

CALIDAD NUTRICIONAL DE LA PROTEINA DEL GANDUL, TIERNO Y MADURO, Y SU VALOR SUPLEMENTARIO A LOS CEREALES¹

Ricardo Bressani,² Roberto A. Gómez-Brenes,³ y Luiz G. Elías³

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP),
Guatemala, Guatemala, C. A.

RESUMEN

El presente trabajo tuvo por objeto conocer las diferencias existentes entre el gandul (*Cajanus cajan*), tierno y maduro, crudo y cocido, en cuanto a composición química y valor proteínico, así como su valor suplementario al arroz, al maíz tierno y maduro, y al sorgo.

Los valores de composición química determinados en las muestras tiernas y maduras acusaron solamente pequeñas diferencias en el contenido de extracto etéreo, ceniza, fibra cruda y proteína. La cocción tampoco afectó los valores de composición química proximal. Con respecto al contenido de aminoácidos, aparentemente el gandul tierno es más deficiente en lisina y treonina que el maduro, de acuerdo al patrón de referencia de FAO/OMS. En cambio, el maduro parece tener una proteína más deficiente en valina. Las dos muestras fueron deficientes en aminoácidos azufrados. La calidad de la proteína del gandul tierno fue superior a la del gandul maduro, y ambos mejoraron en calidad por el efecto de cocción, siendo el incremento mayor en el gandul maduro. La digestibilidad aparente siguió la misma tendencia.

Los estudios de suplementación con aminoácidos demostraron que las dos muestras tenían una proteína deficiente en metionina, como primer aminoácido limitante, seguida del triptofano. Los efectos fueron más notorios cuando las muestras estaban cocidas. Los dos tipos de grano dieron muestras de ser buenos suplementos para el arroz al agregarse en cantidades de 10 a 20^o/o. El gandul maduro suplementó relativamente bien a las proteínas del sorgo y del maíz tierno y maduro, a niveles de 20, 30 y 20^o/o, respectivamente. Estas diferencias podrían explicarse con base en los aminoácidos limitantes respectivos de los granos de cereal y del gandul.

Manuscrito modificado redibido: 7-4-85.

- 1 Este trabajo fue financiado por el International Development Research Centre, con sede en Ontario, Canadá (Subvención INCAP No. 311).
- 2 Jefe de la División de Ciencias Agrícolas del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), Apartado Postal 1188, Guatemala, Guatemala, C. A.
- 3 Científicos de la misma División.

Publicación INCAP E-1177.

Nota: Esta publicación no refleja necesariamente la política del INCAP.

INTRODUCCION

A excepción de Panamá, el gandul (*Cajanus cajan*) no constituye una leguminosa de grano de mucha importancia en las dietas de la población rural de los países del Istmo Centroamericano. Sin embargo, corrientemente se le encuentra entre las siembras de maíz y en huertos familiares, usándose como arveja —o sea cuando el grano está tierno o inmaduro. Esta es la forma de consumo más común en los países del Caribe (1) y en otros de América Latina. El grano maduro se utiliza raramente, aun cuando constituye un recurso cuya contribución nutricional a nuestras dietas podría ser de mayor relevancia, como es el caso en la India, donde se consume en la forma de "dhal" (2).

Los resultados de estudios de Braham *et al.* (3) indican que la proteína del gandul maduro es deficiente en los aminoácidos azufrados y en triptofano, y como ocurre en el caso de las leguminosas de grano, la proteína del grandul es de alto contenido en lisina. Por consiguiente, constituye un buen suplemento para los cereales. En este sentido Singh, Jambunathan y Gurtu (4) encontraron diferencias considerables en el nivel de lisina y de aminoácidos azufrados entre varias especies salvajes de gandul.

Debido a que el gandul es de mayor consumo en forma tierna que el gandul maduro, se llevó a cabo el presente estudio con miras a determinar su efecto suplementario a los cereales, comparándolo con el efecto suplementario del grano maduro. De acuerdo con los resultados de Singh, Jambunathan y Narayanan (5), el grano del gandul tierno tiene niveles altos de aminoácidos azufrados que descienden con la maduración. Por consiguiente, es de esperar que el gandul tierno sea mejor suplemento para los cereales que el maduro, ya que su nivel de lisina es alto en los dos estados de desarrollo de la semilla.

