

Cajanus cajan L. Millsp. (Gandul) Recurso Forrajero Explotable en México. Su Composición Química¹

A.J. Sandoval*, M.L. Arellano*, J.M. Carranco*, R.F. Pérez-Gil*, P. Balvanera**

ABSTRACT

A study was carried out in Mexico to determine the chemical composition, nutritive value, digestibility and antiphsiological factors of *Cajanus cajan* (pigeon pea) leaf and pod meal as a possible source of forage. Chemical proximate analysis, fibre fractions, *in vitro* dry matter and organic matter digestibility, minerals (calcium, phosphorus and iron), and antiphsiological factors (trypsin inhibitors, hemagglutinins, alkaloids, cyanogenic glucosides, saponins and tannic acid) were determined. Results were: crude protein 18.1%; crude fibre 29.9%; lignin 13.5%; *in vitro* dry matter and organic matter digestibility 53.4% and 50.5% respectively. With respect to calcium, phosphorus and iron content, values were 860, 2.24 and 28.09% mg/100 g respectively. Values for tannic acid were 1321 TIU/g, and 3.18 g/100 g. No alkaloids or saponins in leaves and pods were detected. We can thus conclude that *C. cajan* pods and leaves may be useful as a supplement in the diet of ruminants. However due to its low digestibility and the tannic acid content it is doubtful whether it can be used in monogastric animals.

COMPENDIO

Se analizó la harina de una mezcla de hojas y vainas (sin semillas) de *Cajanus cajan* Millsp. (gandul) con la finalidad de determinar su composición química, digestibilidad y presencia de factores antifisiológicos y poder evaluar su potencial como recurso forrajero en México. Se realizó el análisis químico aproximado, fracciones de fibra, digestibilidad *in vitro* de materia seca y orgánica, minerales (calcio, hierro y fósforo) y factores antifisiológicos (inhibidor de tripsina, hemaglutininas, alcaloides, glucósidos cianogénicos, saponinas y taninos). El contenido de proteína cruda fue del 18.1%; y el de fibra cruda, del 29.9 por ciento. La cantidad de lignina, 13.5%, la digestibilidad *in vitro* de materia seca, 53.4%, y de materia orgánica, 50.5 por ciento. Se detectaron 860 mg/100 g de calcio, 2.24 mg/100 g de fósforo y 28.09 mg/100 g de hierro. Se encontraron 1321 unidades inhibitorias de tripsina (UIT) por gramo y 3.18 g de ácido tánico por cada 100 g de muestra. Alcaloides en forma escasa y trazas de saponinas. No se detectaron hemaglutininas ni glucósidos cianogénicos. Aunque el contenido de proteína cruda en gandul (hojas y vainas sin semilla en estado maduro) es bueno, dada su baja digestibilidad y el problema que pudiera representar el contenido de ácido tánico en su utilización por parte de los animales, puede considerarse como un alimento complementario dentro de la dieta de los rumiantes.

INTRODUCCION

La escasez de alimentos en general —especialmente los de alta calidad proteínica—, aunada bajo poder adquisitivo de la población (16), ha creado una situación de malnutrición en México y en el mundo. En las zonas rurales y en las marginadas de los centros urbanos, la alimentación es la base de dietas pobremente balanceadas (17); por lo que es necesario cubrir sus necesidades nutritivas, incrementando la producción agropecuaria a bajo

¹ Recibido para publicación el 13 de febrero de 1989.

* Departamento de Nutrición Animal, División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos, Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", Vasco de Quiroga No. 15, México, D.F. 14000, México.

** Jardín Botánico, Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Jardín Botánico Exterior, Ciudad Universitaria, México, D.F.

costo; lo que en la actualidad, dada la situación existente, es muy difícil de realizar (16).

El cultivo de las leguminosas es una alternativa más para la producción e incremento de alimentos proteínicos. Muchas de ellas han sido poco estudiadas, por lo que se les desconocen sus atributos particulares y, aunque otras ya son conocidas, sus posibilidades de explotación no están totalmente difundidas (24).

