

EFFECTO DE LA SUPLEMENTACION CON METIONINA Y TRIPTOFANO SOBRE EL VALOR NUTRITIVO DEL FRIJOL GANDUL, (*CAJANUS CAJAN*) UTILIZADO COMO FUENTE DE PROTEINA¹*

Carlos M, Campabadal**, Emilio Vargas**, Miguel Musmanni**,
Mario Murillo** y Raúl Fournier***.

ABSTRACT

Effect of supplementation with methionine and triptophane on the nutritional value of pigeon pea (*Cajanus cajan*) used as a source of protein The present study was conducted to evaluate the effect of methionine and triptophane supplementation on the protein quality of Pigeon Pea. Four treatments were evaluated: A – Pigeon Pea; B – Pigeon Pea + 0.1% Triptophane and 0.3% Methionine; C – Pigeon Pea + 0.2% Triptophane and 0.3% Methionine; D – Control (dried whole milk). Thirty-two weaning rats were divided according to weight and sex in 8 animals per treatment. Feed and water were supplied *ad libitum*.

There were significant differences between treatments. Rats fed the Pigeon Pea diet without supplementation of amino acids had the lowest ($P < .05$) gains of all treatment. However, there were no significant differences among the other groups.

Rats fed the unsupplemented Pigeon Pea diet consumed the lowest amount of feed, but did not show differences ($P < .05$) with the other treatments. The best feed conversion was obtained by the control group, followed by the two Pigeon Pea diets supplemented with methionine and triptophane. The control group also obtained the highest dry matter, and crude protein digestibility and Protein Efficiency Ratio.

INTRODUCCION

Uno de los principales problemas en la alimen-

tación humana y de animales monogástricos es la falta de fuentes adecuadas de proteína. Tradicionalmente, las fuentes usadas comúnmente en las dietas de animales son: harina de soya, harina de pescado, harina de carne y hueso y harina de semilla de algodón; presentando éstas ciertas limitaciones en cuanto a precio, contenido de sustancias tóxicas y niveles a utilizar en las raciones.

Una solución a este problema, es la utilización de fuentes no tradicionales de proteína, como son las leguminosas de grano. Estas plantas no sólo contienen un nivel adecuado de proteína, sino que

1 Recibido para su publicación el 17 de abril de 1978.

* Proyecto 02-07-06-35 de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica.

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

*** Estudiante de la misma Escuela.

son de bajo costo de producción y de gran adaptabilidad a nuestras condiciones ecológicas (10).

El fíjil gandul (*Cajanus cajan*), es una de estas leguminosas de grano que puede llegar a ser de gran importancia económica en la alimentación animal. Es fácil de cultivar, resistente a la sequía y de gran adaptación al trópico (9, 20). Sin embargo, a pesar de esto, su utilización como fuente de proteína se ve limitada por la presencia en las semillas crudas de sustancias productoras de diversos efectos fisiológicos (5), y por la carencia de algunos amino ácidos esenciales, lo que disminuye su valor nutritivo (1).

La suplementación del gandul con amino ácidos ha sido sugerida por Braham *et al* (3) y Jaffé (5, 6, 7, 8). Vijayalaksmi *et al* (20) obtuvieron mejores rendimientos en ganancia de peso, conversión alimenticia y relación de eficiencias protéica, cuando las dietas fueron suplementadas con metionina y triptófano. Similarmente Braham *et al* (3), encontraron mejores ganancias y conversiones para el gandul suplementado con lisina, metionina y triptófano.

El objetivo de la presente investigación fue el de evaluar la calidad biológica de la proteína del grano de frijol gandul (*Cajanus cajan*), con o sin suplementación de amino ácidos (metionina y triptófano), así como, medir el efecto de esta leguminosa sobre las ganancias y conversiones alimenticias de animales de laboratorio.

MATERIALES Y METODOS

Un total de 32 ratas blancas recién destetadas fueron distribuidas de acuerdo al peso y al sexo en 4 grupos de 8 animales cada uno; se alojaron en jaulas metálicas individuales con fondo levantado de cedazo. Se evaluó las siguientes dietas: A— Frijol gandul; B— Frijol gandul + 0,1% de triptófano y 0,3% de metionina; C— Frijol gandul + 0,2% de triptófano y 0,3% de metionina; D— Control (leche deshidratada).

