

COMPOSICION QUIMICA DE SUBPRODUCTOS DE TRIGO Y ARROZ Y DE GRANOS DE MAIZ Y SORGO UTILIZADOS EN COSTA RICA.¹

Emilio Vargas G. y Mario Murillo R.*

ABSTRACT

Chemical composition of rice and wheat by-products and of corn and sorghum grains utilized in Costa Rica. By-products from the milling of rice and wheat, as obtained in Costa Rica, were examined for chemical composition. Wheat by-products were middlings, shorts, bran and germ; rice by products included brand and broken rice. Wheat middlings, shorts and bran contained around 16 to 17% crude protein, in contrast to wheat germ that had only 14%. The results show that wheat by-products are excellent sources of minerals; calcium concentrations was found between 600 to 700 mg/100 g, and iron was between 150 to 350 μ g/g. The rice bran had a higher concentration of protein and crude fat, as well as of crude fiber and ashes, than broken rice. The mineral analysis of rice by-products indicated high amounts of magnesium, 1117 mg/100 g for the rice bran, and 134 mg/100 g for broken rice. The findings indicate that wheat by-products are better mineral sources than rice by-products. Wheat, corn and sorghum whole grains showed a chemical analysis typical for this type of cereals. The data are discussed in terms of nutritive value of these by-products and the ways in which quality control of some of them can be performed.

INTRODUCCION

Entre los cultivos alimenticios, los cereales se consideran como los de mayor rendimiento, motivo por el cual son la mayor fuente de alimento para la población mundial. En Costa Rica el cultivo del arroz ha alcanzado una alta tecnología, por lo cual su producción es de importancia primordial. Por su parte el trigo, a pesar de que no se cultiva, se utiliza en grandes cantidades en el país, y sus importaciones aumentan año con año.

La industria animal de Costa Rica usa actualmente, como fuentes tanto energéticas como protéicas en la elaboración de raciones concentra-

das, los derivados de la industrialización del arroz y del trigo, así como cantidades menores de maíz y sorgo; esto exige, entre otras consideraciones necesarias para el desarrollo de una industria animal eficiente, el conocimiento de la composición química y del valor nutritivo de las materias primas utilizadas en la elaboración de raciones destinadas a la alimentación animal. Ese conocimiento adquiere mayor importancia si se considera que la composición de las diversas mezclas balanceadas varía según los requerimientos de las diferentes especies animales para la satisfacción eficiente de funciones específicas, como las de crecimiento, producción, mantenimiento y reproducción.

El objetivo del presente trabajo fue el de evaluar, desde el punto de vista químico, algunos de los subproductos derivados de la industrialización del arroz y del trigo, así como los granos enteros de maíz y sorgo, que se usan en Costa Rica para la alimentación animal.

1 Recibido para su publicación el 28 de abril de 1977.

* Profesores, Escuela de Zootecnia, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

Los materiales cuyo análisis comprendió el estudio aquí descrito fueron obtenidos en molinos que operan en diferentes áreas del país. Con respecto al trigo, las muestras fueron tomadas de Molinos de Costa Rica, S.A., en Alajuela, único molino de este material que existe en el país. Se recolectaron muestras representativas, que se llevaron a los laboratorios de la Escuela de Zootecnia, donde se molieron y almacenaron en un lugar seco hasta el momento de su análisis.

Las materias primas estudiadas fueron, para el caso del arroz, la semolina y la puntilla; para el trigo, el grano entero, el acemite, el salvadillo y el salvado. En lo referente al maíz y del sorgo, se analizó el grano entero, tal como se obtiene comercialmente en Costa Rica.

Descripción de los subproductos

Con el fin de que los resultados de los análisis puedan ser utilizados eficientemente en la práctica, seguidamente se definen lo más exactamente posible las muestras analizadas, en base a la nomenclatura utilizada en Costa Rica.

Semolina de arroz. Producto derivado de la fricción del grano al ser beneficiado en la máquina descascaradora. Está formado principalmente por las capas de aleurónicas del grano, es decir, por la película externa o pericarpo, localizada entre la cáscara y el endosperma, y representa todos los pulimentos que se eliminan del grano después que a este se le haya eliminado la cáscara externa (lema y palea o "cascarilla") y hasta que el grano queda listo para el mercado.

