

## EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO, COMPOSICIÓN QUÍMICA Y DIGESTIBILIDAD *IN SITU* DE GANDUL (*Cajanus cajan*) EN DIFERENTES EDADES DE CRECIMIENTO

**R. Martínez<sup>1,2</sup>, J.M. Zorrilla<sup>1</sup>, J.M. Palma<sup>2</sup> y A. González<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup> INIFAP, México

<sup>2</sup> PICP, Universidad de Colima, Colima, México 28000

El objetivo de este trabajo fue determinar el rendimiento de material comestible y los componentes nutritivos de *Cajanus cajan* para la alimentación de los rumiantes, durante 2 años. El trabajo se desarrolló en el Campo Experimental "Clavellinas", localizado en Tuxpan, Jalisco, México. La evaluación agronómica se realizó en 1998 y la composición química: materia seca, proteína cruda, digestibilidad *in situ*, fibra detergente neutro, fibra detergente ácido, celulosa, lignina, calcio y fósforo para 1997 a los 60, 80, 100, 120, 140 y 160 días después de la siembra, y para 1998 a los 120, 160, 200 y 240 días posteriores a la siembra. El diseño fue completamente al azar; se utilizaron polinomios ortogonales y regresiones de respuesta. La edad de corte afectó la producción de materia seca para el material comestible (MC) (hoja+tallo  $\leq 4$  mm), las hojas (H) y los tallos (T) ( $P < 0,05$ ), que se modificó con una tendencia cuadrática ( $P < 0,01$ ); se alcanzó una producción de MC de 2,41<sup>b</sup>, 3,43<sup>a</sup>, 3,00<sup>a</sup> y 2,50<sup>a</sup> t ha<sup>-1</sup> a los 120, 160, 200 y 240 días, respectivamente, en un ciclo vegetativo de 9 meses. La composición química en 1997 mostró una tendencia cuadrática en la mayoría de las variables en estudio en MC, H, T y en las vainas; mientras que en 1998 dichas variables tuvieron un comportamiento heterogéneo, ya que mostraron consistencia en MC, H y T, con tendencia lineal en PC y en forma cuadrática en FDA y lignina. Los días de corte modificaron la producción de material comestible, hojas y tallos, así como la composición química de *Cajanus cajan*; el año también influyó en el comportamiento químico de la planta.

**Palabras clave:** *Cajanus cajan*, composición química, digestibilidad, rendimiento

The objective of this work was to determine the yield of edible material and the nutritive components of *Cajanus cajan* for ruminant feeding, during 2 years. The work was carried out in the "Clavellinas" Experimental Field, located in Tuxpan, Jalisco, México. The agronomic evaluation was carried out in 1998, and the chemical composition: dry matter, crude protein, *in situ* digestibility, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, cellulose, lignin, calcium and phosphorus for 1997 was evaluated 60, 80, 100, 120, 140 and 160 days after sowing, and for 1998 it was evaluated 120, 160, 200 and 240 days after sowing. The design was completely randomized; orthogonal polynomials and answer regressions were used. The cutting age affected the dry matter production for the edible material (EM) (leaf + stem  $\leq 4$  mm), leaves (L) and stem (S) ( $P < 0,05$ ), which was modified with a quadratic tendency ( $P < 0,01$ ). An EM production of 2,41<sup>b</sup>, 3,43<sup>a</sup>, 3,00<sup>a</sup> and 2,50<sup>a</sup> t ha<sup>-1</sup> was reached 120, 160, 200 and 240 days after sowing, respectively, in a vegetative cycle of 9 months. The chemical composition in 1997 showed a quadratic tendency in most of the variables under study in EM, L, S and pods; while in 1998 those variables had a heterogeneous behaviour, because they showed consistency in EM, L and S, with liner tendency in CP, and in quadratic form in ADF and lignin. The cutting days modified the production of edible material, leaves and stems, as well as the chemical composition of *Cajanus cajan*; the year also influenced the chemical behaviour of the plant.

**Key words:** *Cajanus cajan*, chemical composition, digestibility, yield

Las gramíneas son el alimento básico para el ganado, pero presentan limitaciones nutricionales en cuanto a la calidad y la cantidad, en particular en las regiones con sequías prolongadas. En estas condiciones,

las leguminosas arbustivas pueden ser una opción para aumentar la producción bovina de carne y/o leche (Ahmad, 1986; Atta-Krah, Suberg y Reynolds, 1986) y mejorar la ecología del suelo (Tothill, 1986).

