

206  
29j



**CONTRIBUCION AL ESTUDIO BROMATOLOGICO DEL  
Cajanus cajan (L.) Millsp. (GANDUL) EVALUANDO  
SUS VAINAS Y HOJAS COMO RECURSO FORRAJERO  
EN MEXICO**

TESIS PRESENTADA ANTE LA

**División de Estudios Profesionales de la  
Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia  
de la**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

PARA LA OBTENCION DEL TITULO DE

**Médico Veterinario y Zootecnista**

POR

**Jorge Roberto Sandoval Aguilar**

Asesores:

- M. V. Z. LAURA ARELLANO MARTINEZ
- O. F. B. Ma. ELENA CARRANCO JAUREGUI
- M. V. Z. FERNANDO PEREZ-GIL ROMO



Universidad Nacional  
Autónoma de México



## **UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso**

### **DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

	<u>Página</u>
RESUMEN.....	1
INTRODUCCION.....	2
MATERIAL Y METODOS.....	19
RESULTADOS Y DISCUSION.....	22
LITERATURA CITADA.....	31
CUADROS. ....	39

LISTA DE CUADROS

	<u>Página</u>
CUADRO No. 1 ANALISIS QUIMICO APROXIMADO DE LAS HOJAS Y VAINAS DEL <u>Cajanus cajan</u> Y MARCO COMPARATIVO CON <u>Medicago sativa</u> .....	39
CUADRO No. 2 ANALISIS DE LAS FRACCIONES DE FIBRA DE LAS HOJAS Y VAINAS DEL <u>Cajanus cajan</u> (%).....	40
CUADRO No. 3 DIGESTIBILIDAD <u>in vitro</u> DE LA MATERIA SECA Y MATERIA ORGANICA DE LAS HOJAS Y VAINAS DE <u>Cajanus cajan</u> Y MARCO COMPARATIVO CON <u>Medicago sativa</u> .....	41
CUADRO No. 4 CONTENIDO DE MINERALES DE LAS HOJAS Y VAINAS DEL <u>Cajanus cajan</u> .....	42
CUADRO No. 5 RESULTADOS DE LAS DETERMINACIONES DE LOS FACTORES ANTIFISIOLOGICOS DE LAS HOJAS Y VAINAS DEL <u>Cajanus cajan</u> .....	43
CUADRO No. 6 RESULTADOS DE LAS DETERMINACIONES DE LOS FACTORES TOXICOS DE LAS HOJAS Y VAINAS DEL <u>Cajanus cajan</u> .....	44
CUADRO No. 7 DETERMINACION DE SAPONINAS Y ACIDO TANICO EN HOJAS Y VAINAS DE <u>Cajanus cajan</u> .....	45

## RESUMEN

SANDOVAL AGUILAR, JORGE ROBERTO. Contribución al estudio bromatológico del Cajanus cajan (L.) Millsp. (Gandul) evaluando sus vainas y hojas como recurso forrajero en México (bajo la dirección de: Laura Arellano Martínez, Ma. Elena Carranco Jáu regui y Fernando Pérez-Gil Romo).

Se determinó el valor nutritivo de las hojas y vainas del Cajanus cajan (Gandul), y la existencia de factores antinutricios, tóxicos y digestibilidad, para su evaluación como recurso forrajero y aprovechar la existencia en México de esta leguminosa forrajera productora de grano de alto valor nutritivo. Se realizó el análisis químico aproximado; fracciones de fibra; digestibilidad in vitro de MS y MO; minerales: calcio, fósforo y hierro; factores antifisiológicos: inhibidor de tripsina y hemaglutininas; factores tóxicos; prueba cualitativa de alcaloides y glucósidos cianogénicos y factores que alteran la digestión: saponinas y ácido tánico. El contenido de PC fue de 18.09%  $\pm$  0.17, FC de 29.88%  $\pm$  0.34; la cantidad de lignina fue 13.55%  $\pm$  0.88; la digestibilidad in vitro de MS 53.41%  $\pm$  1.24 y MO 50.51%  $\pm$  0.79; calcio 0.86  $\pm$  0.05 g/100g; inhibidor de tripsina 1 327 UIT/g y ácido tánico 3 182.5 mg/100g  $\pm$  0.059. Es un alimento de alto valor protefínico que como forraje o suplemento alimenticio pueden aprovechar los rumiantes y la utilización del grano para la alimentación humana y/o animal.

## INTRODUCCION

En el mundo existe una gran variedad de plantas comestibles que ofrecen enormes posibilidades alimenticias; pero a cuya investigación no se destinan los fondos necesarios, ni son reconocidas por la comunidad agrícola, porque se les mantiene en el ostracismo por su condición de "plantas de pobres". La mayoría de ellas no han sido objeto de investigaciones agrícolas ni de análisis nutricionales. Sin embargo, este tipo de plantas pueden ser de gran utilidad para el modo de vida, e incluso para la supervivencia de millones de personas (52).

La mal-nutrición en el mundo se debe entre otras causas, al bajo poder adquisitivo de la población y/o a la escasez de alimentos en general, especialmente en cuanto a los de alta calidad proteínica se refiere (21). En las zonas rurales y en las zonas marginadas de los centros urbanos (en donde el poder adquisitivo es mínimo) la población se alimenta con dietas pobremente balanceadas (23). Por lo tanto, una alternativa para cubrir las necesidades nutritivas de esa población, sería incrementar la producción agropecuaria a bajo costo, lo cual en la actualidad, resultaría prácticamente imposible de hacerse (21).

Las plantas de la familia Papilionoideae (Leguminosae), se consideran una buena opción para la producción y para el incremento de la proteína vegetal que el mundo necesitará en un futuro cercano. En los países en desarrollo estos cultivos se

consideran un buen mecanismo para aumentar rápidamente la producción de alimentos proteínicos (37). Las plantas leguminosas se encuentran en todo el mundo, y la mayor variedad crece en los trópicos y subtropicos; sin embargo, la botánica tropical parece estar abandonada, y es allí donde valiosas especies aguardan para ser investigadas (37,52).

Hace más de 50 años, la soya también fue una "planta de pobres", un cultivo de tercera clase y sólo apta para exportarla al Lejano Oriente. A partir de 1920, investigadores de la Universidad de Illinois, organizaron un amplio estudio de esta leguminosa, lo que permitió una amplia rama de investigación, que entre sus resultados se encuentra el hecho de que se pueda considerar actualmente a la soya como la planta que más proteínas ofrece al mundo (52).

Las leguminosas en su mayoría han sido poco estudiadas, algunas son conocidas en ciertas partes del mundo, pero desconocidas en otras; algunas más, son desconocidas por la ciencia, pero poseen atributos particulares, las cuales pueden producir en el futuro mejores cosechas; otras son ampliamente conocidas en el mundo, pero sus posibilidades de explotación no están bien difundidas (37).

Una de las características de estas plantas, es la de fijar el nitrógeno atmosférico a través de las bacterias que habitan en los nódulos de sus raíces, fertilizando a la planta. El resultado de lo anterior es que las leguminosas no requie-

ren del enriquecimiento con nitrógeno en el suelo para su crecimiento. En los países en desarrollo los fertilizantes nitrogenados son de elevado costo, por lo que una buena opción es el uso de cultivos de leguminosas. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que estas plantas pueden ser utilizadas como complementos, pero no como sustitutos de cosechas convencionales (37).

La Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos, en colaboración con más de 150 científicos, seleccionaron un lote de plantas leguminosas poco estudiadas que pudieran mejorar a la población de los países en desarrollo. En este trabajo recopilaron para su estudio cerca de 600 especies (37,52).

La mayoría de estas plantas son adaptables a las zonas calidas; característica de los trópicos en donde la riqueza y variedad de ellas es enorme. Los mejores especímenes quizás se encuentran en huertas familiares, pequeñas parcelas, cultivos mixtos, suelos pobres. Su supervivencia les permite adaptarse al modo de vida de la región, lo que las hace desconocidas para la ciencia (37,52).

Desde el punto de vista de su distribución geográfica y ecológica, y de su riqueza en géneros y especies, las leguminosas son las más útiles del Reino Vegetal. Además, en relación a los aspectos económicos, la familia Leguminosae sólo es superada por la Graminaceae en el número de especies, tanto domésticas como silvestres utilizadas por la humanidad (43).



Las leguminosas desde el punto de vista forrajero, presentan algunas cualidades que complementan a las de las gramíneas; como por ejemplo: a) Las leguminosas pueden incrementar la productividad primaria de los cultivos, al aportar la fijación de nitrógeno atmosférico a los suelos generalmente deficientes en ese elemento primario. b) Las leguminosas por su mayor contenido de proteína, mejoran la calidad nutritiva de los forrajes; incrementando los niveles de consumo voluntario y la digestibilidad de los zacates maduros y secos (21,43).

En las zonas tropicales de América Latina, los rumiantes obtienen del 90 al 100% de sus nutrimentos a partir de forrajes para la producción de leche y carne. Actualmente se realizan esfuerzos en los trópicos para obtener mayor productividad animal, mediante la introducción de nuevas especies forrajeras en lugar de las gramas nativas (21). Un ejemplo de lo anterior, sería la utilización de alimentos no convencionales que puedan proporcionar y satisfacer las necesidades nutritivas y alimenticias del ganado, como son las leguminosas arbus tivas forrajeras de grano (23).

Las leguminosas arbustivas se consideran plantas de ramoneo en los agostaderos, como lo demuestra el gran número de especies forrajeras. A pesar de haber un gran número, los estudios de este tipo de plantas de agostadero son insuficientes (43).

Las leguminosas de grano se cultivan en todo el mundo, tanto

en los trópicos como en las zonas templadas. La utilidad de estas especies radica: en su empleo tanto en la alimentación humana como animal (9); en su alto contenido proteínico, que oscila entre el 17% y el 25% en su grano seco (la soya contiene hasta el 38% aproximadamente), y en su contribución al suministro mundial de proteína, probablemente aporta el 8% (2). Además tiene utilidad como forraje, ensilado, heno o paja, abono verde, fija el nitrógeno atmosférico (9,34), y para la utilización de praderas en la alimentación animal (5,9).

En México, el cultivo de las leguminosas es tan antiguo como las culturas prehispánicas, así lo demuestran restos arqueológicos. Por otro lado, al igual que en el contexto mundial, las leguminosas también ocupan el segundo lugar después de las gramíneas, constituyen la fuente más valiosa de alimentos de origen vegetal, y son la principal fuente de proteínas para la población marginada (18).

Un ejemplo de riqueza potencial en cultivos de leguminosas lo tenemos en México, donde frecuentemente las variedades del frijol común (Phaseolus vulgaris) son distintas en cada pueblo como en las localidades vecinas, y estas variedades nunca se han diseminado fuera de sus áreas de origen (Indígenas) (37). Actualmente las especies que más se cultivan en orden decreciente son: El frijol (Phaseolus vulgaris), la soya (Glycine max), el garbanzo (Cicer arietinum), la haba (Vicia faba), el cacahuete (Arachis hypogaea) y la lenteja (Lens culinaris). La mayor producción y consumo por persona

son las correspondientes al frijol y a la soya (18).

De estas especies, se estima que únicamente el 5% de la proteína de la soya y el 31% de la producción total del garbanzo, se utilizan directamente para consumo humano; en consecuencia, la mayor proporción se destina a la elaboración de alimentos balanceados para animales domésticos, como cerdos y aves principalmente. A excepción del garbanzo forrajero y la haba, las demás leguminosas se utilizan en el comercio internacional; el frijol se importa y se exporta, la soya tiene déficit de producción, y en la actualidad se está ampliando su cultivo a la zona tropical húmeda, y más del 50% de la producción nacional del garbanzo para consumo humano es exportada (18).

En nuestro país existe la leguminosa arbustiva forrajera productora de grano Cajanus cajan (Gandul), cuyo valor alimenticio aún no está bien investigado; aunque en varias partes del mundo se conoce su calidad alimenticia. Esta es un recurso no convencional, que en México sólo es utilizada por pequeñas poblaciones de algunos estados de la República.

Esta leguminosa es una de las más cultivadas en las zonas tropicales, su semilla se utiliza para la alimentación humana, y la planta como pienso para el ganado; asimismo, sus vainas verdes y las hojas pueden constituir un forraje excelente. Las plantas segadas al momento de la floración pueden ser henuficadas y hasta ensiladas con buenos resultados (33,45).

Cajanus cajan (L.) Millsp., es como se denomina taxonómicamente. Sus sinónimos son: Cytissus cajan L., (1753) y el de Cajanus indicus Spreng. (1826) (8,36). Pertenece a la subtribu Cajaninae, forma un grupo natural de la tribu Phaseoleae, cuya distribución es tropical, particularmente en el viejo mundo, que cuenta con algunas especies de distribución pantropical, Lackey, 1981<sup>+</sup>.

Los nombres comunes como se le conoce en México y con los que se le denomina en algunas partes del mundo son: Gandul (Chiapas), Chicharo de árbol (Yucatán), Frijol Chicharo, Ki-wistapu (Totonaco) (Veracruz), Cuauhehot o Cuauhet (Náhuatl), Chicharo cimarrón (Puebla), Lenteja (San Luis Potosí)<sup>+</sup>. Pigeon pea, Red gram, Congo pea, No-eye pea (33,36). Guandu, Frijol de palo, Timbolillo, Alberja (2). Pois d'Angola. Pois Congo, Pisello arboreo, arveja, Falso café (7). Arhar, Tur, Raha (5). Guandul (24). Garbanzo falso, Cachito, Dhal (31).

Cajanus cajan es un arbusto erecto, leñoso, perenne, aunque generalmente cultivado como anual, de 1 m hasta 4 m de altura, raíz pivotante de hasta 2 m de profundidad, tallos ramificados, hojas trifoliadas dispuestas en espiral, flores en racimos axilares y terminales, de color amarillo, púrpura o anaranjado o combinadas, vainas de 4 a 10 cm, aplanadas y con depresiones entre las semillas, contienen de 2 a 8 semillas - de forma lenticular a ovoide, variando en forma, tamaño y co-

+ B. Balvanera, P. Estudiante de maestría del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la U.N.A.M. Comunicación personal.

lor (3,5,14,24,36).