El trabajo experimental duró un período de 28 días, y se evaluaron los siguientes parámetros: ganancia de peso, consumo de alimento, conver-

sión alimenticia, digestibilidad de la materia seca, digestibilidad de la proteína cruda y relación de eficiencia proteica.

Los animales se pesaron individualmente cada 7 días durante cuatro semanas consecutivas, lo mismo que el alimento suministrado y el rechazado. La prueba de digestibilidad duró 14 días; 9 días de adaptación y 5 días de recolección, utilizando el método de colección total descrito por Maynard y Loosli (12).

Las dietas se calcularon isocalóricas e isoprotéicas, usándose como única fuente protéica el gandul y la leche deshidratada. El contenido de proteína en las dietas fue de un 10%, valor estandar para la determinación de la relación de eficiencia protéica (3). El gandul se calentó a una temperatura de 121 C en autoclave durante 15 minutos, tiempo suficiente para destruir los inhibidores fisiológicos (13). Luego, se secó a 60 C y se molió para ser incorporado a las raciones. El almidón de yuca y el aceite vegetal fueron usados como fuente de energía. Las dietas fueron suplementadas con metionina y triptófano, de acuerdo a los tratamientos, lo mismo que con vitaminas y minerales para llenar los requerimientos de crecimiento de las ratas (4, 11, 14); como fuente adicional de vitaminas se usó el aceite de bacalao. La composición porcentual y química de las dietas se presenta en el Cuadro 1.

El contenido de materia seca y proteína de las materias primas y dietas fue determinado por el método de la A.O.A.C. (2). Se utilizó un diseño experimental completamente al azar y se compararon efectos de tratamientos, sexo y sus interacciones. Para comparar las medidas de los tratamientos se utilizó la Prueba de Duncan. Las diferencias significativas fueron asociadas con un mínimo de probabilidad a un nivel de 0,05%.

RESULTADOS

El Cuadro 2 presenta los valores de la ganancia de peso, consumo de alimento y conversión alimenticia durante todo el período experimental.

Cuadro 1. Composición de las dietas*.

Ingredientes %	Tratamientos			
	A	B	C	D
Gandul	53,19	53,19	53,19	—
Leche íntegra deshidratada	—	—	—	39,37
Almidón de yuca	35,81	35,41	35,31	54,63
Aceite vegetal	5,00	5,00	5,00	—
Aceite de bacalao	1,00	1,00	1,00	1,00
Minerales**	5,00	5,00	5,00	5,00
Metionina	—	0,30	0,30	—
Triptófano	—	,10	0,20	—
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00

* Todas las dietas contenían 5 ml/100 g de una solución de complejo vitamínico. (11)

** Mezcla mineral Hegsted *et al.* (4)

Análisis %

Materia seca	90,21	90,35	90,14	90,89
Proteína cruda	10,21	10,24	10,18	10,36
Metionina***	0,05	0,35	0,35	0,25
Triptófano***	0,06	0,16	0,26	0,17

*** Valores calculados.

Cuadro 2. Efecto de la suplementación de aminoácidos en el rendimiento de ratas alimentadas con frijol de gandul.

Tratamientos	A	B	C	D
Nº de ratas	8	8	8	8
Peso inicial g	50,50	50,50	50,50	50,50
Peso final g	124,06	149,38	163,56	155,63
Ganancia diaria g	2,63 ^a	3,53 ^b	4,04 ^b	3,76 ^b
Consumo de alimento g	11,70	13,00	13,94	12,41
Conversión alimenticia	4,45 ^a	3,68 ^b	3,45 ^b	3,30 ^b

a,b Medidas en la misma línea con distinta letra, difieren significativamente ($P < ,05$)

A — Gandul

B — Gandul + 0,1 % triptófano y 0,3 % metionina

C — Gandul + 0,2 % triptófano y 0,3 % metionina

D — Control (leche íntegra deshidratada).

Las ganancias diarias de peso variaron estadísticamente ($P < ,05$) entre tratamientos. Las ratas que consumieron la dieta de gandul sin la suplementación de amino ácidos, tuvieron ganancias de peso más bajas y significativamente diferentes a las de las dietas de gandul suplementadas con amino ácidos y a la dieta control. A pesar de que no hubo diferencias significativas entre las ganancias de peso de las ratas consumiendo la dieta control y las dietas de gandul suplementadas con amino ácidos, la mayor ganancia de peso fue obtenida por la dieta de gandul más 0,2% de triptófano y 0,3% de metionina, seguida por la dieta control y luego por la de gandul con 0,1% de triptófano y 0,3% de metionina respectivamente.