Las leguminosas tropicales tienen un amplio potencial para incrementar la producción pecuaria, debido a su contenido de proteína cruda, digestibilidad y consumo voluntario. Estos indicadores son usualmente más altos que los observados en las gramíneas tropicales con similar estado vegetativo.

Para que las leguminosas se puedan aprovechar íntegra y racionalmente se requiere de su evaluación, tanto por su comportamiento agronómico (Cruz, Fernández, Solano y Ruiz, 2000) como por sus aspectos nutricionales, de preferencia en diferentes etapas del crecimiento, con el fin de identificar su punto óptimo de aprovechamiento.

Una posibilidad en este contexto es *Cajanus cajan*, una leguminosa arbustiva, leñosa, considerada semiperenne, con una distribución tropical y de amplia adaptación. Tradicionalmente, en las fincas pecuarias es utilizado para múltiples fines: el grano para el consumo humano, el follaje para el consumo animal y en la floración para la producción de miel de abeja (Skerman, Cameron y Riveros, 1991), medicinal y leña. También se ha empleado en la implantación de praderas mixtas (Becerra, 1986), lo cual se considera como una alternativa para la producción de alimentos proteicos (Sandoval, Arellano, Carranco y Pérez-Gil, 1987).

Por tal motivo se realizó el presente estudio, cuyo objetivo principal fue generar información sobre *C. cajan* (producido bajo condiciones de riego) en términos de rendimiento de forraje, composición química y digestibilidad *in situ*, de diferentes partes comestibles de la planta, empleando ocho intervalos de crecimiento a partir de los 60 hasta a los 240 días en 2 años de estudio.

#### **MATERIALES Y METODOS**

El trabajo se realizó en el Campo Experimental "Clavellinas", municipio de Tuxpan, Jalisco, situado a 19°35' de latitud norte y 103°20' de longitud oeste, a 1 137 msnm. Las condiciones climáticas son de subtrópico subhúmedo cálido (Medina, Ruiz y Martínez, 1998), con una temperatura media anual de 20,5°C; el 90 % de la lluvia cae en el verano y ocasionalmente durante el invierno, con una

precipitación promedio anual de 785,4 mm. Los suelos son de topografía regular, con textura media clasificada como migajón-arcillo-arenoso, regular contenido de materia orgánica y pH neutro.

En el año 1997 se sembró en agosto y la composición química se determinó en seis cortes [60 (octubre), 80 (noviembre), 100 (diciembre), 120 (enero), 140 (enero), y 160 (febrero) días después de la siembra]. En 1998 la siembra fue en abril y se realizaron determinaciones del rendimiento de forraje y de la composición química en cuatro cortes [120 (agosto), 160 (septiembre), 200 (octubre) y 240 (diciembre) días después de la siembra].

Se empleó un área de 1 000 m<sup>2</sup> y se sembró en surcos contiguos, en los cuales se depositaron tres semillas de gandul a una distancia de 80 cm entre plantas, sin aplicación de inoculante. Se utilizaron 1,5 kg de semilla, con una densidad de 60 000 plantas/ha. La preparación del terreno consistió en barbecho, dos pases de rastra y surcado.

El lote experimental se mantuvo libre de plagas con la aplicación de Aldrin (Paratión Metílico al 2 %), y de malezas mediante los deshierbes manuales. Las plantas fueron regadas por gravedad, con láminas de 4 cm una vez por semana al inicio de la plantación hasta su establecimiento.

Se evaluó la altura de la planta (Cantú, 1990) y el rendimiento de materia seca a una altura de corte de 85 cm del nivel del suelo (González, A., comunicación personal), en un área experimental útil de 2 m<sup>2</sup>. Se consideró como material comestible (MC) la hoja más el tallo del estrato superior de la planta con un diámetro menor o igual que 4 mm, además de la flor y la vaina cuando estuvieron presentes. De este material se hizo la separación de las hojas, el tallo y las vainas para obtener el rendimiento en forma individual de cada una de las partes.

Cuando la planta tuvo 60 días se aplicó una fertilización foliar (20-30-10 kg de NPK/ha/año).

La materia seca se determinó utilizando una estufa de aire forzado a 60°C por 48 h; posteriormente se molió la muestra en un molino Wiley con criba de 1 mm y se realizaron los análisis químicos y de digestibilidad.