Los cultivos de Cajanus tienen gran diversidad en sus períodos de crecimiento, tamaño, forma y color. Se reconocen dos variedades principales: Cajanus cajan var. flavus D.C. o Tur de maduración temprana (5 a 6 meses), relativamente pequeñas, con flores amarillas y vainas claras, y Cajanus cajan var. bicolor D.C. o Arhar de maduración tardía (9 a 12 meses). Este es el cultivo más alto, de flores rayadas y, vainas y semillas oscuras (14,24,31,36,47). La clasificación más utilizada hasta el momento es la que considera los períodos de maduración, distinguiendo así, variedades tempranas y tardías, Van der Maesen, 1981.<sup>+</sup>

El lugar de origen del Cajanus ha sido sujeto a discusión por largo tiempo, aunque actualmente se acepta que surgió en la India (31,36). Sin embargo, restos arqueológicos (4 000 AC) demuestran cultivos de Cajanus en tumbas egipcias (36). Se consideró nativa del Africa Tropical, y que fue llevada a la India por los mercedarios; aunque estudios fitogeográficos demuestran la gran diversidad y abundancia de la planta en la India, y se considera el primer centro de diversificación a todo el continente, posteriormente el Africa se convirtió en el segundo centro de diversificación.<sup>+</sup> Se establece bien en la China e Indochina (36). Se considera que su cultivo en Australia se introdujo a principios del siglo pasado y, además

+ B. Balvanera, P. Estudiante de maestría del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la U.N.A.M. Comunicación personal.

se cree que evolucionó al mismo tiempo que en la India<sup>+</sup>.

Probablemente, la introducción del Cajanus en América la realizaron los portugueses a partir de las costas de Zaire y Angola en períodos cercanos a la conquista<sup>+</sup>. Y por el Pacífico durante el siglo XVIII (31). Se cree que las semillas tuvieron la misma ruta que los esclavos de Africa a las Indias, Guayanas y Brasil (36). En la actualidad es de distribución pan-tropical, pues se cultiva ampliamente entre los 30° N y 30° S (31).

Del Cajanus se han desarrollado numerosos cultivos, muchos de los cuales han sido seleccionados para ajustarse a las condiciones climáticas y ambientales en diferentes partes del mundo como: India, Puerto Rico, Hawaii, Florida y Australia. Los cultivos mejoran al acortar su duración e incrementar su productividad, así como también, al ser sembrados en diferentes épocas y cosechados durante todo el año (8,31).

Cajanus cajan es de amplia adaptación, resiste climas cálidos y templados. Las condiciones favorables de cultivo para su crecimiento fluctúan en temperaturas de 18° a 29°; tolera de 10° a 35°; requiere de sol brillante y de fotoperíodos cortos y no resiste heladas (31). Crece en zonas semi-áridas y subhúmedas de precipitaciones promedio anual de 600 a 1 000 mm, y se obtienen buenos resultados cuando hay lluvias en los dos

+ B. Balvanera, P. Estudiante de maestría del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la U.N.A.M. Comunicación personal.

primeros meses de ser sembrado, seguidos de períodos secos, pues es resistente a la sequía (31,45); se adapta a suelos malos y de baja fertilidad, resiste la salinidad (16), es susceptible a la deficiencia de calcio y no soporta la inundación ni la excesiva acidez. La altitud de las zonas en donde crece es muy variada, en Venezuela se cultiva a 3 000 m.s.n.m., en Indonesia a 2 000 m.s.n.m., en la India a 1 800 m.s.n.m., en Jamaica a 1 100 m.s.n.m., en Uganda de 600 a 1 200 m.s.n.m. y en Hawaii de 30 a 750 m.s.n.m. Es bastante resistente a los vientos y sensitivo a la brisa del mar (31).

Cajanus cajan es un cultivo que se produce en todo el mundo tropical y es un alimento popular en los países tropicales en desarrollo, en la India se produce más del 90% de la producción mundial de esta planta (38) y constituye el 4% de la producción total de granos de leguminosas (31).

Las semillas y las vainas verdes son utilizadas como verduras y como semilla seca (Dhal) (45). En Africa es más utilizada como semilla seca, en América como semilla verde y, en Centro América ésta se enlata (26).

La mayoría de los trabajos realizados con Cajanus cajan tratan de estudios de la producción de materia seca (MS) y de la proteína cruda (PC), del desarrollo como forraje o de diferentes épocas de corte (15).

En las zonas cálidas la semilla puede ser sembrada en cual-

quier época del año, siempre y cuando exista humedad en el suelo (16). La inoculación adecuada con cepas de Rhizobium puede aumentar significativamente la producción (12% a 25%) de los cultivos (41).

Para la producción de forraje, las plantas pueden cortarse cuando las vainas comienzan a madurar o en la época de floración, y la cosecha se puede realizar manual o mecánicamente (5,8,45). El Cajanus puede utilizarse como forraje, ensilado o henificado, y éstos pueden ser de buena calidad. El ganado puede acostumbrarse fácilmente a comerlo y los cultivos pueden resistir el pastoreo en períodos limitados (16,45), esto último y la invasión de malas hierbas al inicio de su crecimiento son algunas de sus desventajas (38).

De la altura de los cortes depende la recuperación de la planta, ésta no retoña bien cuando es cortada a menos de 15 cm de altura en relación al suelo (19). En la Universidad de Ibadan, estudios de efecto de corte muestran que cuando el Cajanus (var. Cita 1) retoñó a 30 y 60 cm, aportó mejores rendimientos que al dejarlo intacto en una sola plantación; es decir, sin ningún corte (49).

La relación que existe entre la hoja y el tallo, tiende a ser decreciente conforme la planta de Cajanus va madurando. Para un buen manejo del cultivo, éste no debe ser cortado antes de los 60 días de su crecimiento vegetativo. Cuando la planta se corta a los 75 y 90 días de edad, la PC ha sido determinada



en 17.26% a 15.40% y la fibra cruda (FC) en 34.73% a 40.88%, respectivamente; en este caso la cosecha puede ser aprovechada henificándola (19).

Otros trabajos sobre el efecto de corte en el Cajanus, mostraron que al cortarlo 4 veces en intervalos de 95 días, se obtenía una buena producción (46,48), y que puede ser utilizada como suplemento de alto valor proteínico principalmente para pequeños animales (19).

En América, cuando el Cajanus es cultivado entre otras especies, lo hacen con maíz, sorgo o casava entre otras (26) y, en otras regiones se utiliza para la producción de praderas mixtas de pastos y leguminosas como por ejemplo con pasto elefante (Pennisetum purpureum) en praderas temporales como en Malawi (34).

En condiciones favorables de cultivo y en estado tierno y fresco, la planta completa de Cajanus puede suministrar de 20 a 40 t/ha (24). En Colombia, Crowder, 1960, menciona producciones de 20 a 60 t/ha y en Cuba Febles y Padilla, 1970, notifican cosechas de 11.9 t MS/ha (5). En Brasil se han obtenido producciones en MS de 2.98 a 4.82 t/ha que corresponden a los cortes de 60 y 90 días de edad, respectivamente (19).

Por otro lado, investigaciones hechas en Australia sobre cultivos de Cajanus, sometidos a tensión de agua, dieron por resultado una disminución en la producción de MS y de follaje

(cerca de un 50%) y un aumento en la concentración de nitrógeno y de la digestibilidad (54).