MATERIAL Y METODOS

Se utilizaron muestras de gandul, tierno y maduro, recolectadas de las plantas cultivadas entre las siembras de maíz de los agricultores. Las plantas de gandul eran de variedades desconocidas.

Las muestras tiernas o inmaduras se separaron de la vaina y se almacenaron a 40°C hasta el momento de su análisis, deshidratación u otra forma de procesamiento. Las muestras de grano maduro fueron separadas de la vaina y también se almacenaron a 40°C hasta el momento de su análisis químico o de ser utilizadas.

El grano, tanto tierno como maduro, se sometió a cocción en agua en el autoclave a 15 lb de presión por 20 min, en la relación de 1 a 3. Después de eliminar el líquido sobrenadante de cocción, el grano cocido fue deshidratado en un horno de bandejas, a 60°C. Una vez seco, se molió en un molino de martillos provisto de un tamiz de 40 mallas.

La semilla tierna y madura, tanto cruda como cocida, fue analizada para establecer su composición química proximal por medio de los méto-

dos de la AOAC (6). Los aminoácidos en las mismas muestras se obtuvieron valiéndose de resinas de intercambio iónico en un auto-analizador Technicon, de hidrolizados ácidos con 6N HCl.

La calidad proteínica de las muestras se obtuvo aplicando el método del PER y usando las dietas descritas en la Tabla 1, para alimentar ocho ratas de 21 días de edad por grupo. Estas fueron alojadas en jaulas individuales de tela metálica, con fondos levadizos; el alimento y agua les fueron suministrados *ad libitum*. Con el propósito de confirmar las deficiencias de aminoácidos, las muestras de gandul tierno, crudo y cocido, así como las de gandul maduro, crudo y cocido fueron suplementadas con metionina y triptofano, solos o en combinación. Para estos estudios se utilizaron las mismas dietas que se exponen en la Tabla 1, aplicando niveles de metionina y triptofano propuestos por Braham *et al.* (3). El efecto suplementario se estudió con el gandul tierno y maduro en dietas con arroz, sorgo, maíz maduro y tierno. Para estos propósitos, los niveles de gandul utilizados fueron de 10, 20 y 30% a un nivel fijo de 60% de cereal. La calidad del cereal solo se determinó usando 90% de éste en la dieta. Las dietas usadas en este estudio y en todos los restantes se suplementaron con

TABLA 1

COMPOSICION DE INGREDIENTES USADOS EN LA EVALUACION
NUTRICIONAL DEL GANDUL¹

	Dietas de gandul inmaduro	Dietas de gandul maduro	Caseína
Gandul inmaduro ²	46.0	—	—
Gandul maduro ³	—	56.0	—
Caseína	—	—	11.6
Minerales (7)	4.0	4.0	4.0
Aceite vegetal	5.0	5.0	5.0
Aceite de hígado de bacalao	1.0	1.0	1.0
Almidón de maíz	44.0	34.0	78.4
TOTAL	100.0	100.0	100.0
Solución de vitaminas, ml (8)	5	5	5

1 Para evaluar el efecto de la suplementación con metionina y triptofano, se utilizaron los niveles de 0.3 y 0.1% de los dos aminoácidos, respectivamente. Estos sustituyeron un peso igual de almidón de maíz.

2 El nivel indicado es aplicable al gandul inmaduro, deshidratado y al gandul inmaduro, cocido, deshidratado.

3 El nivel indicado es aplicable al gandul maduro seco y al gandul maduro, cocido, deshidratado.

50/o de aceite vegetal, 10/o de aceite de hígado de bacalao y 40/o de minerales (7); además, todas las dietas fueron suplementadas con 5 ml de una solución completa de vitaminas hidrosolubles (8). En algunos experimentos se determinó la digestibilidad de la proteína durante la cuarta semana del ensayo de PER. Para dicho propósito se llevó un registro de la ingesta de la dieta durante cinco días y se recolectaron las heces por el mismo período. La razón proteínica neta (NPR) se estimó a los 14 días, en cuyo caso se usó una dieta apteica, sustituyendo todo el gandum por almidón de maíz, con ocho animales por grupo.