El consumo de alimento no difirió significativamente entre tratamientos. El mayor consumo de alimento lo obtuvieron las ratas alimentadas con la dieta de gandul suplementadas con el nivel más alto de triptófano, seguidos respectivamente por las de menor nivel de suplementación y la dieta control (leche deshidratada). El menor consumo de alimento lo obtuvieron las ratas alimentadas con gandul sin la suplementación de amino ácidos.

Hubo diferencias significativas entre tratamientos en la conversión alimenticia. Las ratas que consumieron la dieta de gandul sin suplementación de amino ácidos obtuvieron las más pobres conversiones ($P < ,05$), mientras que las dietas de gandul suplementadas con metionina y triptófano obtuvieron eficiencias estadísticamente similares a la dieta control.

Un resumen de la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y de la relación de eficiencia proteica (PER) se observa en el Cuadro 3.

La digestibilidad de la materia seca difirió estadísticamente ($P < ,05$) entre dietas. Las ratas alimentadas con la dieta control tuvieron los valores más altos de digestibilidad de la materia seca. Las dietas de gandul con o sin la suplementación de metionina y triptófano dieron una digestibilidad de materia seca similar entre sí, pero significativamente más baja que la dieta a base de leche deshidratada.

Cuadro 3. Efecto de la suplementación con aminoácidos sobre la digestibilidad de la materia seca, proteína cruda y relación de eficiencia proteica en ratas alimentadas con frijol gandul.

	TRATAMIENTOS			
	A	B	C	D
Digestibilidad de la Materia seca %	83,01 b	84,36 b	83,68 b	97,79 ^a
Digestibilidad de la Proteína cruda %	51,88 b	54,20 b	52,53 b	80,40 ^a
Relación de eficiencia proteica (PER)	2,12 b	2,66 ^a	2,69 ^a	2,99 ^a

a,b Medidas en la misma línea con distinta letra difieren significativamente ($P < ,05$)

- A - Gandul
- B - Gandul + 0,1% triptófano y 0,3% metionina
- C - Gandul + 0,2% triptófano y 0,3% metionina
- D - Control (leche íntegra deshidratada).

Las ratas alimentadas con la dieta control obtuvieron una digestibilidad de la proteína cruda muy superior ($P < ,05$) a la de las dietas a base de gandul. La suplementación con amino ácidos no incrementó la digestibilidad de la proteína gandul.

No hubo diferencias ($P < ,05$) en la relación de eficiencia protéica entre la dieta control y las dietas de gandul suplementadas con triptófano y metionina. Sin embargo, las ratas que consumieron la dieta de gandul sin aminoácidos obtuvieron las más pobres ($P < ,05$) relaciones de eficiencia protéica.

No hubo diferencias significativas en la ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, digestibilidad de la materia seca y de la proteína y la relación de eficiencia protéica entre sexos. Tampoco hubo diferencias estadísticas ($P < ,05$) para la interacción de los tratamientos por sexos en todos los parámetros evaluados.

DISCUSION

Los resultados del presente estudio, indican que las menores ganancias de peso durante la investigación fueron obtenidas por las ratas que consumieron la dieta a base de gandul sin la suplementación con metionina y triptófano, lo cual indica que la proteína del frijol de gandul es limitante en estos amino ácidos. Resultados similares han sido encontrados por numerosos autores (3, 5, 6, 7). Las mejores ganancias de peso fueron obtenidas por las ratas alimentadas con la dieta de gandul suplementado con 0,2% de triptófano y 0,3% de metionina.

Resultados de aumento de peso de 5 g/día y de 4,57 g/día fueron obtenidos por Braham *et al* (3) suplementando el gandul con 0,3% de metionina y 0,1% de triptófano y con 0,2% de metionina y 0,1% de triptófano, respectivamente, lo que concuerda con los datos obtenidos al suplementar gandul con 0,1% de triptófano y 0,3% de metionina en la presente investigación.