El valor nutritivo de la hierba es alto, el contenido de PC es de 10% a 18%, y su digestibilidad puede ser de 60% hasta 88%, Akinola, 1975 (5). La composición química de las vainas y de las hojas secas es la siguiente: humedad 6.2%, proteína cruda 15.0%, hidratos de carbono 54.0%, fibra cruda 14.4% y cenizas 10.4% (31). En cuanto al contenido de minerales: calcio de 1.19% a 2.0%, fósforo de 0.22% a 0.38% y de hierro 0.016% a 0.028%, dependiendo de la maduración de la planta. Los valores más bajos corresponden a la var. CU 02/58 analizada a las 16 semanas de edad y los más altos a la misma variedad, pero a las 9 semanas (25).

En un estudio con harina de hoja de Cajanus, que contenía entre 28% y 32% de PC, dependiendo de la edad de corte, la adicionaron a dietas de pollos de 9 semanas, y concluyeron que niveles de 7.5% a 15% de la ración, no son tóxicos, ni afectan la ganancia de peso, ni la eficiencia alimenticia (15). Mientras que en otro estudio mencionan que incluyendo hasta un 30% de la planta en la ración para pollos, no afecta la ganancia de peso (6).

Un estudio hecho en cabritos de 5 a 10 kg de peso, alimentados con forraje verde de Cajanus y suplementados con el 20% de grano de cebada, demostró que el forraje solo, al 50% de la floración, tuvo una buena digestibilidad de todos los nu-

trimentos, excepto de la PC; pero, cuando es suplementado con el grano de cebada aumenta el consumo de MS de 52.0g/kg<sup>0.75</sup> a 62.8g/kg<sup>0.75</sup> y también la digestibilidad de todos los nutrientes. El valor de la digestibilidad de la PC y del total de nutrientes digeribles en el forraje fue de 2.6% y de 56.8%, respectivamente (10).

En la Universidad de Queensland, una prueba hecha en alimentación de cabras jóvenes con peso promedio de 16 kg, pastaron un cultivo de Cajanus de maduración temprana y obtuvieron que con 75 cabras/ha ganaban 58g de peso diario por animal en 42 días de pastoreo (53). En otra prueba, pero pastando 60 cabras/ha en cultivos retoñados y suplementados con grano de sorgo (200g de MS), obtuvieron ganancias diarias de peso por animal de 119g en las primeras 6 semanas de pastoreo de 10 semanas que duró la prueba (4).

Y en el Centro de Investigación, Enseñanza y Extensión en Ganadería Tropical, de la Fac. de Med. Vet. y Zoot. U.N.A.M. evaluaron la adición del Cajanus al pasto nativo en dietas para borregos "Pelibuey", y encontraron que al suplementar con 30% de esta leguminosa para una ración balanceada a 14% de PC, se pueden aumentar los parámetros de digestibilidad (25), como lo demuestran los trabajos anteriormente mencionados en pequeños rumiantes.

Krauss (Akinola et al., 1975) obtuvo una alta producción animal y menciona una ganancia diaria de peso de 680g a 1 250g

por cabeza en ganado de engorda, considerando que 1 ha de cultivo de Cajanus, puede sustentar de 0.8 a 3.6 cabezas/ha. En esas condiciones el forraje puede ser usado para la engorda de ganado y puede incrementar la producción lechera de vacas y cabras (5).

Los resultados obtenidos en un trabajo con toros cebú, utilizados para evaluar el efecto del Cajanus, mostraron un aumento significativo en el consumo de MS y la digestibilidad de MS, cuando se le adicionó tallos de caña de azúcar descortezada. La digestibilidad de la MS aumentó a 80.4%, y se concluyó que el forraje tiene un efecto aditivo (44). En otro trabajo también con toros (Charbray y Brahman), pero alimentados con forraje más grano (follaje y vainas), obtuvieron ganancias diarias de peso por animal de 60% de lo mencionado por Krauss, y se determinó que esto fue debido al alto contenido de proteína cruda (21%) y el bajo valor de fibra de la semilla del Cajanus, y que de esta forma puede ser utilizado como subproducto (48).

En la India se ha utilizado el residuo del germen y parte de la cáscara del Arhar (Chunies) en dietas con paja de trigo (2:1) para la alimentación de vaquillas (27).

Entre otros usos que se le da al Cajanus cajan, está el de medicina tradicional, utilizando sus hojas tiernas, flores, semillas y raíz (7,36).

En las leguminosas es frecuente encontrar la presencia de algunos factores antinutricios, tóxicos y que alteran la digestión; sin embargo pueden estar ausentes en los principales cultivos de los trópicos y subtrópicos. Otro factor que puede afectar el consumo es la gustosidad; por la cantidad de fibra, aroma y sabor desagradable para los animales. Además el contenido de taninos (5) e inhibidor de tripsina pueden afectar la digestión, y por consiguiente el desarrollo de los animales (31).

En México el Cajanus cajan, se encuentra principalmente a lo largo de la planicie costera del Golfo de México, a 25 y 650 m.s.n.m. Esta distribución es de acuerdo a información encontrada en herbarios de México (MEXU, CHAPA y ENCB). Algunas otras colectas han sido realizadas en Oaxaca y a lo largo de la costa del Pacífico. Se ha llegado a encontrar en zonas húmedas de hasta 5 000 mm de precipitación<sup>+</sup>.

Dada la existencia de esta planta en el país aún en forma silvestre, es necesario conocer su composición química para poder promover su cultivo, mejoramiento y utilización, ya que el Cajanus cajan puede ayudar a resolver algunos problemas que existen en la alimentación del ganado, por ejemplo: debido al contenido proteínico del forraje, en los trópicos, puede ayudar a aumentar la producción lechera y de carne; sirve como cosecha de cubierta (16); es un forraje potencial anual

+ B. Balvanera, P. Estudiante de maestría del Jardín Botánico del Instituto de Biología de la U.N.A.M. Comunicación personal.

en otoño (38), y el alternar cultivos es de gran utilidad, pues la tierra es más productiva al cosechar cultivos diferentes y en diferentes épocas del año (48). Por todo lo mencionado con anterioridad, se realizó el estudio de las hojas y las vainas de esta leguminosa para poder determinar su potencialidad como un nuevo recurso forrajero en México.

#### OBJETIVO GENERAL

Determinar el valor nutritivo de las hojas y vainas del Cajanus cajan y la existencia de factores antinutricios, tóxicos y digestibilidad, para poder evaluarlo como un posible recurso forrajero.

#### OBJETIVOS ESPECIFICOS

Realizar el análisis químico aproximado, factores antinutricios (inhibidor de tripsina y hemaglutininas), factores tóxicos (prueba cualitativa de alcaloides, glucósidos cianogénicos), factores que alteran la digestión (ácido tánico y saponinas), fracciones de fibra, digestibilidad in vitro de materia seca y orgánica, y minerales (calcio, fósforo y hierro) en las hojas y vainas del Cajanus cajan.

## MATERIAL Y METODOS

La muestra de Cajanus cajan fue colectada en Soyata, San Andrés Tuxtla, Ver., proporcionada y clasificada por personal del Jardín Botánico del Instituto de Biología, de la Universidad Nacional Autónoma de México y 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 se realizó el estudio.