RESULTADOS

Los datos químicos de composición proximal en muestras secas, se describen en la Tabla 2. En general, las diferencias entre el gandum tierno y maduro fueron pequeñas, a pesar de que el grano maduro contenía menos extracto etéreo y fibra que el grano tierno. El contenido de humedad del grano de gandum tierno varió de 60.5 a 66.9. La Tabla 3 resume los contenidos de aminoácidos del gandum tierno y del maduro, comparados con el patrón de referencia de FAO/OMS (9). Las diferencias entre los valores del inmaduro y el maduro, según indican los datos, siguen de cerca los resultados informados por Singh, Jambunathan y Narayanan (5), en particular los aminoácidos azufrados. La comparación con el patrón de FAO/OMS (9) indica que los aminoácidos azufrados son deficientes, al igual que la treonina y valina. Debido a la falta de valores para el triptofano, éste no se puede cuantificar con relación al patrón.

TABLA 2

COMPOSICION QUIMICA DEL GANDUL INMADURO Y DEL GRANO MADURO
(g o/o en materiales deshidratados)

	Semilla de gandum			
	Inmadura cruda	Inmadura cocida	Madura cruda	Madura cocida
Humedad	6.0	7.1	6.9	7.2
Extracto etéreo	2.4	2.6	1.9	1.9
Fibra cruda	10.2	9.6	7.0	8.1
Proteína (g N x 6.25)	21.4	21.4	20.4	21.3
Ceniza	4.6	3.2	4.0	4.2
Carbohidratos	55.4	56.1	59.8	57.3

La calidad de la proteína del gandum tierno, crudo y cocido, y del maduro, crudo y cocido, se presenta en la Tabla 4. Según se observa, la cocción incrementó el valor de PER, así como el de NPR, tanto en el gandum inmaduro como en el maduro, siendo mayor el incremento para el

TABLA 3

CONTENIDO DE AMINOACIDOS DEL GANDUL INMADURO Y MADURO
(g/g N)

Aminoácido	Inmaduro	Maduro	Patrón FAO/OMS	Puntaje, %/o	
				Inmaduro	Maduro
Lisina	0.294	0.340	0.340	86.5	100.0
Histidina	0.190	0.210	—	—	—
Arginina	0.288	0.318	—	—	—
Acido aspártico	0.607	0.571	—	—	—
Treonina	0.194	0.206	0.250	77.6	82.4
Serina	0.178	0.240			
Acido glutámico	0.776	1.002			
Prolina	0.260	0.375			
Glicina	0.194	0.189			
Alanina	0.246	0.224			
Valina	0.308	0.245	0.310	99.3	79.0
Metionina	0.092	0.055	0.220 ¹	—	—
Isoleucina	0.329	0.325	0.250	—	—
Leucina	0.404	0.372	0.440	91.8	84.5
Tirosina	0.128	0.146			
Fenilalanina	0.374	0.427	0.380 ²	—	—

1 Metionina + cistina.

2 Fenilalanina + tirosina.

Nota: No se calculó puntaje, por la falta de valores de cistina en el análisis.

gandul maduro. La digestibilidad aparente también se vio favorecida por el proceso de cocción. Los mismos materiales se sometieron a pruebas de suplementación con aminoácidos, con los resultados que se detallan en la Tabla 5. En primer lugar, y según se indicó ya, los valores de PER fueron mayores en los materiales cocidos. En el caso del gandul inmaduro, el agregado de metionina aumentó el PER, no siendo así con el agregado de triptofano solo. Sin embargo, la adición de los dos aminoácidos dio una respuesta significativa. Lo mismo puede deducirse de los datos obtenidos con el gandul maduro.

Los resultados de suplementación del arroz con gandul tierno y maduro se detallan en la Tabla 6. Con respecto al grano inmaduro, puede apreciarse que el agregado de 20% rindió una respuesta máxima, pero en el caso del grano maduro, 10% de gandul dio una respuesta igual a 20 y 30%. Los valores sobrepasan el valor para caseína.