Puntilla de arroz. Está constituida fundamentalmente por granos quebrados de arroz. Contiene además entre 6 y 20% de partículas de color oscuro, que en su mayoría son granos dañados por efectos de procesamiento, fermentaciones y por la acción de hongos.

El procesamiento del grano de trigo, con el fin de obtener la harina de panificación, se lleva a cabo en Costa Rica mediante un sistema de fricción y cribado del grano entero, por lo que los diferentes subproductos obtenidos están constituidos básicamente de las mismas estructuras celulares, difiriendo

únicamente en el tamaño y distribución de las mismas. Diferentes porcentajes de partículas de endosperma, células epidérmicas, testa, etc. se encuentran en cada uno de los subproductos.

La determinación del tamaño de las partículas constitutivas de cada subproducto del trigo se hizo con un vibrador eléctrico y mallas de tamaños entre 1,9 mm (10 mesh) y 0,7 mm (25 mesh). Se utilizó una muestra de 100 g, la cual fue colocada en el vibrador durante 5 minutos, recolectándose y pesándose luego la fracción remanente en cada malla, así como el residuo. En base al tamaño de las estructuras constitutivas, se describe a continuación cada uno de estos subproductos.

Germen de trigo. El producto conocido como germen constituye la fracción más pequeña de la molienda del trigo (0,024%) y está constituida por las partículas de menor tamaño procedentes del cribado. En él se encuentran principalmente porciones del germen o embrión propiamente dicho.

Acemite de trigo. Constituye la segunda fracción por tamaño de los derivados de la molienda del trigo. El 75% por peso, de las partículas constitutivas del acemite pasan a través de una malla de 0,7 mm (25 mesh). Generalmente el producto comercial conocido con este nombre contiene la mayor parte de ciertas impurezas que trae el trigo de importación, constituidas estas principalmente por granos de otros cereales y otras semillas, las cuales se incorporan al acemite una vez molidas (Cuadro 1).

Salvadillo de trigo. Es la tercer fracción por tamaño de la molienda del trigo. Un 40% de las partículas constitutivas son retenidas por mallas de 1,0 mm (18 mesh) o mayores y otro porcentaje similar es de menor tamaño que mallas de 0,7 mm (25 mesh) (Cuadro 1).

Salvado de trigo. Está constituido por las partículas de mayor tamaño resultantes del procesamiento industrial del trigo. En el Cuadro 1 se observa una distribución en que un 47% de las partículas son mayores a los 1,1 mm (16 mesh) mientras que solamente un 32% son de tamaño menor a 0,7 mm (25 mesh).

Análisis

La determinación de humedad, fibra cruda, ex-

Cuadro 1. Distribución por tamaño de partícula de los subproductos de trigo (Porcentaje, por peso, de retención en cada malla indicada).

Tamaño de la malla		Subproducto		
mm	mesh	Acemite %	Salvadillo %	Salvado %
1,9	10	0	3,5	18,1
1,5	12	0	1,5	7,5
1,1	16	0,5	19,8	21,0
1,0	18	7,8	19,0	11,3
0,9	20	1,3	2,9	0,8
0,7	25	14,7	14,0	9,5
	Residuo	74,7	39,3	31,8

tracto etéreo, cenizas y proteína se hizo aplicando los métodos de la A.O.A.C. (1); el fósforo se determinó usando la técnica de Fiske y Subbarow (9), y el calcio, magnesio, cobre, zinc, manganeso, hierro, sodio y potasio según los métodos de Fick *et al* (8).

RESULTADOS

En el Cuadro 2 se indica la disponibilidad de subproductos de la industrialización del trigo y arroz en Costa Rica. Como se observa, en el caso del trigo, los subproductos obtenidos de su procesamiento representan como promedio un 24% del total, correspondiendo a la harina de consumo humano el restante 76%. Del 24% citado, 5,28% está constituido por salvado, 9,84% por salvadillo, 8,88% por acemite y 0,024% por el germen. Esto representa una producción promedio de 4499, 8384, 7566 y 20 toneladas por año de salvado, salvadillo, acemite y germen respectivamente.