Las leguminosas de grano se cultivan en todo el mundo y su utilidad radica en que se emplean tanto en alimentación humana como animal (7). En México, existe la leguminosa de grano, *Cajanus cajan* (L.) Millsp., llamada gandul, guandul, frijol de palo, "pigeon pea", entre otros (2, 21), la cual aunque ya es conocida en varias partes por su calidad alimenticia, en México aún es un recurso no convencional no muy bien investigado y utilizado en pequeñas poblaciones donde crece en forma silvestre.

Dado que *C. cajan* tiene un buen contenido proteico (hasta 18%) (4), sirve como cosecha de cubierta (13); es un forraje potencial anual en otoño (25); se puede alternar con otros cultivos de la misma tierra en diferentes épocas del año, haciéndola más productiva (30); y además existe en México a lo largo de la costa del Pacífico y en la planicie del Golfo de México aún en forma silvestre: surge la inquietud de realizar un estudio de la composición química del gandul para promover su cultivo, mejoramiento y utilización como forraje en México. Por tanto el objetivo del presente trabajo fue determinar su composición química, contenido de minerales, fracciones de fibra, digestibilidad *in vitro* así como factores antifisiológicos de hojas y vainas (sin semilla).

REVISION DE LITERATURA

El gandul es un arbusto perenne o anual originario de la India, que mide de 0.6 m a 3.6 m de altura; su distribución es pantropical (25) de amplia adaptación; su grano es consumido por humanos y las vainas verdes y hojas pueden constituir un forraje excelente; incluso pueden ser henificadas y ensiladas con buenos resultados (21, 29).

La mayoría de los trabajos realizados con *C. cajan* tratan la producción de materia seca (MS) y de proteína cruda (PC), y del desarrollo como forraje o

en diferentes épocas de corte (12). A los 75 d y 90 d de edad, el contenido de proteína cruda es de 15.4% a 17.26% y el de fibra cruda de 34.73% a 40.88%, respectivamente, y la cosecha se aprovecha henificando (14).

El valor nutritivo de la hierba es alto; Bogdan (4) reporta los valores publicados por Akinola con un contenido de PC del 10% al 18% y una digestibilidad del 60% al 88 por ciento. Por otro lado, Kay (20) informa un contenido para hojas y vainas secas del 6% de humedad, 15% de proteína, 14% de fibra. El contenido de minerales fluctúa dependiendo de la maduración de la planta.

Se han realizado estudios con harina de hoja del *gandul*, incluyéndola en un 7.5% al 15% en una ración para pollos de nueve semanas, y se llegó a la conclusión de que dichos niveles no fueron tóxicos ni afectaron la ganancia de peso ni la eficiencia alimenticia (12); incluso en otro estudio, Bo Göhl (5) menciona niveles hasta del 30% en la ración para pollos sin que se afectara la ganancia de peso.

También se han realizado pruebas en cabritos alimentados con forraje verde al 50% de floración con y sin 20% de suplemento con cebada; obteniendo en esta última mayor consumo de materia seca y digestibilidad de los nutrimentos (8). Por otro lado, con cabras jóvenes en pastoreo de *C. cajan* en madurez temprana, se obtuvo una ganancia diaria de peso de 58 g (33), y Bint y Norton, en otro estudio sobre suplemento con sorgo en las primeras seis semanas, lograron una ganancia diaria de peso de 119 g (3).

También se han hecho trabajos con ganado de engorde. Considerando que una hectárea de cultivo puede sustentar de 0.8 a 3.6 cabezas por hectárea, se obtuvieron ganancias diarias de 680 g a 1250 g (4).

Por otro lado, entre otros usos, las hojas tiernas, flores, semillas y raíz se utilizan en la medicina tradicional (6, 23).