La zona de colecta está situada a los 95° 17' longitud oeste y a los 18° 22' latitud norte, a una altitud de 100 m.s.n.m. aproximadamente 1/, con un clima de tipo Aw<sup>2</sup>(w)(1<sup>1</sup>)<sub>E</sub> (cálido subhúmedo) 2/, de temperatura promedio anual de 27° 3/, la precipitación total es de 300 mm mínima 4/ y de 1 200 mm máxima 2/ y su suelo es de un tipo Lg+Lo+Hh/2 (húmedo en alguna época, arcilloso, ácido, susceptible a erosión con acumulación de caliche), drenado y de textura media 3/ 5/, que son condiciones accesibles para el cultivo de esta leguminosa forrajera arbustiva de grano.

- 1/ D.G.G. I.N.E.G.I. S.P.P.: Carta Topográfica 1:50 000 San Andrés Tuxtla, Ver. E 15 A 73. 1982.
- 2/ D.G.G. I.N.E.G.I. S.P.P.: Carta de Efectos Climáticos Regionales 1:250 000 Coatzacoalcos, Ver. E 15-1-4 Mayo-Octubre. 1983.
- 3/ D.G.G. I.N.E.G.I. S.P.P.: Carta Edafológica 1 : 250 000 Coatzacoalcos E 15-1-4. 1984.
- 4/ D.G.G. I.N.E.G.I. S.P.P.: Carta de Efectos Climáticos Regionales 1:250 000 Coatzacoalcos, Ver. E 15-1-4 Noviembre-Abril. 1983.
- 5/ D.G.G. I.N.E.G.I. S.P.P.: Apuntes del curso: Clasificación y manejo de material cartográfico y organización de mapas. 1985.

La planta proporcionada con la cual se trabajó corresponde a la variedad de maduración tardía, de 9 meses de edad y en completo estado de maduración.

La preparación de la muestra en el laboratorio consistió en; la selección de las vainas y las hojas, separándolas de los tallos, conservando aún estado fresco el Cajanus cajan. A las vainas se les quitó el grano. Se verificó que las hojas y las vainas no estuvieran deterioradas o infectadas.

La muestra seleccionada se pasó a una estufa, a una temperatura de 55°; cuando la muestra ya estuvo seca, las vainas y las hojas juntas se pasaron por un molino de cuchillas con malla de 1 mm donde se homogeneizó la muestra. Para las diferentes determinaciones una pequeña porción se pasó por una malla del No. 60.

La muestra preparada se guardó en bolsas de plástico, cerradas y etiquetadas para los análisis correspondientes.

Análisis químico aproximado (AQA): Determinación de nitrógeno por el método de Kjeldahl; extracto etéreo por extracción continua de solventes; fibra cruda por medio de hidrólisis ácida y alcalina; cenizas por incineración; extracto libre de nitrógeno por diferencia entre la sumatoria de los resultados de los análisis anteriores y el 100% (1).

Fraciones de fibra por la técnica de Van Soest y Wine (50).



Digestibilidad in vitro de materia seca y materia orgánica por la técnica de Tilley y Terry (50).

Determinación de minerales: calcio, fósforo y hierro (1).

Determinación de factores antifisiológicos: inhibidor de tripsina por la técnica de Kakade et al. (30), hemaglutininas por microdilución usando sangre de humano, de vaca y de conejo (28).

Determinación de factores tóxicos: prueba cualitativa de alcaloides (13), glucósidos cianogénicos (1).

Determinación de factores que alteran la digestión: saponinas, la cual se determinó por la técnica de Monroe con las modificaciones descritas por E.W. Wall y E. Rolland (35), ácido tánico (1), utilizando hidróxido de sodio para la extracción de taninos (11).

Cada una de las determinaciones se realizó por sextuplicado, calculándose la media y la desviación estándar para cada una de ellas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

De la realización del análisis químico aproximado se obtuvieron los siguientes resultados. Además se establece un marco de referencia comparativo con un forraje convencional, el heno de alfalfa (Medicago sativa) dado en base seca (22), que se encuentra en el cuadro No. 1.

En referencia al contenido de proteína cruda (PC) de la planta analizada, se determinó que posee 18.09%. Si se compara con el valor ya mencionado para las hojas y vainas que es de 15% (31), con el de la planta completa de 3 meses de edad de 15.4% (19) y con el del heno de alfalfa, en los cuales el contenido de PC obtenido, es más alto que el de los dos primeros y también del último, que se presenta en el cuadro No. 1. Además, el valor de PC de la muestra es similar al porcentaje más alto que menciona Akinola en 1975 para la hierba (5).

La cantidad de fibra cruda (FC) fue de 29.88%, este valor es diferente al de 14.4% de las hojas y vainas (31) y también al del heno de alfalfa (cuadro No. 1) siendo éstos de 51.81% y de 11.28% más bajos, respectivamente. En cuanto al valor de FC de la planta completa es de 40.88% (19), en este caso, dicho valor es 36.81% más alto.

Con relación a los contenidos de PC y FC, en el trabajo de Favoretto, la planta entera fue analizada a los 3 meses de edad (19) y la muestra en estudio, fue una planta de 9 meses de

edad y en completo estado de maduración, esta última resultó contener una mayor cantidad de PC y ser menor en FC.

Estas propiedades del Cajanus cajan, pueden ser utilizadas como suplemento alternativo de alto valor proteínico (48) para animales no-rumiantes y rumiantes, y pueden satisfacer bien las necesidades nutricionales (19,48), utilizando la PC y la FC para la producción de carne y de leche, principalmente en rumiantes.

Las fracciones de fibra se analizan básicamente separando su composición estructural en dos partes: paredes celulares y contenido celular. La primera, está constituida por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice, que es la parte insoluble y prácticamente digestible en los rumiantes, esto depende del complejo lignocelulósico y silicio que se va formando en la maduración de la planta. La última en cambio, es donde se encuentra el material soluble, de alto valor nutritivo, pudiendo ser digestible cerca del 100% en no-rumiantes y rumiantes (50,51). Los resultados se representan en el cuadro No. 2.

Los rumiantes tienen la capacidad de desdoblar la celulosa por medio de los microorganismos presentes en el rumen, y de aprovechar el nitrógeno no proteínico. La lignina no es un hidrato de carbono como la hemicelulosa y la celulosa, es un polímero derivado de fenil-propano, que se encuentra en las paredes celulares de los tejidos de las plantas, dandoles soporte y estructura, y resiste la acción enzimática tanto del

tracto digestivo como de la actividad microbiana del rumen (51). La asociación de la lignina con los hidratos de carbono de las paredes celulares disminuye la digestión de la fibra y, también inhibe el crecimiento bacteriano (29).

En las leguminosas el contenido de lignina con frecuencia es más alto que el de los pastos (29), y en general, la cantidad aumenta conforme va madurando la planta (51). Como se ve en el cuadro No. 2 la cantidad de lignina fue alta, lo cual puede ser debido al completo estado de maduración, y a que la planta corresponde a la variedad tardía.

La técnica de la digestibilidad in vitro de la materia seca (MS) y la materia orgánica (MO), es un método que a menudo se utiliza para estimar el valor nutritivo de los forrajes, éste semeja el proceso de la digestión que ocurre en el tracto digestivo del animal (50,51), y los resultados obtenidos se presentan con un cuadro comparativo de la digestibilidad de la alfalfa deshidratada (in vitro) (17) en el cuadro No. 3.

