

Composición química, aminoacídica y calidad biológica de cinco variedades de sorgo (*Sorghum vulgare*)¹

Enrique Yáñez², Digna Ballester³, Marcia González⁴ y David Contreras⁵

INTRODUCCION

El sorgo fue introducido recientemente en nuestro país aprovechando sus propiedades de resistencia a la sequía en los años en que una vasta extensión del territorio nacional fue afectada por la falta de lluvias. Se pensó que podría complementar al maíz como fuente de carbohidratos en la formulación de raciones para cerdos y aves, considerando que este cereal no se produce en cantidad suficiente para el abastecimiento interno y, por lo tanto, no siempre constituye una fuente energética económica. Este objetivo es favorecido por el hecho de que el contenido de proteínas en ambos granos es similar (Anderson, J. O. y Warnick, R. E., 1969). A este respecto podemos citar a Noland, P. R. y Scott, K. W. (1963) quienes encontraron que el maíz puede ser reemplazado parcialmente por el sorgo de grano en raciones para cerdos en crecimiento y/o engorda. Sin embargo, ellos observaron que al aumentar el nivel de sustitución se produce un descenso en la eficiencia relativa.

En un estudio reciente Potoncjak, J., Skoknic, A. y Cornejo, S. (1971) ensayaron el sorgo como fuente energética en cerdos en crianza y en engorda como sustituto del maíz en niveles de 50-75-100%. Al 50% de reemplazo la ganancia ponderal fue significativamente mayor que para el resto de los tratamientos, pero no se encontraron diferencias en el consumo de alimento ni en la conversión alimenticia. Estos antecedentes explican el interés creciente en este grano por parte de los agricultores, criadores de cerdos, cooperativas y fábricas elaboradoras de concentrados. El forraje verde para vacunos que él

proporciona es de buena calidad y su rendimiento es superior a los pastos sudanes corrientes por lo que lo han convertido en un recurso suplementario en las zonas de secano de la costa e interior.

Desde 1967, se está realizando una serie de ensayos y siembras demostrativas del cultivo del sorgo en diversas zonas del país. Estos estudios tienen por objeto resolver algunas interrogantes sobre la adaptación y reacción a nuestro medio climático al mismo tiempo que reunir los antecedentes necesarios para analizar la potencialidad productiva del cultivo, sus posibilidades para la agricultura nacional y su capacidad competitiva frente a otros cultivos afines.

De lo expuesto surge la necesidad de conocer no sólo la composición química, sino también la composición aminoacídica y el valor nutritivo de las variedades de sorgo cultivadas en Chile en relación con el maíz. Para ello se realizó el presente estudio en el cual se analizaron cinco variedades de sorgo granífero de reciente introducción.

MATERIALES Y METODOS

Se estudiaron cinco variedades de sorgo de grano: Dwarf kaoliang, proporcionada por la Estación Experimental de la Escuela de Agronomía de la Universidad de Chile, y Ute, Supergene, Pawnee y Comanche, cultivadas en la localidad de San Bernardo, provincia de Santiago.

ANÁLISIS QUÍMICO

La determinación de humedad, cenizas, nitrógeno, extracto etéreo y fibra cruda se realizó de acuerdo a la A. O. A. C. (1965).

Calcio

Por permanganometría mediante el método descrito por Schmidt-Hebbel (1966).

Fósforo

Mediante determinación espectrofotométrica según Tausky y Shorr (1953).

¹Tesis de grado presentado por Marcia González G. para optar al título de Químico Farmacéutico de la Universidad de Chile.

²Profesor de Química Orgánica, Depto. de Ciencias Básicas, Facultad de Agronomía, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile. Profesor de Nutrición, Facultad de Medicina, Universidad de Chile.

³Profesor de Nutrición, Facultad de Química y Farmacia, Universidad de Chile, Casilla 233, Santiago, Chile.

⁴Químico Farmacéutico, Servicio Nacional de Salud, Consultorio 2, Santiago, Chile.

⁵Profesor de Producción de Forrajes, Dpto. de Producción Animal, Escuela de Agronomía, Universidad de Chile, Casilla 1004, Santiago, Chile.

Fierro

Se determinó colorimétricamente con alfa, alfa-dipiridilo según Schmidt-Hebbel (1966).

CONTENIDO ENERGÉTICO

Se calculó usando los coeficientes de Atwater, 4-9-4 para prótidos, lípidos y glúcidos, respectivamente.

ANÁLISIS AMINOACÍDICO

Una muestra equivalente a 50 mg de proteína se hidrolizó con 25 ml de HCl 6N a 110°C durante 22 horas en ampolla sellada al vacío (Kohler, G. O. y Palter, R., 1967). A continuación la muestra se filtró y se llevó a volumen. Se tomaron alícuotas que se evaporaron a sequedad y se lavaron repetidamente con agua desionizada a fin de eliminar completamente el ácido clorhídrico. El residuo se disolvió en buffer de citrato de sodio de pH 2,2 y se analizó en un analizador automático de aminoácidos Beckman, modelo Unichrom.