Finalmente, la Tabla 7 resume la suplementación del gandul maduro al sorgo, maíz maduro y maíz tierno. Según los hallazgos, 20, 30 y 20% de gandul, respectivamente, suplementaron eficientemente los dos cereales seleccionados.

TABLA 4

**CALIDAD PROTEINICA DEL GRANO DE GANDUL INMADURO Y
MADURO, CRUDOS Y COCIDOS**

Muestra de gandul	Aumento en peso, g ¹	PER	NPR	Digestibilidad, o/o
Inmaduro, crudo	38 ± 12.3	1.10 ± 0.29	1.74	76.0 ± 4.5
Inmaduro, cocido	77 ± 14.8	2.03 ± 0.21	2.78	84.2 ± 4.5
Maduro, crudo	9 ± 6.3	0.30 ± 0.18	0.73	77.2 ± 7.8
Maduro, cocido	70 ± 15.5	1.64 ± 0.39	2.20	87.5 ± 1.8
Caseína	125 ± 29.5	2.45 ± 0.35	3.55	91.7 ± 2.2

1 Peso promedio inicial: 44 g.

TABLA 5

**EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON AMINOACIDOS DEL GRANO
DE GANDUL INMADURO Y MADURO, CRUDOS Y COCIDOS**

Muestra de gandul	Aumento en peso, g.	PER
Inmaduro, crudo	19 ± 12.7	0.55 ± 0.30
Inmaduro, cocido	34 ± 9.1	1.10 ± 0.26
Inmaduro, crudo + metionina	29 ± 16.8	0.88 ± 0.36
Inmaduro, cocido + metionina	50 ± 19.1	1.29 ± 0.34
Inmaduro, crudo + triptofano	15 ± 16.0	0.42 ± 0.40
Inmaduro, cocido + triptofano	39 ± 16.3	1.09 ± 0.39
Inmaduro, crudo + metionina + triptofano	52 ± 14.0	1.40 ± 0.12
Inmaduro, cocido + metionina + triptofano	93 ± 11.9	2.09 ± 0.22
Maduro, crudo	4 ± 8.4	0.15 ± 0.28
Maduro, cocido	57 ± 11.7	1.35 ± 0.24
Maduro, crudo + metionina	13 ± 10.7	0.34 ± 0.24
Maduro, cocido + metionina	81 ± 19.7	1.67 ± 0.30
Maduro, crudo + triptofano	18 ± 13.8	0.62 ± 0.48
Maduro, cocido + triptofano	59 ± 5.3	1.36 ± 0.11
Maduro, crudo + metionina + triptofano	48 ± 7.6	1.48 ± 0.22
Maduro, cocido + metionina + triptofano	120 ± 27.9	2.29 ± 0.34
Caseína	124 ± 17.9	2.73 ± 0.21

Peso inicial: 47 g.

TABLA 6

EFECTO SUPLEMENTARIO DEL GANDUL INMADURO Y MADURO
A LA PROTEINA DEL ARROZ

Dieta	Proteína en dieta o/o	Aumento en peso g	PER	NPR
Harina de arroz — 90o/o	8.3	52 ± 11.9	1.89 ± 0.25	2.48
Harina de arroz (A) — 60o/o	5.8	22 ± 7.1	1.30 ± 0.34	2.06
A + 10o/o gandum inmaduro	7.9	65 ± 11.2	2.26 ± 0.23	3.02
A + 20o/o gandum inmaduro	10.1	112 ± 12.4	2.50 ± 0.09	2.98
A + 30o/o gandum inmaduro	11.9	122 ± 18.6	2.27 ± 0.23	3.04
A + 10o/o gandum maduro	7.7	79 ± 13.1	2.57 ± 0.20	3.08
A + 20o/o gandum maduro	9.8	107 ± 9.3	2.56 ± 0.28	3.06
A + 30o/o gandum maduro	11.6	119 ± 13.2	2.48 ± 0.28	3.26
Caseína	12.0	125 ± 29.5	2.48 ± 0.35	3.55

Peso promedio: 44 g.