MATERIALES Y METODOS

La parte aérea de la planta de *C. cajan* se recolectó en Soyata, San Andrés, Tuxtla, en el Estado de Veracruz, por personal del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la Universidad Nacional

Autónoma de México (UNAM), y fue enviada al Departamento de Nutrición Animal de la División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos del Instituto Nacional de la Nutrición "Salvador Zubirán", en donde fue analizada.

El sitio de recolección se localiza a 95°17' longitud Oeste y 18°21' latitud Norte a 100 metros sobre el nivel del mar. Su temperatura media anual es de 27°C y su precipitación pluvial de 300 mm (mínima) y 1200 mm (máxima). La planta recolectada corresponde a la variedad de maduración tardía de nueve meses de edad en completo estado de maduración. Al ser recibida, se procedió a separar manualmente hojas (con tallos delgados) y vainas, extrayendo de éstas las semillas destinadas a consumo humano; además se desecharon tallos gruesos que no son consumidos por el ganado, y material ajeno a la muestra (tierra, hierbas y otros). De esta manera únicamente se analizó el material que es consumido actualmente por el ganado en la zona de recolección. La proporción de hojas por vaina se conservó ya que sólo se analizó la cantidad de vainas correspondientes a las plantas recolectadas.

La materia prima se secó a 55°C y se mezclaron y molieron vainas (sin semilla) y hojas en un molino de cuchillas con malla de 1 mm hasta la obtención de la harina. Esta se homogeneizó y una pequeña porción fue molida pasándola por una malla número 60 hasta obtener harina fina para análisis especiales.

Las determinaciones realizadas a la harina fueron: análisis químico aproximado por los métodos de la AOAC (1); fracciones de fibra por el método de Van Soest y Wine (32); digestibilidad *in vitro* de la materia seca y de la materia orgánica por la técnica de Tilley y Terry (31); calcio, hierro y fósforo por los métodos de la AOAC (1); inhibidor de tripsina por la técnica de Kakade *et al.* (19); hemaglutininas por la técnica de Jaffé *et al.* (18); alcaloides por el método cualitativo (11); glucósidos cianogénico y tanino por los métodos de la AOAC (1) y saponinas por la técnica de Monroe *et al.* (22).

Cada determinación se realizó por sextuplicado y se calcularon la media y la desviación estándar.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis químico aproximado de la harina de hojas y vainas (sin semilla) de *C. cajan*

se pueden observar en el Cuadro 1. El contenido de proteína cruda en base seca fue del 18%; valor que se encuentra dentro de los límites determinados para las leguminosas. La fibra cruda fue elevada y, analizando las fracciones determinadas a ésta (Cuadro 2), se observa que las paredes celulares constituyeron un 47.9 por ciento. El valor de celulosa fue del 23.3%, contenido que no representaría un problema para la alimentación de rumiantes; pues éstos son capaces por medio de los microorganismos de la rumiatura de degradarla y aprovechar como fuente de energía los productos de dicha degradación. De lignina se detectó un 13.5%, valor que es elevado pero que era de esperarse, pues, en general, la cantidad de lignina aumenta conforme va madurando la planta (32) y la presente muestra estaba en estado de maduración completa.

Cuadro 1. Análisis químico aproximado de la harina de mezcla de hojas y vainas (sin semilla) de *Cajanus cajan* (gandul)¹.

	(g/100 g) ²
Proteína cruda (N x 6.25)	18.09 ± 0.17
Fibra cruda	29.88 ± 0.34
Extracto etéreo	5.33 ± 0.41
Cenizas	6.88 ± 0.06
Extracto libre de nitrógeno	39.89

1 Media ± desviación estándar.

2 Base seca

Cuadro 2. Fracciones de fibra de la harina de mezcla de hojas y vainas (sin semilla) de *Cajanus cajan* (gandul)¹.