Algunos de los factores que afectan la digestibilidad in vitro del Cajanus cajan son: la cantidad de fibra, y principalmente la lignina que cuando aumenta, la digestibilidad se ve disminuida; otro factor sería la planta cruda, que para los microorganismos del rumen puede ser detrimental por la presencia de algunos factores tóxicos, Patel et al., 1972, y que el tratamiento térmico o una suplementación de sulfato de cobalto en el forraje crudo de Cajanus cajan, pueden favore-

cer la disponibilidad del nitrógeno para el crecimiento bacteriano (39).

Los resultados obtenidos son semejantes en relación con la digestibilidad in vitro de la alfalfa, que es de 50%, en un trabajo realizado en México por Estrada (17). En la mayoría de las pruebas de digestibilidad de Cajanus cajan, los resultados indican que tiene una adecuada digestibilidad y que cuando es suplementado con otros alimentos en la nutrición de ruminantes, esta leguminosa puede ayudar a aumentar el consumo voluntario de la MS y los parámetros de la digestibilidad (4, 10, 32, 44, 53).

Los minerales, así como todos los nutrimentos son vitales para el metabolismo del organismo; los microorganismos del rumen también requieren de ellos para sus diferentes funciones, por lo cual, éstos deben de estar presentes en los alimentos y sus requerimientos son de acuerdo al desarrollo y función de los animales (12).

El confinamiento de los animales ha orillado al desbalance nutricional, no sólo de los minerales sino también de los demás nutrimentos, ya que no se les proporcionan los alimentos adecuadamente balanceados, de acuerdo a sus necesidades y requerimientos naturales. Los resultados de las determinaciones, se representan en el cuadro No. 4.

El calcio es el mineral que se encuentra en mayor cantidad

que cualquier otro en el organismo. Su deficiencia produce principalmente problemas óseos, como: osteomalacia (osteoporosis), huesos delgados y quebradizos; disminución en el consumo de alimento, afectando la ganancia diaria de peso y la producción láctea. La utilización del calcio en el organismo se puede alterar por la cantidad de fósforo en la dieta, y una adecuada relación calcio-fósforo varía de 1.3: 1 a 13.7: 1 (12).

Recomendaciones en términos de porcentaje de calcio en la dieta para rumiantes por ejemplo son: en ganado de carne en crecimiento y finalización de 0.18% a 1.04%; en ganado lechero en producción es de 0.43% a 0.60%; y en ovinos de engorda de 0.26% a 0.37% (12), y con ésto, la cantidad determinada en la planta muestra que puede ayudar a cubrir ciertas necesidades de los animales (Cuadro No. 4).

La cantidad de fósforo en la mayoría de los forrajes que los rumiantes consumen es más baja que la adecuada, y ésto lo hace ser uno de los nutrimentos minerales limitantes para los animales. La deficiencia de fósforo en los rumiantes produce anorexia; pero en la mayoría de los casos presenta pica (apetito depravado); sin embargo, este signo no es específico de la deficiencia de este mineral. Algunas recomendaciones en porcentaje de MS en la dieta para rumiantes son por ejemplo: para vacas en lactación de 0.26% a 0.40%; para ganado de engorda en crecimiento de 0.18% a 0.70% y para ovejas en finalización de 0.16% a 0.23% (12).

Los resultados en el cuadro No. 4 muestran que la planta no es la excepción en los forrajes, pues también es deficiente en el contenido de fósforo.

Las plantas leguminosas son generalmente más ricas en hierro que las gramíneas, aunque crezcan en el mismo lugar. Se considera que su contenido en forrajes de leguminosas es de 200 a 400 p.p.m. (MS). Prácticamente la deficiencia de hierro no es un problema que se observe en los ruminantes en pastoreo bajo condiciones naturales (12).

**Factores antifisiológicos.**- En algunas leguminosas utilizadas como forraje fresco se les ha determinado un inhibidor de tripsina que generalmente se desactiva con tratamiento térmico; sin embargo, en la harina de alfalfa (Medicago sativa), se ha aislado un factor inhibidor de tripsina que resistió el proceso de deshidratación por calor (42). En la muestra de Cajanus cajan también se determinó cierta cantidad de unidades inhibitorias de tripsina (cuadro No. 5), como se había mencionado (31).

Por otra parte se han utilizado en dietas para pollos niveles de 10% de harina de alfalfa (42), y de 7.5% a 15% de harina de hojas de Cajanus cajan, y no se han observado ni alteraciones de la eficiencia alimenticia ni el retraso en el crecimiento (15), que son los principales problemas que provoca la inhibición de la tripsina en los animales, y por consiguiente se piensa que puede utilizarse sin problemas en ruminantes.

En relación con la prueba de hemaglutininas por microdilución, se utilizó un equipo de Micro-titer Cook Dinotech, en la cual se determina positiva por la aglutinación visible que se produce en 1 hr, en la máxima dilución de la muestra al 10%. Estas no se detectaron y los resultados se presentan en el cuadro No. 5.

Factores tóxicos.- Los alcaloides tienen la particularidad común de contener nitrógeno en su estructura molecular, son sustancias cuantiosas (13), y tienen poco efecto como drogas o acción inhibidora en la digestión de los forrajes (51).

Los resultados de la prueba cualitativa de alcaloides, se presentan en el cuadro No. 6. Solo en el reactivo de Sonnenschein no se detectó. Sin embargo, no es posible mencionar de qué tipo de alcaloides se traten, pues se han detectado 3 600 alcaloides distintos tan sólo de las especies Dicotiledóneas (13), y se requieren de técnicas específicas para la determinación de cada uno.

Los glucósidos cianogénicos son potencialmente tóxicos para los animales por la producción de ácido cianídrico (HCN), pero su efecto es mínimo en los microorganismos anaerobios como las bacterias del rumen, las cuales, pueden utilizarlo como una fuente de nitrógeno (51). Estos no se detectaron.

Factores que alteran la digestión.- Las saponinas son glucósidos formados por sapogenina y diversos hidratos de carbono.



Tienen la propiedad de producir espuma, disminuir la tensión superficial y ser hemolíticas. No existe paralelismo alguno entre la cantidad de espuma producida y la acción hemolítica (13).

La prueba de saponinas fue cualitativa y, se detectaron trazas de éstas en la muestra, debido a la mínima cantidad de es puma que se produjo (Cuadro No. 7).

Los taninos son polifenoles (11) que tienen la propiedad de combinarse con las proteínas y otros polímeros como celulosa y pectina, además inhiben algunas enzimas y son de sabor astringente. En el rumen, éstos disminuyen al RNA, DNA y ácidos grasos volátiles, aumentan la proteína en el fluido ruminal e inhiben el crecimiento bacteriano (20). Los taninos se diluyen fácilmente en hidróxido de sodio al 0.05M (11), esta solución fue la utilizada para su obtención y máxima extracción.

Chang y Fuller, 1964, mencionan que en la dieta para pollos de 7 semanas de edad, un contenido de 2% de taninos retrasa su crecimiento (40). Por otra parte, se han alimentado pollos con 7.5% y 15% (15) y hasta 30% de Cajanus cajan (6) en la dieta, sin ser tóxicas o alterar la eficiencia alimenticia.