Se utilizó un diseño completamente al azar (Snedecor y Cochran, 1974) aplicando los días de corte como criterio para generar polinomios ortogonales (Herrera y Barreras, 2000), y se realizaron evaluaciones de respuesta a través de regresiones lineales o cuadráticas de cambios en el tiempo. Para el análisis estadístico se utilizó el paquete SAS (Statistical Analysis Systems, 1985, Versión 5).

Se evaluó la composición química del material comestible (MC), hojas (H), tallos (T) y vainas (V) en las variables materia seca (MS), proteína cruda (PC), digestibilidad *in situ* de la materia seca (DISMS), fibra neutro detergente (FDN), fibra ácido detergente (FDA), lignina (LIG), celulosa (CEL), calcio (Ca) y fósforo (P), según Tejada (1992), y la DISMS, siguiendo el procedimiento señalado por Orskov, Hovell y Mould (1980).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La edad de corte afectó la producción de material comestible (hojas y tallos), con un comportamiento cuadrático (tabla 1). El MC a los 120 días fue inferior estadísticamente ( $P<0,05$ ) con respecto al corte a los 160, y ambas edades no difirieron de 200 y 240 días. La producción de hojas a los 160 días fue superior comparada con la de 120 y 240, y no difirió de la de 200 días. La producción de tallos fue inferior a los 240 días ( $P<0,05$ ). La mejor proporción hoja: tallo en el material comestible se registró a los 160 días (1,0:0,38) y disminuyó en el resto de los cortes. Por otra parte, la altura de la planta mostró un tendencia lineal significativa ( $P<0,05$ ), sin diferencia estadística entre las edades de corte (tabla 1). La sobrevivencia de las plántulas no se vio afectada durante el estudio.

Tabla 1. Producción de forraje seco de gandul (material comestible) en 1998.

Mes de corte	Edad de corte (días)				ES $\pm$	PO	
	120 Agosto	160 Sept.	200 Oct.	240 Dic.		L	C
Follaje comestible (t ha <sup>-1</sup> )	2,41 <sup>b</sup>	3,43 <sup>a</sup>	3,00 <sup>ab</sup>	2,50 <sup>ab</sup>	0,21	0,87	0,01
Hojas (t ha <sup>-1</sup> )	1,58 <sup>bc</sup>	2,47 <sup>a</sup>	2,18 <sup>ab</sup>	1,02 <sup>c</sup>	0,17	0,02	0,01
Tallos (t ha <sup>-1</sup> )	0,82 <sup>a</sup>	0,95 <sup>a</sup>	0,98 <sup>a</sup>	0,42 <sup>b</sup>	0,07	0,00	0,01
Vainas (t ha <sup>-1</sup> )	0	0	0	1,03			
Altura de la planta (m) (del suelo al ápice de la hoja)	2,05 <sup>a</sup>	2,34 <sup>a</sup>	2,95 <sup>a</sup>	2,97 <sup>a</sup>		0,01	0,39
Proporción hoja:tallo:flor:vaina	1:0,52	1:0,52	1:0,47:0,10	1:0,46:0,10:0,90			
No. de plantas/m <sup>2</sup>	6	5,5	6	5,5			

Medias con distinta literal entre fila significan diferencia estadística ( $P<0,05$ )

PO: Polinomios ortogonales L: Lineal C: Cuadrático

González y Eguiarte (1996) encontraron rendimientos de forraje seco de 2,0 y 1,2 t ha<sup>-1</sup>, inferiores a los obtenidos en el presente trabajo. La mayor producción registrada en las condiciones en las que se llevó a cabo este estudio puede ser atribuida al uso de riego, la época de siembra, la diferencia en la edad de corte de la planta y el posible efecto del año, tal como se observó para la composición química.