	(g/100 g) ²
Contenido celular	52.12 ± 0.15
Paredes celulares	47.88 ± 0.15
Celulosa	23.32 ± 0.10
Hemicelulosa	7.84 ± 0.93
Lignina	13.55 ± 0.88
Silíce	1.41 ± 0.13

1 Media ± desviación estándar

2 Base seca

La lignina al estar asociada con los hidratos de carbono de la pared celular, disminuye la digestión de la fibra y de la materia seca en general (31). En la muestra del estudio, este hecho se vio reflejado ya que la digestibilidad *in vitro* tanto de la materia seca como de la materia orgánica fueron bajas (Cuadro 3), siendo del 53.4% y del 50.5%, respectivamente. Sin embargo aunque los resultados de esta investigación fueron bajos, otros autores han informado que la digestibilidad del *C. cajan* es adecuada y que incluso cuando se suplementa con otros alimentos puede ayudar a aumentar el consumo voluntario de materia seca (3, 8, 27, 28, 33).

Cuadro 3. Digestibilidad *in vitro* de materia seca y materia orgánica en harina de mezcla de hojas y vainas (sin semilla) de *Cajanus cajan* (gandul)¹.

Digestibilidad <i>in vitro</i>	(g/100 g)
Materia seca	53.41 ± 1.24
Materia orgánica	50.51 ± 0.79

1 Media ± desviación estándar

En cuanto a los minerales (Cuadro 4), el calcio determinado a la muestra, 860 mg/100 g, podría ayudar a cubrir parte de las necesidades de los animales; aunque debe considerarse que éstas van a depender de la etapa de desarrollo y función de ellos (10). El fósforo resultó deficiente, 2.84 mg/100 g, como sucede generalmente con gran parte de los forrajes que consume el rumiante. Además es importante considerar en este punto que los minerales no se absorben en su totalidad, sino que únicamente cierto porcentaje de lo consumido.

Cuadro 4. Contenido de minerales en la harina de mezcla de hojas y vainas (sin semilla) de *Cajanus cajan* (gandul)¹.

Calcio	860 ± 0.05 mg/100 g
Fósforo	2.84 ± 0.04 mg/100 g
Hierro	28.09 ± 1.02 mg/100 g

1 Media ± desviación estándar

En las leguminosas es frecuente encontrar la presencia de algunos factores antifisiológicos. En el *C. cajan* analizado se detectó un inhibidor de tripsina en bajas cantidades (Cuadro 5) que no afectarían su consumo por parte de los animales; incluso se ha reportado que en la utilización de niveles del 7.5% al 15% del *C. cajan* en dietas para pollos, no se observaron alteraciones en la eficiencia alimenticia ni retraso en el crecimiento (12).

Cuadro 5. Factores antifisiológicos en la harina de mezcla de hojas y vainas (sin semilla) de *Cajanus cajan* (gandul).

Inhibidor de tripsina	1327.15 UII/g ¹
Hemaglutininas ²	Humano (-) Bovino (-) Conejo (-)
Alcaloides ² (prueba cualitativa)	Reactivo Mayer (+) Reactivo Wagner (+) Reactivo Dragendorff (+) Reactivo Sonnenschein (-)
Glucósidos cianogénicos	No detectados
Saponinas	(trazas)
Acido tánico	3182.51 mg/100 g ± 0.059

1 Unidades inhibitorias de tripsina

2 (-) no detectado
(+) escaso o dudoso
(++) moderado
(+++) abundante

Las hemaglutininas no se detectaron en sangre humana ni bovina ni cunícola. La prueba cualitativa de alcaloides indicó su presencia en forma escasa o dudosa en tres de los cuatro reactivos utilizados; no se conoce el tipo de alcaloides, ya que tan sólo en las especies dicotiledóneas se han detectado 3600 distintos alcaloides (11). Si se quiere conocer los alcaloides presentes en *C. cajan*, es necesario realizar técnicas específicas para cada uno.