Comparando el efecto de la suplementación de amino ácidos en el consumo de alimento, se observaron consumos superiores para las dietas suplementadas y principalmente para la dieta con

el nivel mayor de triptófano. Similares resultados obtuvieron Braham *et al* (3). El menor consumo de alimento obtenido por las ratas que recibieron gandul sin la suplementación de amino ácidos, es el producto del efecto de un imbalance de amino ácidos. La influencia del nivel de amino ácidos en la dieta sobre el consumo de alimento es conocido desde hace mucho tiempo (15). Rogers y Leung (18), demostraron que el consumo de alimento en ratas decrecía marcadamente cuando la dieta presentaba niveles bajos de un amino ácido esencial. En el presente caso, la dieta de gandul sin suplementación de amino ácidos es deficiente en metionina y triptófano. Similarmente Peng *et al* (15), demostraron que la suplementación de 0,3% de metionina en dietas deficientes mejoró el consumo de alimento y la ganancia de peso. Ellos concluyeron que el imbalance de amino ácidos producía una alteración en el cerebro que afectaba el consumo de alimento.

Los animales alimentados con gandul sin la suplementación de metionina y triptófano, presentaron las más pobres conversiones de alimento, lo cual concuerda con los resultados de Braham *et al* (3). Cuando una proteína se caracteriza por tener concentraciones bajas de uno o más amino ácidos esenciales, la eficiencia de utilización de los otros amino ácidos es limitada (17), razón por la cual se observó ganancias pobres de peso y una alta conversión alimenticia cuando el gandul no se suplementó con los 2 amino ácidos limitantes. Los mejores rendimientos de las ratas que consumieron gandul más los diferentes niveles de amino ácidos, están de acuerdo con el principio básico que dice: para mejorar el patrón de amino ácidos de una proteína, los amino ácidos limitantes (metionina y triptófano en este caso) deben ser agregados a la dieta, en tal proporción que, el total de ellos en la proteína de la dieta estén en balance con los otros amino ácidos, con el propósito de obtener las mejores respuestas biológicas.

La digestibilidad de la materia seca y de la proteína cruda no variaron entre los distintos tratamientos de gandul con o sin la suplementación de amino ácidos. Esto se debe a que, la adición de amino ácidos esenciales limitantes en el grano de gandul, no tienen ningún efecto marcado sobre la digestibilidad de nutrientes, sino que, lo que se mejora es la calidad de la proteína.

La mayor relación de eficiencia protéica, obtenida al suplementar el gandul con metionina y triptófano es el resultado de un mejor balance de amino ácidos, ya que ocurre una mayor ganancia por grano de proteína consumida, por lo que, se mejora la utilización de las proteínas de la dieta. Resultados similares han sido encontrados por Braham *et al* (3), Sirinit *et al* (19) y Vijayalaxmi *et al* (20).

En base a estos resultados se puede concluir en general que, la metionina y el triptófano son amino ácidos limitantes en el patrón protéico del frijol gandul; lo que afecta el rendimiento de los animales que consuman esta leguminosa como única fuente de proteína. La adición de 0,3% de metionina y 0,2% de triptófano producen mejores ganancias de peso, conversiones de alimento y relación de eficiencia protéica.

RESUMEN

Se realizó un estudio con el objetivo de evaluar el efecto de la adición de triptófano y metionina sobre la calidad biológica de la proteína del frijol gandul. Se evaluaron los siguientes tratamientos: A— Frijol gandul, B— Frijol gandul + 0,1% triptófano y 0,3% metionina, C— Frijol gandul + 0,2% triptófano y 0,3% metionina y D— Control (leche íntegra deshidratada).

Un total de 32 ratas blancas recién destetadas, fueron agrupadas de acuerdo al peso y al sexo en 8 animales por tratamiento y alojados en jaulas metálicas con fondo de cedazo. El trabajo experimental duró un período de 28 días y se evaluaron los siguientes parámetros: ganancia de peso, consumo de alimento, conversión alimenticia, digestibilidad de la materia seca y de la proteína cruda y relación de eficiencia protéica.

Los resultados indicaron que, la ganancia de peso fue superior, pero no estadísticamente significativa para el grupo de gandul suplementado con 0,2% de triptófano y 0,3% de metionina. Las ganancias diarias del grupo control y del grupo de gandul suplementado con 0,1% de triptófano y 0,3% de metionina fueron similares. El tratamiento de gandul sin la suplementación de amino ácidos

obtuvo la menor ganancia de peso ($P < ,05$). No hubo diferencia significativa para el consumo de alimento entre tratamientos.