Durante 1997 los días de corte modificaron, con una tendencia lineal y/o cuadrática, a la mayoría de las variables químicas en cuanto a MC (tabla 2), H (tabla 3), T (tabla 4) y

V (tabla 5). En 1998 el comportamiento general fue heterogéneo para las variables en estudio en las diferentes fracciones de la planta: en el material comestible fue cuadrático para DISMS, FDA y lignina; de tipo lineal para MS, PC y P, y sin patrón de comportamiento para el resto de las variables (tabla 6). En la hoja se observó un efecto cuadrático en FDN, FDA, lignina y calcio, y lineal en MS, PC, DISMS y fósforo; la celulosa no mostró efecto estadístico (tabla 7). En el tallo hubo un efecto cuadrático en FDA, lignina, celulosa, calcio y fósforo, y una tendencia lineal en MS y PC; mientras que en

DISMS y FDN no hubo diferencias significativas (tabla 8). En la tabla 9 se presentan los valores de la composición química y la DISMS de las vainas para el año

1998 a los 240 días de corte. Esta información muestra el alto potencial en su valor nutritivo, con niveles de PC del 22,10 % y de DISMS del 88,36 %.

Tabla 2. Composición química (g/100 g) y digestibilidad *in situ* (DISMS, %) del material comestible en 1997.

Días de corte	MS	PC	DISMS	FDN	FDA	LIG	CEL	Ca	P
60	30,83 <sup>bc</sup>	15,47 <sup>b</sup>	60,71 <sup>ab</sup>	53,51 <sup>c</sup>	32,33 <sup>c</sup>	9,97 <sup>b</sup>	24,47 <sup>bc</sup>	1,03 <sup>a</sup>	0,23 <sup>b</sup>
80	30,92 <sup>bc</sup>	19,58 <sup>a</sup>	59,32 <sup>ab</sup>	56,13 <sup>b</sup>	31,72 <sup>c</sup>	8,36 <sup>c</sup>	21,41 <sup>bc</sup>	1,14 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>
100	31,63 <sup>b</sup>	18,84 <sup>a</sup>	58,27 <sup>ab</sup>	58,75 <sup>b</sup>	39,71 <sup>b</sup>	9,70 <sup>bc</sup>	27,15 <sup>b</sup>	1,13 <sup>a</sup>	0,27 <sup>a</sup>
120	29,45 <sup>c</sup>	12,68 <sup>cd</sup>	59,14 <sup>ab</sup>	62,59 <sup>a</sup>	40,93 <sup>a</sup>	17,53 <sup>a</sup>	34,29 <sup>a</sup>	0,97 <sup>a</sup>	0,15 <sup>c</sup>
140	34,32 <sup>a</sup>	11,14 <sup>d</sup>	64,97 <sup>a</sup>	57,51 <sup>b</sup>	33,98 <sup>bc</sup>	9,60 <sup>bc</sup>	21,46 <sup>c</sup>	0,60 <sup>a</sup>	0,14 <sup>c</sup>
160	31,77 <sup>b</sup>	14,08 <sup>bc</sup>	62,88 <sup>ab</sup>	58,83 <sup>b</sup>	34,69 <sup>bc</sup>	10,28 <sup>b</sup>	22,35 <sup>bc</sup>	1,09 <sup>a</sup>	0,16 <sup>c</sup>
ES±	0,35	0,38	2,08	0,63	1,41	0,30	1,24	0,04	0,027
PO (L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,87	0,00	0,00	0,00
(C)	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,0	0,00	0,41	0,09

Medias con distinta literal entre columnas significan diferencia estadística (P<0,05)

PO: Polinomios ortogonales

L: lineal

C: cuadrático

Tabla 3. Composición química (g/100 g) y digestibilidad *in situ* (DISMS, %) de las hojas en 1997.