No se detectaron glucósidos cianogénicos y se encontraron trazas de saponinas que no parecen representar un problema para el consumo de esta planta. La cantidad de ácido tánico determinada fue de 3.18 g/100 gramos. Los taninos son polifenoles que inhiben algunas enzimas; en la rumiatura

disminuyen el ARN, ADN y los ácidos grasos volátiles; aumentan la proteína en el fluido ruminal e inhiben el crecimiento bacteriano (9, 15); sin embargo, aunque existen datos sobre la cantidad de taninos que es perjudicial para pollos (2%) (26), no se encontró información sobre los niveles de ácido tánico que causan problemas en rumiantes.

CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos se puede concluir que aunque el contenido de proteína cruda es buena —dada la baja digestibilidad del *C. cajan* (hojas y vainas sin semilla en completo estado de maduración), y el posible problema que podría representar el contenido de ácido tánico en la utilización de la planta por parte de los animales— el *C. cajan* puede ser usado como un alimento complementario en la dieta de los rumiantes; sin embargo se recomienda realizar más estudios en el país acerca de su composición en las diferentes etapas vegetativas para estudiar cuál es la que aporta óptimos resultados (en cuanto a rendimiento y nutrimentos) con un aprovechamiento integral de la planta, tanto en alimentación animal como humana. También se sugieren pruebas de composición química y comportamiento animal con ensilajes con base en gandul para tratar de promover su mejoramiento y cultivo e integrar este recurso en la producción animal de México.

LITERATURA CITADA

1. AOAC (THE ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). 1984. Official methods of analysis. 14 ed. Washington, D.C.
2. AYKROYD, W.R.; DOUGHTY, J. 1964. Las leguminosas en la nutrición humana. Roma, FAO.
3. BINT, J.S.; NORTON, B.W. 1983. An evaluation of pigeon pea (*Cajanus cajan*) (L.) Millsp.) as a forage for grazing goats. Proceedings of the Australian Society of Animal Production 14:471-474.
También en: Nutrition Abstracts and Review. Series B: Livestock Feeds and Feeding 53(8):554.
4. BOGDAN, A.V. 1977. Tropical pasture and fodder plants. New York, Longman.
5. BO GOHL, ?. 1982. Piensos tropicales. Roma, FAO. Colección FAO: Producción y Sanidad Animal no 12.
6. BURKART, A. 1952. Las leguminosas argentinas. Buenos Aires. ACME.
7. CUBERO, J.I.; MORENO, M.T. 1983. Las leguminosas de grano. Madrid, Mundi-Prensa.
8. CHARAN, S.; KUMAR, P.; REKIB, A. 1982. Nutritional value of green arhar fodder (*Cajanus cajan*) for growing barbari kids. Indian Journal Nut. Diet 18:69-76.
También en: Nutrition Abstracts and Review. Series B: Livestock Feeds and Feeding 52(6):346.
9. CHAVAN, J.K.; KADAM, S.S.; GHONSIKAR, C.P.; SALUNKHE, D.K. 1979. Removal of tannins and improvement of *in vitro* protein digestibility of sorghum seeds by soaking in alkali. Journal of Food Science 44:1319-1321.
10. CHURCH, D.C. 1979. Digestive physiology and nutrition of ruminants. 2 ed. Corvallis, Oregon O & B Books. v. 2.
11. DOMINGUEZ, X.A. 1973. Método de investigación fitoquímica. México, D.F., Limusa.
12. EMBONG, W.M.; RAVOOF, A.A. 1981. Investigation of pigeon pea (*Cajanus cajan*) as a legume forage. In Feedingstuffs for Livestock in South East Asia. Malaysian Society for Animal Production Selangor.
También en: Nutrition Abstracts and Review. Series B: Livestock Feeds and Feeding 51(3):130.
13. ESCALANTE, E.C. 1946. Cultivo del frijol de árbol o gandul. Tierra (Méx.) 1:13,14,15.
14. FAVORETTO, V.I. 1979. Efeito de época de corte sobre a produção e composição: Bromatológica do guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp). Científica 7:505-510.
15. FERNANDEZ, M.J. 1983. Cuantificación de taninos en muestras de sorgo (*Sorghum vulgare*) procedente de varios estados de la república mexicana. Tesis Lic. México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
16. FERNANDEZ, R.J. 1982. Comparación de la productividad en kg de carne/ha de los pastizales nativos (*Paspalum* sp., *Axonopus* sp.) con y sin la introducción de leguminosas (*Glycine* Wight. and Arn.? var. Cooper y *Macrotyloma axillares*) y zacate elefante (*Pennisetum purpureum*). Tesis Lic. México, D.F., Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia.
17. GARCIA, M.M. 1984. Algunos aspectos sobre el valor nutritivo, evaluación biológica y factores toxicológicos de la chaya (*Cnidoscolus chayamansa*) para la alimentación humana. Tesis Lic. Veracruz, Ver., Universidad Veracruzana, Facultad de Nutrición.