El grupo de gandul sin la suplementación de triptófano y metionina, requirió ($P < ,05$) más alimento por gramo de ganancia que los otros tres tratamientos. La mejor eficiencia de conversión de alimentos la obtuvo el grupo control, seguido por los dos grupos de frijol gandul más triptófano y metionina. La dieta control, obtuvo los porcentajes más altos de digestibilidad de la materia seca y de la proteína cruda y la mayor relación de eficiencia protéica. No hubo diferencias en la digestibilidad de la materia seca y de la proteína cruda entre las dietas a base de gandul con o sin la suplementación de amino ácidos. La dieta de gandul más 0,2% de triptófano y 0,3% de metionina, produjo la más alta relación de eficiencia protéica entre las dietas a base de frijol gandul.

LITERATURA CITADA

1. AKBAR, S., KHAN, N.A. y HUSSAIN, T. Amino acid composition and nutritive value of arhar (*Cajanus cajan*) grown in Peshawar region. Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research 16:130-131. 1973.
2. A.O.A.C. Official methods of analysis. 11. ed. Washington, Association of Official Agricultural Chemistry, 1970.
3. BRAHAM, J.E., VELA, R.M., BRESSANNI, R. y JARQUIN, R. Efecto de la cocción y de la suplementación con amino ácidos sobre el valor nutritivo de la proteína del gandul. Archivos venezolanos de Nutrición 15:19-32. 1965.
4. HEGSTED, D.M., MILLS, R.C., ELVEHJEM, C.A. y HART, E.B. Choline in the nutrition of chicks. Journal of Biological Chemistry 138:459-466. 1941.
5. JAFFE, W.G. Factores tóxicos en leguminosas. Archivos Latinoamericanos de Nutrición 18:205-218. 1968.
6. ———. Limiting essential amino acid of some legume seeds. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine 71:398-399. 1949.

7. ———. Protein digestibility and trypsin inhibitor activity of legume seeds. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine 75:219-220. 1950.
8. ———. Semillas de leguminosas, como fuente de proteínas en América Latina. In Behar, M. y Bressani, R., eds. Recursos proteínicos en América Latina. Guatemala, INCAP, 1970.
9. JAYAL, M.M., GUPTA, P.S. y MAHADEVAN, V. Nutritive value of "Arhar" (*Cajanus indicus*) Bhoosa for feeding cattle. Indian Veterinary Journal 47:253-260. 1970.
10. JOHNSON, R.M. y RAYMOND, W.D. The chemical composition of some tropical food plants. 2. Pigeon peas and cowpeas. Tropical Sciences 6:68-73. 1964.
11. MANNA, L. y HAUGE, S.M. A possible relationship of vitamin B₁₃ to Orotic acid. Journal of Biological Chemistry 202:91-96. 1953.
12. MAYNARD, L.A. y LOOSLI, J.K. Animal nutrition. 6. ed. New York, Mc Graw-Hill, 1969.
13. MIRANDA, C.M. Efecto de la temperatura, germinación y suplementación con metionina sobre el frijol negro (*Phaseolus vulgaris*) usado en la alimentación animal. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía. 1975.
14. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of laboratory animals. No. 10 Nutritional Academy of Sciences. Washington, N.R.C., 1972.
15. PENG, Y.S., MELIZA, L.L., VAVICH, M.G. y KEMMERER, A.R. Changes in food intake and nitrogen metabolism of rats while adapting to a low or high protein diet. Journal of Nutrition 104:1008-1017. 1974.
16. PRINCE, G.M. y WERNER, J.C. Potencial forrajero en gandul y en maní perenne. Onceava Conferencia Anual sobre Ganadería y Avicultura en América Latina. Gainesville, 1977. p. A-9.
17. RERAT, A. Protein nutrition and metabolism in the growing pig. Nutrition abstracts and Reviews 42:13-39. 1972.
18. ROGERS, Q.R. y LEUNG, P.M. The influence of amino acids on the neuroregulation of food intake. Federation Proceedings 32:1709-1719. 1973.
19. SIRINIT, K., SOLIMAN, A.M., VAN LOO, A.T. y KING, K.W. Nutritional value of haitian cereal-legume blends. Journal of Nutrition 86:415-423. 1965.
20. VIJAYALAKSMI, D., KURIEN, S., NARAYANASWAMY, S.V. RAO y SWAMINATHAN, M. Blood amino acid studies in the weanling rat on diets containing raw and cooked redgram. Indian Journal of Nutrition and Dietetics 9:129-134. 1972.