Días de corte	MS	PC	DISMS	FDN	FDA	LIG	CEL	Ca	P
60	34,99 <sup>c</sup>	18,86 <sup>b</sup>	62,73 <sup>b</sup>	51,13 <sup>cd</sup>	23,60 <sup>c</sup>	8,98 <sup>b</sup>	17,16 <sup>bc</sup>	1,11 <sup>b</sup>	0,22 <sup>b</sup>
80	37,29 <sup>bc</sup>	25,24 <sup>a</sup>	59,25 <sup>bc</sup>	54,01 <sup>b</sup>	24,63 <sup>c</sup>	7,45 <sup>bc</sup>	17,18 <sup>bc</sup>	1,20 <sup>b</sup>	0,24 <sup>ab</sup>
100	39,09 <sup>b</sup>	27,01 <sup>a</sup>	58,16 <sup>c</sup>	57,21 <sup>a</sup>	27,52 <sup>bc</sup>	6,44 <sup>c</sup>	18,54 <sup>b</sup>	1,32 <sup>b</sup>	0,26 <sup>a</sup>
120	36,76 <sup>bc</sup>	15,46 <sup>b</sup>	59,33 <sup>bc</sup>	52,70 <sup>bc</sup>	38,16 <sup>a</sup>	15,53 <sup>a</sup>	22,63 <sup>a</sup>	1,59 <sup>a</sup>	0,17 <sup>cd</sup>
140	45,31 <sup>a</sup>	16,29 <sup>b</sup>	60,76 <sup>bc</sup>	51,02 <sup>cd</sup>	26,55 <sup>bc</sup>	10,43 <sup>b</sup>	16,95 <sup>bc</sup>	1,67 <sup>a</sup>	0,15 <sup>d</sup>
160	39,38 <sup>b</sup>	19,41 <sup>b</sup>	65,42 <sup>a</sup>	48,82 <sup>d</sup>	25,23 <sup>c</sup>	9,60 <sup>b</sup>	14,95 <sup>c</sup>	1,74 <sup>a</sup>	0,18 <sup>c</sup>
ES ±	0,73	1,49	1,87	0,27	0,80	0,69	0,89	0,033	0,01
PO (L)	0,00	0,00	0,57	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00
(C)	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,65	0,08

Medias con distinta literal entre columnas significan diferencia estadística (P<0,05)

PO: Polinomios ortogonales

L: lineal

C: cuadrático

Wallis, Whiteman y Akinola (1975) plantearon que después de un lento inicio, la acumulación de materia seca y la velocidad de crecimiento aumentan con la edad, tendencia que no se registró en el presente trabajo. Asimismo Sinha (1978) señaló que las plantas acumulan dos tercios o más del peso seco total cuando comienza la floración, lo cual se demostró en este trabajo. Por otra parte, Skerman et al. (1991) encontraron del 40 al 50% de materia seca en las ramas que tenían

bastante hojas y todas sus vainas, valores superiores a los observados en el material comestible tanto para 1997 como para 1998, los cuales estuvieron en un rango de 29 a 34%, aunque para el caso de las vainas a los 160 días de edad fue de 47 % de MS.

En el caso de la proteína, Aykoyd y Doughty (1964) y Sinha (1978) hallaron un 20,9 y 25,0 % en la porción comestible de *C. cajan*; un comportamiento similar se observó en el presente trabajo durante 1998 (20,9-

23,5%), pero fue diferente en 1997, ya que el aumento de los tallos y las vainas produjo un decremento en el contenido de proteína.

Liener (1980) reportó un 59,1 % de digestibilidad de las hojas y los tallos, resultado inferior (hasta en 10 unidades porcentuales) al encontrado en el año 1998. La inclusión de las vainas en los cortes de 240 días podría explicar esta diferencia.

La edad de las hojas afectó los cambios en la composición de las paredes celulares. En este sentido, García y Peña (1995) señalaron que los carbohidratos se modifican durante el desarrollo de la planta, lo que permite explicar la tendencia cuadrática en los 2 años de evaluación. Además, estos mismos autores plantearon que la celulosa es muy variable entre los tejidos, los órganos y las células.

Tabla 4. Composición química (g/100 g) y digestibilidad *in situ* (DISMS, %) de los tallos en 1997.

Días de corte	MS	PC	DISMS	FDN	FDA	LIG	CEL	Ca	P
60	31,40 <sup>ab</sup>	10,78 <sup>a</sup>	52,97 <sup>a</sup>	67,80 <sup>c</sup>	45,26 <sup>c</sup>	12,10 <sup>b</sup>	32,83 <sup>b</sup>	1,04 <sup>ab</sup>	0,22 <sup>b</sup>
80	34,41 <sup>a</sup>	9,40 <sup>b</sup>	50,48 <sup>ab</sup>	71,58 <sup>b</sup>	48,07 <sup>c</sup>	10,45 <sup>c</sup>	38,40 <sup>a</sup>	0,969 <sup>b</sup>	0,18 <sup>b</sup>
100	26,62 <sup>c</sup>	11,42 <sup>a</sup>	44,84 <sup>b</sup>	63,36 <sup>d</sup>	48,94 <sup>b</sup>	12,95 <sup>b</sup>	32,60 <sup>b</sup>	1,08 <sup>a</sup>	0,21 <sup>b</sup>
120	27,99 <sup>bc</sup>	5,35 <sup>c</sup>	33,16 <sup>c</sup>	79,25 <sup>a</sup>	59,50 <sup>a</sup>	22,01 <sup>a</sup>	37,63 <sup>a</sup>	0,81 <sup>c</sup>	0,06 <sup>c</sup>
140	32,37 <sup>a</sup>	5,07 <sup>c</sup>	38,30 <sup>c</sup>	79,87 <sup>a</sup>	56,48 <sup>b</sup>	14,26 <sup>b</sup>	41,35 <sup>a</sup>	0,98 <sup>ab</sup>	0,44 <sup>a</sup>
160	33,51 <sup>a</sup>	8,87 <sup>b</sup>	48,43 <sup>ab</sup>	70,04 <sup>bc</sup>	46,73 <sup>c</sup>	15,35 <sup>b</sup>	31,38 <sup>b</sup>	1,04 <sup>ab</sup>	0,11 <sup>c</sup>
ES ±	0,70	0,184	1,27	0,772	0,714	0,543	0,670	0,02	0,02
PO (L)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	0,23	0,00
(C)	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Medias con distinta literal entre columnas significan diferencia estadística (P<0,05)