El resultado de ácido tánico obtenido en la determinación de la muestra es alto, según Chang y Fuller para pollos (40).

De la obtención de todos los resultados en este estudio, se puede concluir que Cajanus cajan: a) es un alimento de alto valor nutritivo en proteína; b) dado que los rumiantes pueden aprovechar su calidad forrajera, se debería promover una serie de estudios para evaluar el valor nutricional principalmente en bovinos, ovinos y caprinos, en nuestro país; c) de acuerdo a su digestibilidad comparada con la de la alfalfa se sugiere que puede ser un buen suplemento alimenticio y d) aprovechar la existencia de esta leguminosa arbustiva forrajera productora de grano y, su alto valor proteínico en las zonas tropicales y subtropicales de México, promoviendo su cultivo, estudiando su mejoramiento y la posible utilización para la alimentación humana y/o animal, en forma intensiva.

## LITERATURA CITADA

1. A.O.A.C.: Official methods of analysis, 14th ed. The Association of Official Analytical Chemists, Washington, D.C., 1984.
2. Aykroyd, W.R. y Doughty, J.: Las leguminosas en la nutrición humana. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 1964.
3. Bailey, L.H.: Manual of Cultivated Plants. Mc Millan Publishing Co., New York, 1975.
4. Bint, J.S. and Norton, B.W.: An evaluation of pigeon pea (Cajanus cajan (L.) Millsp.) as a forage for grazing goats. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod., 14: 471-474 (1982). In: Nut. Abs. Rev.-S.B., 53 (8): 554 (1983).
5. Bogdan, A.V.: Tropical Pasture and Fodder Plants. Longman, New York, 1977.
6. Bo Göhl.: Piensos Tropicales. Colección FAO: Producción y Sanidad Animal No. 12. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, 1982.
7. Burkart, A.: Las Leguminosas Argentinas. ACME Agency, Buenos Aires, Argentina, 1952.
8. Calvino, M.: Plantas Forrajeras Tropicales y Subtropicales. Ed. Bartolomé Trucco, México, D.F., 1952.
9. Cubero, J.I. y Moreno, M.T.: Las Leguminosas de Grano. Edi

ciones Mundi-Frensa, Madrid, España, 1983.

10. Charan, S., Kumar, P. and Rekib, A.: Nutritional value of green arhar fodder (Cajanus cajan) for growing barbari kids. Indian J. Nut. Diet., 18: 69-76 (1981). In: Nut. Abs. Rev. (B)., 52 (6): 346 (1982).
11. Chavan, J.K., Kadam, S.S., Ghonsikar, C.P. and Salunkhe, D.K.: Removal of tannins and improvement of in vitro protein digestibility of sorghum seeds by soaking in alkali. J. Food Sci., 44: 1319-1321 (1979).
12. Church, D.C.: Digestive Physiology and Nutrition of Ruminants, Vol. 2-Nutrition, 2nd. ed. O & B BOOKS, Corvallis, Oregon, 1979.
13. Domínguez, X.A.: Método de Investigación Fitoquímica. Litmus, México, D.F., 1973.
14. Duke, J.A.: Handbook of Legumes of World Economic Importance. Plenum press, New York, 1981.
15. Embong, W.M. and Ravoof, A.A.: Investigation of pigeon pea (Cajanus cajan) as a legume forage. In: Feedingstuffs for Livestock in South East Asia. Edited by Devendra, C., Hutagalung, R.I. 75-85. Malaysian Society for Animal Production, Selangor, Malaysia, 1978. In: Nut. Abs. Rev. (B)., 51 (3): 130 (1981).
16. Escalante, E.C.: Cultivo del frijol de árbol o gandul. Tierra, 1: 13-14,35 (1945).

17. Estrada, M.E. y Zorrilla, R.J.: Estudio de técnicas de laboratorio en nutrición animal. I. Comparación del coeficiente de digestibilidad aparente determinado en forma directa y por métodos indirectos. Memorias de la reunión de Investigación Pecuaria en México, México, D.F. 1982. 532-534. S.A.R.H. U.N.A.M. México, D.F. (1982).
18. FAO.: Situación actual de la producción de las leguminosas alimenticias en México, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Santiago, Chile, 1984.
19. Favoretto, V.: Efeito da época de corte sobre a produção e composição bromatológica do guandu (Cajanus cajan L. Millsp.). Científica, 7: 505-510 (1979).
20. Fernández, M.J.: Cuantificación de taninos en muestras de sorgo (Sorghum vulgare) procedentes de varios estados de la República Mexicana. Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1983.
21. Fernández, R.J.: Comparación de la productividad en kg. de carne/ha de los pastizales nativos (Paspalum spp. Axonopus spp.) con y sin introducción de leguminosas (Glycine wightii var. cooper y Macrotyloma axillares) y zacate elefante (Pennisetum purpureum). Tesis de licenciatura. Fac. de Med. Vet. y Zoot. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F., 1982.

22. Flores, M.J.: Bromatología Animal. Limusa, México, D.F., 1983.
23. García, M.M.: Algunos aspectos sobre el valor nutritivo evaluación biológica y factores toxicológicos de la Chaya (Cnidoscolus chayamansa) para la alimentación humana. Tesis de licenciatura. Facultad de Nutrición. Universidad Veracruzana. Veracruz, Ver., 1984.
24. Havard, D.B.: Las Plantas Forrajeras Tropicales. Ed. Blume, Barcelona, España, 1968.
25. ICRISAT.: International Workshop on Pigeon pea, 15-19 December 1980. Vol. I. International Crop Research Institute for Semi-Arid Tropics, Center Patancheru, India, 1981.
26. I.P.N.: Survey of pigeonpea research in Africa and the Americas. International Pigeon pea Newsletter, 5: 10-14 (1986).
27. Jain, V.K., Jayal, M.M. and Pathak, N.N.: Nutritional evaluation of gram (Cicer arietinum) and arhar (Cajanus cajan) chunies for cattle. Anim. Feed Sci. Tech., 5: 315- 320 (1980).
28. Jaffé, W.G., Levy, A. and González, D.I.: Insolation and partial characterization of bean phytohemagglutinins. Phytochemistry, 13: 2685-2693 (1974).
29. Jung, H.G. and Fahey, G.C. Jr.: Nutritional implications

- of phenolic monomers and lignin: a review. J. Anim. Sci., 57: 206-219 (1983).
30. Kakade, M.L., Rachis, J.J., Mc. Ghee, J.E. and Puski, G.: Determination of trypsin inhibitors activity of soy products: a collaborative analysis of an improved procedure. Cereal Chem., 51: 376-382 (1974).
31. Key, D.E.: Food Legumes, Crop and Product Digest. No. 3. Tropical Products Institute, London, 1979.
32. Livas, C.F. y Murrieta, S.A.: Consumo voluntario y digestibilidad del pasto nativo (Axonopus spp; Paspalum spp) suplementado con dos niveles de Gandul (Cajanus cajan) en borregos pelibuey. Memorias de la Reunión de Investigación Pecuaria en México/1986. México, D.F. 1986. 197. S.A.R.H. U.N.A.M. México, D.F. (1986).
33. Mateo, B.J.M.: Las Leguminosas de Grano. Edición Revolucionaria, Instituto del Libro Hatana, Habana, Cuba, 1961.
34. Mc. Ilroy, R.J.: Introducción al Cultivo de los Pastos Tropicales. Limusa, México, D.F., 1976:
35. Monroe, E.E., Wall, E. and Rolland, M.L.: Detection and estimation of steroidal saponin in plant tissue. Ann. Chem., 8: 1337-1341 (1952).
36. Morton, J.F.: The pigeon pea (Cajanus cajan Millsp.), a high-protein, tropical bush legume. Hortscience, 11: 11-19 (1976).