De las 195.636 toneladas de arroz que se procesaron en Costa Rica de la cosecha 1975-76, corresponde como promedio un 9% a la semolina y un 20% a la puntilla, lo cual representó 17.607 y 39.127 toneladas, respectivamente.

Cuadro 2. Disponibilidad de subproductos del arroz y trigo *

Producto o subproducto	Procesamiento (Toneladas)	% del grano que es subproducto
Trigo	85.200	
Salvado	4.499	5,28
Salvadillo	8.384	9,84
Acemite	7.566	8,88
Germen	20	0,024
Arroz	195.636	
Semolina	17.607	9,00
Puntilla	39.127	20,00

* Fuente: Consejo Nacional de Producción, 1977.

En el Cuadro 3 se incluyen, los análisis químicos correspondientes a los subproductos de trigo. Según se aprecia, el contenido promedio de proteína total fue de 17,46, 16,31, 16,48 y 13,70% para el acemite, salvadillo, salvado y germen, respectiva-

Cuadro 3: Composición química de subproductos del beneficio del trigo (base seca)

Determinación	Acemite		Salvadillo		Salvado		Germen
Nº de muestras analizadas	6		6		10		11
Humedad %	13,37 ±	1,67*	13,14 ±	0,79	13,07 ±	1,18	13,42
Proteína (N + 6,25)	17,46 ±	2,00	16,31 ±	2,78	16,48 ±	1,46	13,70
Grasa %	4,80 ±	1,70	4,09 ±	1,09	5,15 ±	1,85	1,03
Fibra cruda %	7,10 ±	0,76	7,77 ±	1,01	10,26 ±	1,72	1,94
Extracto libre de N. %	53,01 ±	3,05	52,46 ±	3,83	50,56 ±	4,62	68,05
Cenizas	4,28 ±	0,56	4,87 ±	0,79	5,41 ±	1,04	1,86
Calcio mg/100	589 ±	23	696 ±	81	668 ±	15	561
Fósforo mg/100	256 ±	2	234 ±	4	193 ±	18	192
Magnesio mg/100	506 ±	29	538 ±	34	674 ±	36	512
Potasio mg/100	1325 ±	46	1574 ±	290	1505 ±	86	1066
Hierro µg/g	152 ±	9	354 ±	50	150 ±	3	182
Cobre µg/g	16 ±	1	16 ±	1	16 ±	2	17
Zinc µg/g	71 ±	2	70 ±	2	68 ±	2	73
Manganeso µg/g	144 ±	16	138 ±	14	132 ±	7	118

* Desviación estandar

mente. El salvado acusó cantidades de fibra relativamente altas, (10,26%) en contraste con el acemite, salvadillo y germen (7,10, 7,77 y 1,94% respectivamente). En lo referente al contenido mineral, los resultados indican que estos subproductos constituyen una magnífica fuente de macro y micro minerales. En general el germen contiene cantidades menores de macro minerales y mayores de micro minerales, en comparación con los otros tres subproductos.

La composición química proximal, así como el contenido de minerales, de los subproductos del arroz, se detallan en el Cuadro 4. En este caso, el contenido promedio de proteína total fue de 11,18% y 8,79% para la semolina y puntilla. La

semolina presentó un contenido promedio de 17,33% de extracto etéreo, que contrasta con el bajo porcentaje de 2,65 para la puntilla. Debe observarse la alta concentración de fibra y cenizas de la semolina (7,32 y 7,76%) en comparación con la puntilla de arroz, que sólo contiene 0,30 y 0,82% de fibra y cenizas respectivamente. En lo que respecta a minerales, se observa que la semolina es mejor fuente de elementos minerales que la puntilla. Es interesante el alto contenido de magnesio y potasio hallado en la semolina.

En el Cuadro 5 se describe la composición química del maíz y sorgo usados en Costa Rica. La composición es típica de este tipo de cereales.