PO: Polinomios ortogonales

L: lineal

C: cuadrático

Tabla 5. Composición química (g/100 g) y digestibilidad *in situ* (DISMS, %) de las vainas en 1997.

Días de corte	MS	PC	DISMS	FDN	FDA	LIG	CEL	Ca	P
120	27,95 <sup>b</sup>	12,32	79,90 <sup>c</sup>	60,98 <sup>a</sup>	33,98 <sup>a</sup>	10,13 <sup>a</sup>	23,64 <sup>a</sup>	0,43 <sup>b</sup>	0,17 <sup>b</sup>
140	47,28 <sup>a</sup>	12,61	88,04 <sup>a</sup>	54,79 <sup>c</sup>	27,59 <sup>c</sup>	7,72 <sup>c</sup>	20,23 <sup>b</sup>	0,42 <sup>b</sup>	0,14 <sup>c</sup>
160	24,79 <sup>b</sup>	14,93	81,31 <sup>b</sup>	59,93 <sup>b</sup>	31,76 <sup>b</sup>	9,84 <sup>b</sup>	22,43 <sup>b</sup>	0,64 <sup>a</sup>	0,23 <sup>a</sup>
EEM	1,83	0,456	1,04	0,772	0,557	0,692	0,712	0,010	0,004
PO (L)	0,10	0,001	0,001	0,001	0,001	0,010	0,010	0,001	0,001
(C)	0,00	0,120	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001

Medias con distinta literal entre columnas significan diferencia estadística (P<0,05)

PO: Polinomios ortogonales

L: lineal

C: cuadrático

Tabla 6. Composición química (g/100 g) y digestibilidad *in situ* (DISMS, %) del material comestible en 1998.

Días de corte	MS	PC	DISMS	FDN	FDA	LIG	CEL	Ca	P
120	28,25	23,49	67,01 <sup>b</sup>	52,09	33,14 <sup>c</sup>	15,10 <sup>b</sup>	20,41	0,95	0,36
160	29,06	22,97	65,41 <sup>bc</sup>	53,24	39,59 <sup>ab</sup>	15,47 <sup>b</sup>	23,96	0,69	0,36
200	34,32	21,61	64,69 <sup>c</sup>	54,58	40,75 <sup>a</sup>	20,27 <sup>a</sup>	21,58	0,87	0,32
240	33,71	20,85	69,27 <sup>a</sup>	50,09	34,97 <sup>bc</sup>	13,27 <sup>c</sup>	21,67	0,87	0,35
ES ±	1,37	0,85	0,47	1,27	1,25	0,85	1,35	0,08	0,01
PO (L)	0,00	0,01	0,01	0,26	0,41	0,84	0,82	0,90	0,00
(C)	0,60	0,89	0,00	0,08	0,00	0,02	0,21	0,12	0,27

Medias con distinta literal entre columnas significan diferencia estadística (P<0,05)

PO: Polinomios ortogonales

L: lineal

C: cuadrático

Tabla 7. Composición química (g/100 g) y digestibilidad *in situ* (DISMS, %) de las hojas en 1998.