ANÁLISIS BIOLÓGICO

En atención a la cantidad insuficiente de muestra y a que el análisis químico y aminoacídico individual no reveló variaciones importantes, se determinó la calidad biológica de la proteína en un pool de las cinco variedades. Los parámetros usados fueron la eficiencia proteica y la utilización proteica neta en ratas.

—Eficiencia Proteica (PER)

Se define como la ganancia de peso por gramo de proteína ingerida. Se determinó por el método de Chapman, D. G., Castillo, R. y Campbell, J. A. (1959), utilizando 10 ratas albinas de 21 días de edad de ambos sexos, provenientes de distintas camadas y con pesos similares, las que se alojaron individualmente en jaulas con fondo cribado, en un vivero mantenido a 24°C. La dieta y el agua se ofrecieron *ad libitum*. Como control se utilizó una dieta de caseína al 10% de proteína (Chapman *et al.*, 1959). El experimento duró 4 semanas y cada 7 días se controló el peso e ingesta de los animales.

—Utilización Proteica Neta operativa (UPN_{op})

Es la razón entre el nitrógeno retenido y el ingerido por animales alimentados exclusi-

vamente con el material en ensayo, de acuerdo al procedimiento de Platt, B. S. y Miller, D. S. (1959). El nitrógeno retenido se calculó por análisis directo de la carcasa, comparándolo con el de un grupo de ratas que ingirieron una dieta aptoteica. El experimento duró 10 días y a su término los animales se sacrificaron, se secaron en estufa de aire forzado y se determinó el nitrógeno corporal por Kjeldahl. Para el cálculo de la utilización proteica neta se empleó la fórmula:

$$UPN_{op} = \frac{B - Bk}{I} \times 100$$

en que:

B=Nitrógeno corporal del grupo en estudio
Bk=Nitrógeno corporal del grupo aptoteico
I=Nitrógeno ingerido por el grupo en estudio

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

ANÁLISIS QUÍMICO.

Las cinco variedades de sorgo estudiadas muestran sólo ligeras variaciones en su composición química (Cuadro 1), con excepción de la variedad Ute que presenta el porcentaje más bajo de cenizas y de calcio. Los valores encontrados concuerdan, en general, con los datos de otros investigadores nacionales (Potoncjak *et al.*, 1971) (Vargas, M. *et al.*, 1965) y extranjeros (Waggle, D., Parrish, D. B. y Deyoe, C. W., 1966). Puesto que el sorgo podría llegar a ser un sustituto del maíz en la alimentación animal, resulta interesante efectuar una comparación de la composición química de estos cereales (Schmidt-Hebbel, H., 1969). Ambos granos tienen prácticamente el mismo contenido de proteínas, grasas, fibra cruda y extracto no nitrogenado, pero el contenido de minerales es apreciablemente mayor en el sorgo (Cuadro 1). La diferencia es particularmente notoria en el contenido del calcio, ya que los valores para sorgo están en el rango de 90 a 391 mg/100g, en tanto que en el maíz este valor es mucho menor (Schmidt-Hebbel, H., 1969). El contenido energético de ambos cereales es muy similar, lo que constituye una razón más en favor del empleo eventual del sorgo en reemplazo del maíz en las raciones para aves y cerdos.

Cuadro 1 — Composición química (g/100 g seco) y contenido calórico de cinco variedades de sorgo y su comparación con la del maíz.

Variedad	Cenizas	Ca	P	Fe	Proteína N×6,25	Extracto etéreo	Fibra cruda	Extracto no nitrog.	Cals/100g
		mg/100g							
Dwarf kaoliang	3,2	177	539	5,6	9,2	6,9	2,3	78,4	412
Comanche	2,6	244	536	5,1	10,7	7,0	3,2	76,5	412
Supergene	3,6	391	658	6,1	10,1	6,9	4,2	75,8	406
Pawnee	2,8	166	527	7,6	11,0	5,5	2,5	78,2	406
Ute	1,6	90	570	8,5	10,6	6,2	3,0	76,6	405
"Pool"	3,0	225	510	6,1	10,2	6,6	2,9	77,3	409
Maíz ¹	1,6	9	372	3,7	11,8	5,0	5,4	76,2	397

¹Schmidt-Hebbel, H. (1969).Cuadro 2 — Composición aminoacídica de cinco variedades de sorgo de grano y de maíz¹.