Promedio ± DE.

TABLA 7

EFECTO SUPLEMENTARIO DEL GANDUL MADURO COCIDO A LA
PROTEINA DE SORGO, MAIZ Y MAIZ INMADURO

Dieta	Proteína en dieta o/o	Aumento en peso g	PER
Sorgo — 90o/o	6.3	14 ± 2.9	0.92 ± 0.24
Sorgo — 60o/o (A)	4.6	4 ± 5.5	0.45 ± 0.55
A + 10o/o gandum	6.5	38 ± 9.8	1.82 ± 0.36
A + 20o/o gandum	8.6	61 ± 12.6	2.03 ± 0.26
A + 30o/o gandum	10.5	89 ± 13.6	2.00 ± 0.26
Maíz — 90o/o	8.4	16 ± 7.0	0.71 ± 0.33
Maíz — 60o/o (A) ¹	5.8	13 ± 20.9	1.19 ± 2.13
A + 10o/o gandum	8.0	23 ± 12.7	1.10 ± 0.49
A + 20o/o gandum	10.0	37 ± 9.1	1.29 ± 0.20
A + 30o/o gandum	11.7	60 ± 17.5	1.41 ± 0.25
Maíz tierno — 90o/o	9.2	37 ± 10.0	1.47 ± 0.22
Maíz tierno — 60o/o (A)	6.5	15 ± 6.9	1.00 ± 0.35
A + 10o/o gandum	8.4	39 ± 7.3	1.71 ± 0.17
A + 20o/o gandum	10.5	53 ± 9.9	1.86 ± 0.19
A + 30o/o gandum	12.4	75 ± 7.7	1.86 ± 0.15
Caseína	11.2	123 ± 23.5	2.49 ± 0.34

Peso promedio inicial: 47 g.

¹ Algunos animales perdieron peso.

Promedio ± DE.

DISCUSION

Los resultados del presente estudio indican la existencia de pequeñas diferencias en composición química proximal entre el gandul inmaduro (arveja) y el gandul maduro. Los dos granos contienen sustancias anti-fisiológicas, ya que el proceso de cocción indujo incrementos en calidad proteínica y en digestibilidad. El incremento fue mayor para el gandul maduro, datos sugerentes de que el grano maduro tiene mayor concentración de compuestos antifisiológicos que el inmaduro. Asimismo, la calidad proteínica es superior en el tierno, lo que podría deberse a que en este estado fisiológico la proteína contiene más aminoácidos azufrados, como lo sugieren los estudios de suplementación con aminoácidos. Singh, Jambunathan y Narayanan (5) informaron mayor contenido de aminoácidos azufrados en el gandul inmaduro que en el maduro, lo que se observó también en el presente estudio.

Con respecto a la suplementación del gandul tierno y el maduro al arroz, el inmaduro dio respuestas menores que el maduro. Es posible que ello se deba a que en el grano inmaduro existe una deficiencia mayor de treonina, que en el grano maduro. Este hecho es importante, ya que después de la lisina, la treonina es el segundo aminoácido limitante del arroz (10). Singh, Jambunathan y Narayanan (5) encontraron, en una variedad, valores más bajos de treonina en el grano inmaduro que en el maduro, pero los resultados no fueron consistentes.

Se ha comprobado que en aquellas poblaciones que consumen gandul tierno y arroz, generalmente la cantidad utilizada varía entre 20 y 30^o/o. Finalmente, el gandul suplementa relativamente bien al sorgo, al maíz tierno y al maduro, siendo adecuadas las cantidades de 20, 20 y 30^o/o, respectivamente. Sin embargo, como lo indican los resultados, se requiere menos cantidad para el sorgo que para el maíz maduro, y en el sorgo el valor suplementario es mayor. Esto lo explica la presencia de triptofano, aminoácido limitante en la proteína del maíz (11), pero no así en el sorgo. Este aminoácido se encuentra también en mayor cantidad en el grano tierno de maíz (12), lo que explicaría también el efecto de una menor cantidad de gandul inmaduro para el maíz inmaduro. Desde el punto de vista práctico, la información dada a conocer en este artículo puede ser útil en programas de desarrollo de hortalizas y de educación nutricional, particularmente en regiones tropicales donde el gandul crece relativamente bien y produce grano.