Días de corte	MS	PC	DISMS	FDN	FDA	LIG	CEL	Ca	P
120	31,76 <sup>c</sup>	27,33	71,17 <sup>a</sup>	49,54 <sup>b</sup>	33,79 <sup>ab</sup>	13,30 <sup>b</sup>	16,36	0,91 <sup>b</sup>	0,25 <sup>b</sup>
160	35,50 <sup>b</sup>	28,36	68,40 <sup>ab</sup>	50,59 <sup>b</sup>	34,80 <sup>a</sup>	14,61 <sup>a</sup>	19,89	0,69 <sup>c</sup>	0,35 <sup>a</sup>
200	40,15 <sup>a</sup>	26,36	65,05 <sup>bc</sup>	54,22 <sup>a</sup>	36,27 <sup>a</sup>	15,63 <sup>a</sup>	14,75	0,85 <sup>b</sup>	0,30 <sup>b</sup>
240	42,60 <sup>a</sup>	25,13	60,16 <sup>c</sup>	49,59 <sup>b</sup>	31,48 <sup>b</sup>	12,08 <sup>b</sup>	16,12	1,24 <sup>a</sup>	0,30 <sup>b</sup>
ES±	0,756	0,681	1,33	0,657	0,650	0,69	1,22	0,33	0,005
PO (L)	0,00	0,02	0,00	0,19	0,07	0,16	0,37	0,00	0,00
(C)	0,27	0,16	0,43	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,57

Medias con distinta literal entre columnas significan diferencia estadística (P<0,05)

PO: Polinomios ortogonales

L: lineal

C: cuadrático

Tabla 8. Composición química (g/100 g) y digestibilidad *in situ* (DISMS, %) de los tallos en 1998.

Días de corte	MS	PC	DISMS	FDN	FDA	LIG	CEL	Ca	P
120	24,65 <sup>c</sup>	10,73 <sup>c</sup>	52,88	65,35	55,06 <sup>a</sup>	16,66 <sup>b</sup>	38,88 <sup>a</sup>	0,80 <sup>b</sup>	0,28 <sup>ab</sup>
160	26,84 <sup>c</sup>	12,82 <sup>b</sup>	51,73	67,26	58,78 <sup>a</sup>	20,54 <sup>a</sup>	41,02 <sup>a</sup>	0,71 <sup>b</sup>	0,30 <sup>ab</sup>
200	30,05 <sup>b</sup>	12,58 <sup>b</sup>	52,00	64,95	52,69 <sup>b</sup>	19,59 <sup>a</sup>	31,82 <sup>b</sup>	0,92 <sup>b</sup>	0,30 <sup>ab</sup>
240	33,24 <sup>a</sup>	14,96 <sup>a</sup>	54,59	64,08	47,85 <sup>c</sup>	16,16 <sup>b</sup>	31,71 <sup>b</sup>	1,27 <sup>a</sup>	0,34 <sup>a</sup>
ES ±	0,692	0,300	2,00	1,13	0,680	0,66	0,721	0,048	0,015
PO (L)	0,00	0,00	0,56	0,26	0,00	0,68	0,00	0,00	0,03
(C)	0,48	0,64	0,39	0,27	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02

Medias con distinta literal entre columnas significan diferencia estadística (P<0,05)

PO: Polinomios ortogonales

L: lineal

C: cuadrático

Tabla 9. Composición química (g/100 g) y digestibilidad *in situ* (DISMS, %) de las vainas en 1998.

Concepto	
Materia seca	25,54
Proteína cruda	22,10
Digestibilidad <i>in situ</i> de la MS	88,36
Fibra detergente neutro	47,62
Fibra detergente ácida	30,71
Lignina	8,87
Celulosa	21,38
Calcio	0,51
Fósforo	0,37

Por otra parte, Sandoval et al. (1987) observaron un contenido de 47,88 % de FDN para las hojas y las vainas de *C. cajan*, valor menor a los obtenidos en las condiciones del

presente estudio, debido posiblemente a que se analizó como material comestible (hoja más tallo).

## CONCLUSIONES

Los días de corte modificaron la producción de material comestible, hojas y tallos, con los mayores rendimientos entre los 160 y 200 días de edad.

Así mismo, la composición química de *C. cajan* varió con la edad de corte y la relación del material comestible, las hojas, los tallos y las vainas presentes en la planta.

Existió un efecto de la etapa vegetativa de la planta, en función de la edad de corte estudiada, en la composición química de las diferentes partes del gandul, aparentemente influenciada por los factores época de siembra, prácticas agronómicas de cultivo y año.