18. JAFFE, W.G.; LEVY, A.; GONZALEZ, D.I. 1974. Isolation and partial characterization of bean phytohemagglutinins. *Phytochemistry* 13:2685-2693.
19. KAKADE, M.L.; RACHIS, J.J.; MCGHEE, J.E.; PUSKI, G. 1974. Determination of trypsin inhibitors activity of soy products: A collaborative analysis of an improved procedure. *Cereal Chemistry* 51:376-382.
20. KAY, D.E. 1979. Food legumes, crop and product digest. London, Tropical Products Institute. no. 3.
21. MATEO, B.J. 1961. Las leguminosas de grano. La Habana, Cuba, Instituto del Libro, Edición Revolucionaria.
22. MONROE, E.E.; WALL, E.; ROLLAND, M.L. 1952. Detection and estimation of steroidal sapogenin in plant tissue. *Analytical Chemistry* 24(8):1337-1341.
23. MORTON, J.F. 1976. The pigeon pea (*Cajanus cajan* Millsp.): A high protein, tropical bush legume. *HortScience* 11:11-19.
24. NAS (NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE) 1979. Tropical legumes: Resources for the future. Washington, D.C.
25. NORMAN, J.J.T.; SEARLE, P.G.E.; INGRAN, K.C.; BASKORO, J.B. 1980. Evaluation of pigeon pea (*Cajanus cajan*) as an autumn forage for coastal New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 20:55-62.
26. PRICE, M.L.; HAGERMAN, A.E.; BUTLER, L.G. 1980. Tannin content of cowpeas, chickpeas, pigeon peas and mongbeans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 28:459-461.
27. REUNION DE INVESTIGACION PECUARIA EN MEXICO (1986, México, D.F.). 1986. Consumo voluntario y digestibilidad del pasto nativo (*Axonopus* sp.; *Paspalum* spp.) suplementado con dos niveles de gandul (*Cajanus cajan*) en borregos pelibuey. Memorias. Livas y Murrieta. SARH/UNAM.
28. RUIZ, G.; FOULKES, D.; PRESTON, T.R. 1979. Digestibility and voluntary intake of derinded cane and stalk supplemented with different forages. *Tropical Animal Production* 4:109-110.
29. SAENZ, M.A. 1955. Los forrajes de Costa Rica. San José, C.R., Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, Editorial Universitaria.
30. SOLDEVILA, M.; SALAS, H.B. 1978. Utilization of pigeon pea (*Cajanus cajan*) by products as feed for beef cattle. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico* 62:424-427.
31. TEJADA, I. 1983. Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la nutrición animal. México, D.F., Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México.
32. VAN SOEST, P.J. 1982. Nutritional ecology of the ruminant. Corvallis, Oregon OB Books.
33. WIJNBERG, C.; WHITEMAN, P.C. 1985. Effect of stocking rate of goats and stage of crop growth when grazed on grain yield and goat production from pigeon pea (*Cajanus cajan*). *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 25:796-805.