	% de la muestra ²					% de la proteína ³					
	Dwarf kaoliang	Comanche	Superg.	Pawnee	Ute	Maíz ⁴	Dwarf kaoliang	Comanche	Superg.	Pawnee	Ute
Proteína ⁴	8,4	9,6	9,0	10,0	9,6	8,7	8,4	9,6	9,0	10,0	9,6
Arginina	0,29	0,38	0,32	0,39	0,35	4,4	3,4	4,0	3,5	3,9	3,7
Histidina	0,24	0,27	0,23	0,30	0,27	2,4	2,8	2,8	2,6	3,0	2,6
Lisina	0,21	0,26	0,23	0,27	0,25	2,7	2,5	2,7	2,6	2,7	2,6
Tirosina	0,22	0,15	0,28	0,20	0,25	4,6	2,6	1,6	3,1	2,0	3,6
Fenilalanina	0,46	0,46	0,41	0,53	0,53	4,5	5,5	5,5	4,6	5,3	6,5
Cistina	0,11	0,17	0,13	0,15	0,14	1,6	1,3	1,5	1,4	1,5	1,5
Metionina	0,14	0,16	0,14	0,17	0,15	1,8	1,7	1,7	1,6	1,7	1,6
Serina	0,37	0,43	0,48	0,29	0,35	4,4	4,4	4,5	5,4	2,9	4,9
Treonina	0,42	0,36	0,37	0,38	0,39	4,2	5,0	3,8	4,1	3,8	3,7
Leucina	1,20	1,34	1,47	1,15	1,46	2,7	14,3	14,0	16,4	15,0	16,3
Isoleucina	0,41	0,43	0,47	0,48	0,45	4,0	4,9	4,5	5,2	4,8	4,3
Valina	0,53	0,49	0,57	0,61	0,56	5,3	6,3	5,1	6,4	6,1	5,9
Acido glutámico	1,92	2,13	2,28	2,65	2,34	18,4	22,8	22,2	25,3	26,5	25,4
Acido aspártico	0,63	0,73	0,75	0,76	0,75	12,3	7,5	7,6	8,3	7,6	8,2
Glicina	0,43	0,33	0,34	0,38	0,38	3,5	5,1	3,4	3,8	3,8	3,8
Alanina	0,91	0,96	1,07	1,14	1,05	10,0	10,8	10,0	11,9	11,4	11,1
Prolina	0,77	0,84	0,54	0,76	0,78	7,2	9,2	8,8	6,0	7,6	9,2

¹No se determinó triptofano.²Gramos de aminoácido por 100 g de muestra.³Gramos de aminoácidos por 100 g de proteína.⁴Gramos de proteína por 100 g de muestra.⁵E. Yáñez *et al.* Resultados no publicados.

COMPOSICIÓN AMINOACÍDICA.

El Cuadro 2 muestra la composición aminoacídica de las cinco variedades de sorgo, observándose sólo pequeñas variaciones entre ellas. Las muestras analizadas contienen más treonina que las muestras de bajo y alto contenido proteico analizadas por Waggle *et al.* (1966).

Usando como patrón la proteína señalada por FAO (1957), tanto el maíz como las cinco variedades de sorgo aparecen limitados, en primer término, por lisina (cómputo proteínico 62 y 64, respectivamente) y luego por metionina más cistina; pero mientras el grado de limitación por lisina es igual en ambos cereales, el déficit de aminoácidos

azufrados aparece más acentuado en el sorgo (cómputo proteínico 74 y 81, respectivamente).

CALIDAD BIOLÓGICA.

La calidad biológica de la proteína medida en ratas como eficiencia proteica (PER) y utilización proteica neta operativa (UPN_{op}), indica que la proteína del sorgo es de pobre calidad y no mostró diferencia significativa con la del maíz, analizado por los autores en un experimento similar (no publicado) ($t = 0,11$) (Cuadro 3). En cuanto a UPN_{op}, existe una tendencia favorable al sorgo. Sin embargo, ambos valores indican una baja calidad de la proteína. No obstan-

Cuadro 3 — Eficiencia Proteica (PER) y Utilización Proteica Neta (UPN) de sorgo (*Sorghum vulgare*) en ratas, comparada con maíz y caseína.

	Ingesta (g)	Crecimiento (g)	PER	UPN _{op}
Sorgo	186.2 ± 8.6 ^a	10.9 ± 1.4 ^a	0.96 ± 0.11 ^a	47
Maíz ^c	183.6 ± 8.9	10.5 ± 2.6	0.94 ± 0.15	45
Caseína	303.5 ± 11.4	111.2 ± 6.7	2.80 ± 0.12	72 ^b

^aPrómedio ± error estandar.

^bTagle, M. A. y Donoso, G. 1965. *J. Nutrition*, 87: 173.

^cE. Yáñez *et al.* (no publicado).

te, en la práctica este hecho no reviste una importancia capital, ya que en las raciones de aves y cerdos normalmente se incluyen otras fuentes de proteína, como soya y harina de pescado, que corrigen la deficiencia de li-

sina y otros aminoácidos, mejorando en esta forma el patrón aminoacídico de la ración. De este modo los aminoácidos azufrados pasarían a ser los limitantes de la proteína de la ración.