Los resultados generados bajo las condiciones en las que se llevó a cabo el presente estudio tienden a reflejar un alto valor potencial forrajero del gandul para los rumiantes por su producción de biomasa y su calidad nutritiva.

### REFERENCIAS

- Ahmad, N. 1986. Contributions of forage legumes to pasture production in the Caribbean. In: Potential of forage legumes in farming systems of subsaharan Africa. Proceedings. ILCA, Ethiopia. p. 162
- Atta-Krah, A.N.; Suberg, J.E & Reynolds, I. 1986. Leguminous fodder trees in the farming systems-an overview of research at the humid zone programe of ILCA in Southwestern Nigeria. In: Potential of forage legumes in farming systems of subsaharan Africa. Proceedings. ILCA, Ethiopia. p. 307
- Aykoyd, W.R. & Doughty, J. 1964. Las leguminosas en la nutrición humana. Departamento de la Nutrición Humana. FAO. Roma, Italia. p. 16
- Becerra, B.J. 1986. Leguminosas forrajeras tropicales. Actualización sobre producción de forrajes en la Costa del Pacífico. SARH-INIP. Campo Experimental Pecuario "El Macho". Tecuala, Nay. p. 1
- Cantú, B.J.E. 1990. Manejo de pastizales. Universidad Autónoma Agraria "Antonio Narro". Unidad Laguna. Departamento de Producción Animal. Torreón Coahuila, Méx. p. 113
- Cruz, C.V.; Fernández, R.M.; Solano, V.J. & Ruiz, C.E. 2000. Comportamiento agronómico de *Stylosanthes humilis* y *Stylosanthes hamata* en condiciones de trópico subhúmedo. **Téc. Pec. Méx.** 38 (1):43
- García, H.R. & Peña, V.C. 1995. La pared celular, componente fundamental de las células vegetales. Universidad Autónoma de Chapingo, México. p. 96
- González, A. & Eguiarte V.J.A. 1996. El Gandul o chícharo de árbol es un productor de grano y de forraje. **Revista México Ganadero.** 411:28
- Herrera, H.J.G. & Barreras, S.A. 2000. Análisis estadísticos de experimentos pecuarios. Manual de procedimientos. Colegio de Posgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. p. 38
- Liener, I.E. 1980. Heat labile antinutritional factors. In: Advances in legume science. (Eds. R.J. Summerfield and A.H. Bunting). Royal Botanic Gardens, Kew, England. p. 157
- Medina, G.G.; Ruiz, C.J.A. & Martínez, P.R.A. 1998. Los Climas de México. Ed. INIFAP- CIRPAC-SAGAR. Guadalajara, Jalisco, México. 103 p.
- Orskov, E.R.; Hovell, F.D. & Mould, F. 1980. Use the nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. **Tropical Animal Production.** 5:195
- Sandoval, A.J.; Arellano, M.L.; Carranco, J.M. & Pérez-Gil, R.F. 1987. Estudio de la composición química de las hojas y vainas de *Cajanus cajan* (L.) Millsp (gandul). Memoria de Reunión de Investigación Pecuaria. México, D.F. p. 444
- SAS. 1985. Statistical analysis system. Users guide. Version 5. SAS Institute Inc. Cary, North Carolina, USA. 956 p.
- Sinha, S.K. 1978. Las leguminosas alimenticias: su distribución, su capacidad de adaptación y biología de los rendimientos. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. p. 4, 96
- Skerman, P.J.; Cameron, D.G. & Riveros, F. 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. Colección FAO: Producción y protección vegetal. Roma, Italia. p. 707

- Snedecor, C.M. & Cochran, W.G. 1974. Métodos estadísticos. Sexta Edición. Editorial Continental, S.A. México. p. 703
- Tejada, I. 1992. Control de calidad y análisis de alimentos para animales. Ed. Sistema de Educación Continua en Producción Animal, A.C. 397 p.
- Tothill, J.C. 1986. The role of legumes in farming systems of sub-saharan Africa. In: Potential of forage legumes in farming systems of sub-saharan Africa. Proceedings. ILCA, Ethiopia. p. 232
- Wallis, E.S.; Whiteman, P.C. & Akinola, J.O. 1975. Pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) research in Australia. International Workshop on grain legumes, India. p. 150

Recibido el 19 de diciembre del 2001  
Aceptado el 30 de enero del 2002