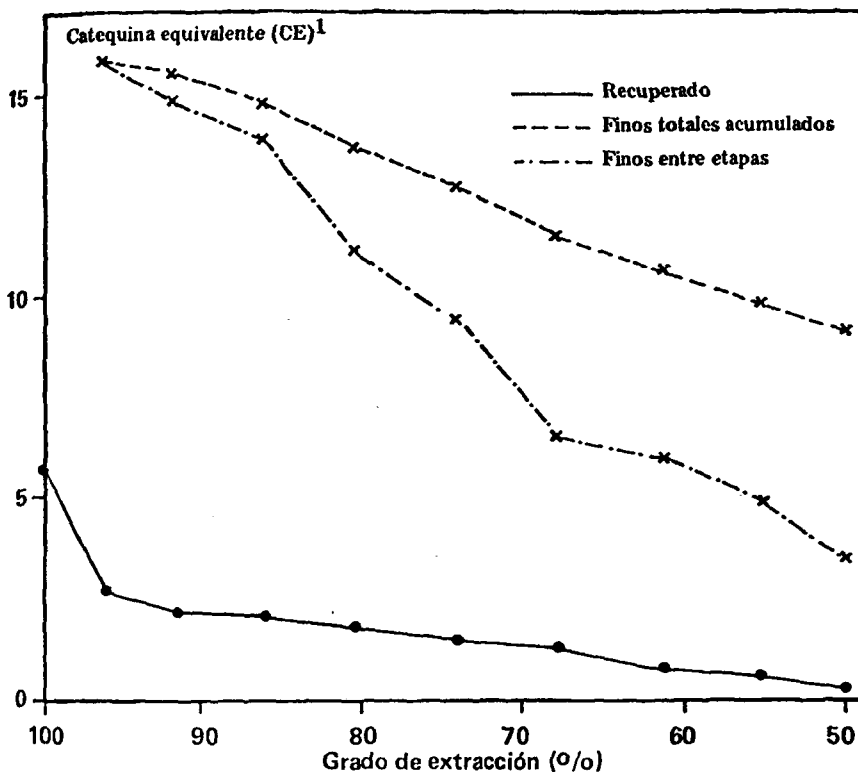
Variaciones de los macrocomponentes del material recuperado con respecto al grano entero, para distintos grados de extracción

La fibra, que se encuentra principalmente en el tegumento, al descascarar se elimina rápidamente en las primeras etapas, alcanzando un valor prácticamente invariable por debajo del 65% de extracción.

Contenido de Taninos Remanentes

Se realizaron análisis del contenido de taninos, expresados como catequina equivalente (CE) en base seca (miligramos de catequina por 100 mg de muestra seca) en las fracciones de finos acumulados de las distintas etapas. Las etapas se expresan como grados de extracción = 100 = 0/o E. con los valores que se observan en la Figura 7. El contenido de taninos (CE), según se aprecia, disminuye linealmente con el grado de extracción, desde la primera a la última etapa, alcanzando la reducción el 42%.

Se determinó el contenido de taninos (CE) de los finos después de cada etapa. En las tres primeras etapas hasta 85% de extracción, los valores fueron de 15.82, 14.85 y 13.90 que son sumamente altos. Se observa luego un punto de inflexión en la curva teniendo una pendiente negativa más pronunciada hasta llegar al valor de 3.54 en la última etapa. Esto indica que la mayor eliminación de taninos se registra al inicio



1 Expresado en base seca.

FIGURA 7

Variación del contenido de taninos vs grado de extracción

del descascarado, coincidiendo con la eliminación del tegumento del grano.

El contenido de polifenoles (CE) en el grano entero es de 5.71, y a medida que el descascarado avanza este porcentaje disminuye. Así, en la misma Figura 7 se aprecia que ya en la primera etapa se manifiesta una reducción importante de taninos a un valor de 2.67 (47%). Luego la disminución es gradual hasta la última etapa, donde el contenido de taninos es de 0.34, manteniendo luego un 6% del contenido original. Para un grado de extracción de 65%, el contenido de taninos (CE) es cercano a la unidad, con lo que se podría considerar como aceptable para consumo humano, si se tiene en cuenta que el consumo de sorgo se propone en mezclas.

Es, pues, factible concluir que utilizando el molino descascarador, diseñado en este Instituto, y operando en forma continua a 2,370 rpm, para un grado de extracción del 85%, la mayor proporción de cenizas, fibra y taninos ha sido eliminada.