SUMMARY

NUTRITIONAL QUALITY OF IMMATURE AND MATURE PIGEON PEA
AND ITS SUPPLEMENTARY VALUE TO CEREALS

The purpose of the present research was to determine the differences which could exist between immature and mature pigeon pea in gross chemical composition and protein quality, raw and cooked, as well as their respective supplementary value to rice, and to mature and immature corn and sorghum. The chemical composition data showed only small differences in proximate composition between the mature and immature grain. The cooking process did not affect chemical composition. Based on

the FAO/WHO amino acid reference pattern, immature pigeon pea was more deficient in threonine than mature pigeon pea, which was limiting in valine. Both grains were limiting in sulfur amino acids. The protein quality of the immature grain was higher than that of the mature grain, and both responded positively to cooking, suggesting the presence of antiphysiological substances in both. Amino acid supplementation studies demonstrated that both the immature and mature grain responded to methionine addition, the first limiting amino acid, and to tryptophan, the second limiting amino acid. The effects were more marked when samples were cooked. Both types of grains were good supplements to rice, when added in amounts of 10-20%. Mature pigeon peas supplemented relatively well the proteins of sorghum, immature and mature corn, at the 20, 30 and 20% levels, respectively. The differences found could be explained on the basis of the amino acids limiting cereal grains and pigeon peas protein.

BIBLIOGRAFIA

1. Sánchez Nieva, F., M. A. González & J. R. Benero. The effects of some processing variables on the quality of canned pigeon peas. *J. Agric. Univ. P. R.*, 45:232-258, 1961.
2. Singh, U. & R. Jambunathan. Methods for the estimation of protein in pigeon pea (*Cajanus cajan* (L) Millsp.) and the relationship between whole grain and dhal protein contents. *J. Sci. Food Agric.*, 32:705-710, 1981.
3. Braham, J. E., R. Maddaleno Vela, R. Bressani & R. Jarquín. Efecto de la cocción y de la suplementación con aminoácidos sobre el valor nutritivo de la proteína del gandul (*Cajanus indicus*). *Arch. Venezol. Nutr.*, 15:19-32, 1965.
4. Singh, U., R. Jambunathan & S. Gurtu. Seed protein fractions and amino acid composition of some wild species of pigeon pea. *J. Food Sci. Technol. India* 18 (3):83-85, 1981. (c.f. *Food Sci. Technol. Abst.*, 15(9), Abst. 9J1485).
5. Singh, U., R. Jambunathan & A. Narayanan. Biochemical changes in developing seeds of pigeon pea (*Cajanus cajan*). *Phytochemistry*, 19:1291-1295, 1980.
6. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of the AOAC*. 12th ed. William Horwitz (Ed.). Washington, D. C., The Association, 1975, 1094 p.
7. Hegsted, D. M., R. C. Mills, C. A. Elvehjem & E. B. Hart. Choline in the nutrition of chicks. *J. Biol. Chem.*, 138:459-466, 1941.
8. Manna, L. & S. M. Hauge. A possible relationship of vitamin B₁₃ to orotic acid. *J. Biol. Chem.*, 202:91-95, 1953.
9. FAO/WHO. *Energy and Protein Requirements*. Geneva, World Health Organization, 1973. (Technical Report Series 522).
10. Pecora, L. J. & J. M. Hundley. Nutritional improvement of white polished rice by the addition of lysine and threonine. *J. Nutr.*, 44:101-112, 1951.
11. Bressani, R., L. G. Elías & J. E. Braham. Suplementación con aminoácidos, del maíz y de la tortilla. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18(2):123-134, 1968.
12. Gómez-Brenes, R. A., L. G. Elías & R. Bressani. Efecto del proceso de maduración del maíz sobre su valor nutritivo. *Arch. Latinoamer. Nutr.*, 18(1):65-79, 1968.