Cuadro 4: Composición química de subproductos del beneficio del arroz (base seca)

Determinación	Semolina de arroz		Puntilla de arroz	
Nº de muestras	14		6	
Humedad %	10,62	± 1,86*	12,12	± 0,67
Proteína %	11,18	± 2,61	8,79	± 0,56
Extracto etéreo %	17,33	± 5,63	2,65	± 0,66
Fibra cruda %	7,32	± 3,67	0,30	± 0,01
Extracto libre de N. %	43,64	± 2,73	73,72	± 3,44
Cenizas %	7,76	± 1,80	0,82	± 0,19
Calcio mg/100 g	253	± 16	135	± 30
Fósforo mg/100 g	77	± 80	55	± 8
Magnesio mg/100 g	1117	± 153	134	± 41
Potasio mg/100 g	1676	± 244	301	± 74
Hierro µg/g	219	± 52	61	± 11
Cobre µg/g	21	± 2	10	± 1
Zinc µg/g	38	± 4	20	± 2
Manganeso µg/g	134	± 18	20	± 6

* Desviación estandar

Cuadro 5: Composición química de granos enteros de maíz, sorgo y trigo

Determinación	Maíz		Sorgo		Trigo	
Nº de muestras	5		10		3	
Humedad %	12,36	± 1,42*	12,39	± 1,38	12,37	± 1,33
Proteína %	9,0	± 1,15	8,24	± 1,25	14,53	± 0,60
Extracto etéreo %	3,12	± 1,53	3,51	± 1,10	2,64	± 1,44
Fibra cruda %	1,70	± 0,85	3,42	± 1,25	5,35	± 2,44
Extracto libre de N. %	69,16	± 4,52	69,49	± 4,93	61,88	± 4,63
Cenizas %	1,69	± 0,37	2,27	± 1,19	3,32	± 1,13

* Desviación estandar

DISCUSION

Los subproductos obtenidos del procesamiento del trigo representan un 24% del total, lo cual concuerda con las especificaciones establecidas en la literatura a este respecto (7). Por su contenido de proteína de buena calidad (5), los subproductos de la molienda del trigo constituyen materiales excelentes para ser utilizados en la alimentación animal. Estudios llevados a cabo por Elías *et al* (5) indican que la proteína de los derivados del trigo es una buena fuente de lisina (4,34 g/16 g nitrógeno), por lo que estos subproductos constituyen un material apropiado para la suplementación de los cereales en los que, por lo general, la lisina es el primer aminoácido limitante (2,3,6). Además, desde el punto de vista económico, la utilización de estos subproductos de la molienda del trigo es ventajosa, ya que su precio en el mercado compite favorablemente con el del maíz y el sorgo.

En lo referente a la composición mineral, los derivados del trigo constituyen una excelente fuente de nutrientes. Debe señalarse que la concentración del calcio es muy superior a lo reportado por Waggle (11), pero similar a los datos de Elías (4). El fósforo difiere bastante de lo reportado por Waggle (11) y Elías (4) quienes apuntan concentraciones de 1400 y 600 mg de fósforo por 100 gramos de material, en comparación a 200-250 mg encontradas en este estudio. Otros datos que llaman la atención son las altas concentraciones de hierro halladas en este estudio, en comparación con lo reportado en la literatura para este tipo de materiales (4,11).

Los resultados referentes a la composición química de los subproductos derivados del arroz confirman los datos que la literatura indica a este respecto (11). El mayor contenido de proteína y grasa de la semolina de arroz, en relación al arroz pulido, hacen del primer material una excelente fuente alimenticia para animales domésticos, que al mismo tiempo ofrece grandes posibilidades en la alimentación humana. Asimismo, se ha informado que los pulimentos del arroz contienen mayores cantidades de aminoácidos, lisina, treonina y metionina, así como mayores cantidades de vitaminas del complejo B, que el grano pulido de arroz (10).

El alto contenido de extracto etéreo de la semolina de arroz confirma a este material como una

excelente fuente de energía; sin embargo, al mismo tiempo esto plantea el problema potencial de oxidación de las grasas y descomposición de todo el material almacenado, por lo que se sugiere hacer estudios al respecto, con el fin de evaluar y solucionar este problema.

Dado que en Costa Rica la semolina de arroz tiene gran demanda y alto precio en el mercado, existe la posibilidad de que este excelente subproducto sea adulterado con cascarilla de arroz molida, material de precio y valor nutritivo muy inferiores a los de la semolina. En vista de esto, se sugiere un análisis de cenizas y fibra cruda de la semolina, como una forma rápida y económica de controlar esta adulteración. Cualquier adulteración sería fácilmente cuantificable, por las altas concentraciones de fibra y cenizas que contiene la cascarilla de arroz (4).