Cabe señalar, de nuevo, que un grado de extracción menor de 65% resultaría antieconómico por la excesiva pérdidas de nutrientes, sin que ello se traduzca en una reducción apreciable en el contenido de taninos y pigmentos coloreados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento al Ing. R. Corimayo por su valiosa colaboración en la determinación de taninos en las muestras de sorgo analizadas, así como al Tec. Qco. V. Trejo, por su decidido apoyo en los análisis cuantitativos de rutina.

A la empresa E.E.A. Manfredi CORDOBA agradecen, asimismo su inestimable aporte a nuestro estudio, por el suministro de material para la realización de este trabajo de investigación.

SUMMARY

DRY DEHULLING OF SORGHUM GRAIN: CONTINUOUS AND DISCONTINUOUS METHODS

A study was carried out wherein two dry dehulling sorghum grain methods, the continuous and discontinuous types, were quantitatively compared in a laboratory abrasive dehulling device. Reflectance values, expressed as dehulling percentage, the percentage of kernels removed, and of kernel cracking were evaluated.

Graphs of the dehulled and removed percentages as function of the contact time for each method, revealed that the continuous process was the most efficient of both procedures. Analysis of the broken kernels indicated a similar behavior for both methods.

The macrocomponent and tannin variations as dehulling advanced, as well as the reflectance values were determined with the continuous method.

Findings showed that the greater proportion of tannin, fiber and ashes has been removed at the 85% extraction rate. Thus, abrasion of grains above the 65% extraction rate is not convenient, since an excessive loss of nutrients is produced without any important decrease in polyphenolic pigments and of those imparting color to the sorghum grain milling products.

BIBLIOGRAFIA

1. Carámbula, M. *Producción y Manejo de Pasturas Sembradas*. Montevideo, Uruguay, Ed. Hemisferio Sur, 1976, p. 243-253.
2. Earp, C. F. & L. W. Rooney. Scanning electron microscopy of the pericarp and testa of several sorghum varieties. *Food Microstructure*, 1: 125-134, 1982.
3. Featherston, W. & J. Rogler. Influence of tannins on the utilization of sorghum grain by rats and chicks. *Nutr. Reps. Internat.*, 11: 491-497, 1975.
4. Domanski, C. Ensayo preliminar sobre la calidad panadera de harinas compuestas de trigo y sorgos graníferos. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Experimental Manfredi - Córdoba, 1975. (Información Técnica No. 67).

5. Freeman, J. F. & S. A. Watson. Peeling sorghum grain for wet milling. *Cereal Sci. Today*, **14**: 10-15, 1969.
6. Reichert, R. D. Sorghum dry milling. In: *Sorghum in the Eighties: Proceedings of the International Symposium in Sorghum*. Vol. 2. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics, Patancheru, A.P., India, 1982, p. 547.
7. Bedolla, S. & L. W. Rooney. Dry milling properties of *Sorghum bicolor* (L) Moench. *Cereal Quality Lab., Texas A&M University*, 1982.
8. De Francisco, A., A. D. Shepherd, R. C. Hosney & E. Varriano-Marston. Decorticating pearl millet and grain sorghum in a laboratory abrasive mill. *Cereal Chem.*, **59**: 1-5, 1982.
9. Hahn, R. R. Dry milling of grain sorghum. *Cereal Sci. Today*, **14**: 234-237, 1969.
10. Association of Official Agricultural Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 12th ed. Washington, D. C., The Association, 1975, p. 30.
11. Institute of Brewing Analysis Committee. Recommended methods of analysis. *J. Inst. Brew.*, **77**: 181, 1971.
12. Burns, R. E. Method for estimation of tannin in grain sorghum. *Agron. J.*, **63**: 511, 1971.
13. Maxson, E. D. & L. W. Rooney. Evaluation of methods for tannin analysis in sorghum grain. *Cereal Chem.*, **49**: 719-728, 1972.
14. Oomah, B. D., R. D. Richert & C. G. Youngs. A novel multisample, tangential abrasive dehulling device (TADD). *Cereal Chem.*, **58**: 392-395, 1981.
15. Hubbard, J. E., H. N. Hall & F. R. Earle. Composition of the component part of the sorghum kernel. *Cereal Chem.*, **27**: 415-420, 1950.