RESUMEN

En el presente trabajo se comunican los resultados de análisis químico, composición aminoacídica y calidad biológica de cinco variedades de sorgo (*Sorghum vulgare*) cultivadas experimentalmente en el país.

Las muestras analizadas contienen cantidades importantes de fósforo, pero son pobres en calcio. Su contenido de proteína varió entre 9,2 y 11,0 lo que las sitúa en el rango de los llamados sorgos de alto contenido proteico a que hace referencia la literatura. El extracto etéreo es comparable y aún ligeramente superior al del maíz común y lo mismo puede afirmarse del valor energético.

El análisis aminoacídico revela como primer limitante a la lisina y en segundo término a los aminoácidos azufrados, observándose en general una estrecha concordancia con la composición aminoacídica del maíz.

La calidad biológica medida en la rata dio un valor de 0,96 para eficiencia proteica (PER) y de 47 para utilización proteica neta operativa (UPN_{op}), cifras que son enteramente comparables a las del maíz común.

Los resultados obtenidos señalan que las variedades de sorgo analizadas pueden ser un sustituto del maíz en raciones de aves y cerdos, especialmente cuando en ellas participan concentrados proteicos con alto contenido de lisina.

SUMMARY

The results of the chemical analysis, amino acid composition and biological quality of five varieties of sorghum grain (*Sorghum vulgare*) cultivated experimentally in Chile, are shown.

The samples analyzed contained significant quantities of phosphorus but were poor in calcium. The protein content ranged between 9.2 and 11.0 classifying them, according to the literature, in the group of those so-called "sorghum of high protein content". The ether extract was comparable or even slightly superior to that of normal corn. This was true also of the caloric value.

The amino acid analysis revealed lysine as the first limiting amino acid, followed by the sulphur amino acids. In general, a similarity to the amino acid composition of corn was observed.

The biological quality measured in the rat gave a protein efficiency value (PER) of 0.96 and a net protein utilization (UPN_{op}) value of 47%. These figures are fully comparable to those of common corn.

The results obtained indicate that the sorghum varieties analyzed could be used as a substitute for corn in poultry and swine feeds, especially when they contain protein concentrates of high lysine content as ingredients.

LITERATURA CITADA

- A. O. A. C. 1965. Official methods of analysis. Association of Official Agricultural Chemists, Washington, 10th edition.
- ANDERSON, J. O. and WARNICK, R. E. 1969. Feeds-tuff 41: 32.
- BLOCK, R. J. and WEISS, K. W. 1956. Amino acid handbook, CHARLES C. THOMAS SPRINGFIELD, Illinois U.S.A.
- CHAPMAN, D. G., CASTILLO, R. and CAMPBELL, J. A. 1959. Evaluation of protein in foods. I. A method for determination of protein efficiency ratios. Can. J. Biochem. Physiol. 37: 679.
- FAO. 1957. Protein requirements. FAO. Nutr. Stud. No 16. FAO, Rome.
- KOHLER, G. O. and PALTER, R. 1967. Studies on methods for amino acid analysis of wheat products. Cereal Chem. 44 : 512.
- NOLAND, P. R. and SCOTT, K. W. 1963. Substituting various grains and rice milling-by products for corn in rations for growing-finishing swine. University of Arkansas. Agric. Exp. Sta. Division of Agric. Bulletin 668. 16 p.
- PLATT, B. S. and MILLER, D. S. 1959. The net dietary-protein value (NDpV) of mixtures of foods - its definition, determination and application. Proc. Nutrition Soc. 18: vii.
- POTONCJAK, J., SKOKNIC, A. y CORNEJO, S. 1971. El sorgo como fuente energética para cerdos en crianza y engorda. Agricultura Técnica (Chile) 31 (4) : 210.
- SCHMIDT-HEBBEL, H. 1966. In Química y Tecnología de los Alimentos. Editorial Salesiana, Santiago, Chile.
- _____ 1969. Tabla de composición química de alimentos chilenos. Facultad de Química y Farmacia. Universidad de Chile.
- TAUSKY, H. and SHORR, E. 1953. A micromethod for the determination of inorganic phosphorous. J. Biol. Chem. 202: 675.
- VARGAS, M., URBÁ, R., ENERO, R., BÁEZ, H., PARDO, P. y VISCONTI, C. 1965. Composición de alimentos chilenos de uso en ganadería y avicultura. Instituto de Investigaciones Veterinarias. Ministerio de Agricultura.
- WAGGLE, D., PARRISH, D. B. and DEYOE, C. W. 1966. Nutritive value of protein in high and low protein content sorghum grain as measured by rat performance and amino acid assays. J. Nutr. 88: 370.