Como conclusión, puede decirse que se alcanzó el propósito fundamental que estimuló el presente estudio, cual fue el de subrayar la composición de estos materiales como fuentes de nutrimentos para los animales. Otros objetivos alcanzados fueron el de aportar datos que sirvan de base para que, en un futuro próximo, puedan establecerse normas de calidad de los productos en términos de composición química y valor nutritivo, así como el propugnar el desarrollo de mayor investigación en todos estos aspectos.

RESUMEN

El objetivo del estudio fue el de evaluar, desde el punto de vista químico, los subproductos derivados del procesamiento del arroz y trigo. Los subproductos del arroz evaluados fueron semolina y puntilla; los del trigo, germen, acemite, salvado y salvadillo. Además se presentan datos sobre composición del grano de trigo, maíz y sorgo. De los subproductos del trigo, el acemite, salvado y salvadillo contienen alrededor de 16-17% de proteína, en contraste con el germen, que contiene sólo 14%. Se encontró que los subproductos derivados de la industria del trigo son excelentes fuentes de minerales, en especial de calcio, cuyas concentraciones oscilaron entre 600 y 700 mg por 100 g, y de hierro, que osciló entre 150 y 350 µg/g. Los materiales derivados del procesamiento del arroz variaron tam-

bién en su composición; la semolina acusó mayor cantidad de fibra y cenizas que la puntilla. En los minerales se destacó la semolina, con altas concentraciones de magnesio, las cuales alcanzaron 1117 mg/100 g, en comparación con la puntilla, que sólo tuvo 134 mg/100 g. Los subproductos del trigo resultaron mejores fuentes de minerales que los de arroz. Los granos enteros de trigo, maíz y sorgo mostraron composición característica de este tipo de cereales. Los datos se discuten en referencia al valor nutritivo de estos subproductos y de la manera de llevar a cabo un control de calidad de algunos de ellos.

LITERATURA CITADA

1. ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. Washington, D.C. Official methods of analysis of the A.O.A.C. 11th ed. Washington, D.C., 1970. 957 p.
2. BRESSANI, R., ELIAS, L.G., BRAHAM, L.E. Suplementación con aminoácidos, del maíz y de la tortilla. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 18: 123-134. 1968.
3. BRESSANI, R. y ELIAS, L.G. Suplementación de la avena con aminoácidos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 17: 149-163. 1967.
4. ELIAS, L.G. y BRESSANI, R. Uso de recursos alimenticios centroamericanos para el fomento de la industria animal. V. Composición química de algunos subproductos derivados de la industria de los cereales: trigo, arroz y maíz. Turrialba 20: 166-170. 1970.
5. ELIAS L.G. y BRESSANI, R. Valor proteínico de los subproductos de la industria del trigo. Complementación y suplementación del granillo de trigo con concentrados proteínicos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 23: 95-111. 1973.
6. ELIAS, L.G., JARQUIN, R., BRESSANI, R. y ALBERTAZZI, C. Suplementación del arroz con concentrados proteicos. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 18: 27-38. 1968.
7. FARREL, E.P., SHOUP, F.K., WAGGLE, D.H. WARD, A.B., MILLER, G.D. y LOVETT, L.A. Extensive analysis of flours and millfeeds made from nine different wheat mixes. I. Amounts and analyses. Cereal Chemistry 44: 39-47. 1967.
8. FICK., K.R. MILLER, S.M., FUNK, J.D., McDOWELL, L.R. y HOUSER, R.H. Methods of mineral analysis for plant and animal tissues. Gainesville, University of Florida. Animal Science Department, 1976, p. irr.
9. FISKE, C.H. y SUBBAROW, Y. The colorimetric determination of phosphorous. Journal of Biological Chemistry 66: 375-400. 1925.
10. MATZ, S.A., ed. The chemistry and technology of cereals as food and feed. Westport, Connecticut, AVI Publishing, 1959. 740 p.
11. WAGGLE, D.H., LAMBERT, L.A., MILLER, D.D., FARREL, E.P. y DEYOE, C.W. Extensive analyses of flours and millfeeds made from nine different wheat mixes. II Amino acids, minerals, vitamins and gross energy. Cereal Chemistry 44: 48-60. 1967.