37. N.A.S.: Tropical Legumes: Resources for the future. National Academy of Sciences, Washington, D.C., 1979.
38. Norman, M.J.T., Searle, P.C.E., Nipaporn Dankittipakul, Ingram, K.C. and Baskoro, J.B.: Evaluation of pigeon pea (Cajanus cajan) as an autumn forage for coastal New South Wales. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 20:55-62 (1980).
39. Panjarathinam, R., Rayudu, G.V.N. and Shukla, P.C.: In vitro study on the effect of heat treated or cobalt supplemented pigeon pea fodder on rumen microorganisms. Indian Vet. J., 53: 948-952 (1976).
40. Price, M.L., Hagerman, Ann E. and Butler, L.G.: Tannin content of cowpeas, chickpeas, pigeon peas, and mungbeans. J. Agric. Food Chem., 28: 459-461 (1980).
41. Quilt, P. and Dalal, R.C.: Effect soil mineral N levels and inoculation on nodulation, nitrogenase activity, and grain yield of pigeon pea. Agron. J., 71: 450-452 (1979).
42. Ramirez, S.J. and Mitchell, H.L.: The trypsin inhibitor of alfalfa. J. Agric. Food Chem., 8: 393-395 (1960).
43. Romero, M.A.: Estudio de tres leguminosas forrajeras arbustivas de los agostaderos del altiplano Potosino-Zacatecano. Tesis de licenciatura. Escuela de Ciencias Biológicas. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Cuernavaca, Mor., 1982.
44. Ruiz, G., Ffoulkes, D. and Preston, T.R.: Digestibility



and voluntary intake of derinded cane and stalk supplemented with different forages. Trop. Anim. Prod., 4: 109-110 (1979).

45. Saenz, M.A.: Los Forrajes de Costa Rica. Universidad de Costa Rica Facultad de Agronomía. Editorial Universitaria, San José, Costa Rica, 1955.
46. Salih, A.F.: Effect of number of cuts and time of cutting on pigeon pea forage yield. Pulse Crops Newsletter, 1: 34 (1981). In: I.P.N., 2: 55 (1983).
47. Smartt, J.: Tropical Pulses. Longman, London, 1976.
48. Soldevila, M. and Salas, H.B.: Utilization of pigeon pea (Cajanus cajan) by-products as feed for beef cattle. J. Agric. Univ. P.R., 62: 424-427 (1978).
49. Tayo, T.O.: Assessment of the effect of ratooning pigeon pea (Cajanus cajan (L.) Millsp.). J. Agric. Sci., 104: 589-593 (1985).
50. Tejada, I.: Manual de laboratorio para análisis de ingredientes utilizados en la nutrición animal. Patronato de Apoyo a la Investigación y Experimentación Pecuaria en México, México, D.F., 1983.
51. Van Soest, P.J.: Nutritional Ecology of the Ruminant. O & B BOOKS, Corvallis, Oregon, 1982.
52. Vietmeyer, N.D.: Las plantas de pobres un reto y una posibilidad. Comercio Exterior, 28: 1363- 1366 (1978).

53. Wijnberg, C. and Whiteman, P.C.: Effect of stocking rate of goats and stage of crop growth when grazed on grain yield and goat production from pigeonpea (Cajanus cajan). Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb., 25: 796-805 (1985).
54. Wilson, J.R. and Muchow, R.C.: Effect of water stress and dry matter digestibility and concentration of nitrogen and phosphorus in seven tropical grain legumes. J. Aust. Inst. Agric. Sci., 49: 167-169 (1983). In: I.P.N., 5: 79 (1986).

## CUADRO No. 1

ANALISIS QUIMICO APROXIMADO DE LAS HOJAS Y VAINAS DEL  
Cajanus cajan Y MARCO COMPARATIVO CON Medicago sativa.

## BASE SECA

	<u>Cajanus cajan</u> 1/	<u>Medicago sativa</u> 2/ (DESHIDRATADA)
PROTEINA CRUDA (%) (N X 6.25)	18.09 ± 0.17	17.50
FIBRA CRUDA (%)	29.88 ± 0.34	26.51
EXTRACTO ETereo (%)	5.33 ± 0.41	2.98
CENIZAS (%)	6.81 ± 0.06	8.69
E.L.N. (%)	39.89	44.32

1/ Media y desviación estándar.

2/ Flores, M. 1983 (22).

3/ Extracto Libre de Nitrógeno (1).

## CUADRO No. 2

ANALISIS DE LAS FRACCIONES DE FIERA DE LAS HOJAS Y  
VAINAS DEL Cañanus caján. (%) 1/

FRACCIONES	(%)
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
SILICE	1.41 ± 0.13

1/ Media y desviación estándar.

## CUADRO No. 3

DIGESTIBILIDAD in vitro DE LA MATERIA SECA Y MATERIA ORGANICA  
 DE LAS HOJAS Y VAINAS DE Cajanus cajan Y MARCO COMPARATIVO  
 CON Medicago sativa.

	<u>Cajanus cajan</u> 1/	<u>Medicago sativa</u> 2/
MATERIA SECA (%)	53.41 ± 1.24	50.00 ± 3.3
MATERIA ORGANICA (%)	50.51 ± 0.79	47.00 ± 9.4

1/ Media y desviación estándar.

2/ Estrada, M. 1982 (17).

## CUADRO No. 4

## CONTENIDO DE MINERALES DE LAS HOJAS Y VAINAS DE

Cajanus cajan. 1/

CALCIO	0.86	±	0.05	g/100g
FOSFORO	2.24	±	0.04	mg P/100g
HIERRO	26.09	±	1.02	mg Fe/100g

1/ Media y desviación estándar.



## CUADRO No. 6

RESULTADOS DE LAS DETERMINACIONES DE LOS FACTORES TOXICOS DE  
 LAS HOJAS Y VAINAS DEL Cajanus cajan.

ALCALOIDES (Prueba cualitativa)	RESULTADOS <sup>+</sup>
REACTIVO DE MAYER	(+ )
REACTIVO DE WAGNER	(+ )
REACTIVO DE DRAGENDORFF	(+ )
REACTIVO DE SONNENSCHNEIN	(- )
GLUCOSIDOS CIANOGENICOS	(no se detectó)

- + (- ) No se detectó.  
 (+ ) Escaso.  
 (++) Moderado.  
 (+++) Abundante.



## CUADRO No. 7

DETERMINACION DE SAPONINAS Y ACIDO TANICO EN HOJAS Y VAINAS  
DE Cajanus cajan.

SAPONINAS

( trazas )

ACIDO TANICO<sup>+</sup>3 182.51 mg/100g  $\pm$  0.059

+ Media y desviación estándar.