

## EVALUACION COMPARATIVA ENTRE EL HENO DE KUDZU *Pueraria phaseoloides* Y HENO DE *Centrosema macrocarpum* EN PARAMETROS QUIMICOS Y NUTRICIONALES

<sup>1</sup>Manuel H. Ruiloba, <sup>2</sup>Carlos I. Saldaña y <sup>3</sup>Víctor M. Jiménez

### RESUMEN

Se midió en forma comparativa aspectos químicos y nutricionales del heno de Kudzu y heno de *Centrosema macrocarpum* (accesiones 5062 y 5434) cosechadas a una edad de rebrote de 4.5 meses. Con un diseño de reversión simple, se utilizaron cuatro novillos Cebú comercial por tratamiento (Kudzu, TK y *C. macrocarpum*, TC), con un peso vivo promedio de 313 kg. Los animales se manejaron bajo confinamiento en corrales individuales, con alimentación *ad libitum*. La relación hoja/tallo del material ofrecido en TK y TC fue de 0.456 y 0.448, respectivamente. La composición química no difirió apreciablemente entre materiales, con promedios para la hoja y tallo de 22.4 y 8.9%; 69.9 y 80.0%; 0.98 y 0.57%; 0.22 y 0.16%; y 4.35 y 0.15% para la proteína cruda, fracción detergente neutra, calcio, fósforo y taninos, respectivamente. El TK presentó valores mayores de energía digestible que TC (1.93 y 1.78 Mcal/kg MS,  $P \leq 0.07$ ) y energía metabolizable (1.64 y 1.49 Mcal/kg MS,  $P \leq 0.04$ ). El consumo de materia seca, proteína cruda y energía bruta fue mayor para TC, con valores de 36.8 y 49.0 g ( $P \leq 0.02$ ); 4.84 y 5.97 g ( $P \leq 0.01$ ); y 176.0 y 214.0 Kcal/kg<sup>0.75<sup>MS</sup></sup> ( $P \leq 0.03$ ) para TK y TC, respectivamente. No hubo diferencia ( $P \geq 0.41$ ) en el consumo de energía digestible ( $\bar{x} = 73$  kcal/kg<sup>0.75<sup>MS</sup></sup>) y energía metabolizable ( $\bar{x} = 60$  kcal/kg<sup>0.75<sup>MS</sup></sup>). La digestibilidad *in vivo* aparente de la materia seca y energía de TK y TC fue de 41.8 y 40.0% ( $P \leq 0.01$ ) y 41.8 y 39.2% ( $P \leq 0.01$ ), respectivamente; en cambio, no hubo diferencia ( $P \geq 0.93$ ) con la digestibilidad *in vivo* aparente de la proteína ( $\bar{x} = 51.7\%$ ). La solubilidad del N en buffer de borato/fosfato y en pepsina fueron muy similares entre leguminosas, con promedios para la hoja y el tallo de 15.1 y 33.6% y 68.0 y 65.7%, respectivamente. La tasa de degradabilidad *in situ* de la materia seca y proteína cruda de TK fue de 0.045 y 0.057%/hora y de TC de 0.049 y 0.050%/hora, respectivamente. Los patrones ruminales de pH, N-NH<sub>3</sub> y ácidos grasos volátiles fueron muy similares entre leguminosas, con promedios de 6.76, 26.5 mg/100 ml y 58.8, 18.4 y 17.3% para los ácidos acético, propiónico y butírico, respectivamente. Se concluye que en términos químicos y nutricionales no hubo diferencias apreciables entre los henos de ambas leguminosas y que estos presentan limitaciones energéticas.

### COMPARATIVE EVALUATION BETWEEN THE KUDZU HAY (*Pueraria phaseoloides*) AND THE *Centrosema macrocarpum* HAY IN CHEMICAL AND NUTRITIONAL PARAMETERS

It was measured, in comparative form, chemical and nutritional aspects of Kudzu hay and *Centrosema macrocarpum* hay (varieties 5062 and 5434) harvested at the age of 4.5 months of sprout. With a simple

<sup>1</sup>Ph.D., Nutrición Animal; <sup>2</sup>Lic., M.Sc. Nutrición de No Rumiantes; <sup>3</sup>M.Sc., Químico. Estación Experimental Agropecuaria de Gualaca. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

reversion design, four commercial young bulls Zebu were used per treatment (Kudzu, T K, and *C. macrocarpum*, T.C) with an average weight of 313 kg. The animals were managed under confinement in individual stockyard, with food supply *ad libitum*. The relationship leaf/stem of the offered material in TK and TC was of 0.456 and 0.448, respectively. The chemical composition did not significantly differ among the materials, with averages to the leaf and stem of 22.4 and 8.9%; 69.9 and 80.0%; 0.98 and 0.57%; 0.22 and 0.16%; and 4.35 and 0.15% for the brute protein, neutral fraction detergent, calcium, phosphorus and tannins, respectively. The TK showed higher values of digestible energy than TC (1.93 and 1.78 Mcal/kg MS,  $P \leq 0.07$ ) and metabolizable energy (1.64 and 1.49 Mcal/kg MS,  $P \leq 0.04$ ). The consumption of dry matter, brute protein and brute energy was higher for TC with values of 36.8 and 49.0 g ( $P \leq 0.02$ ), 4.84 and 5.97 ( $P \leq 0.01$ ), and 176.0 and 214.0 Kcal/kg<sup>0.75</sup>/day ( $P \leq 0.03$ ) for TK and TC, respectively. There was not difference ( $P \leq 0.41$ ) in the consumption of digestible energy ( $\bar{X} = 73$  Kcal/kg<sup>0.75</sup>/day) and metabolizable energy ( $\bar{X} = 60$  Kcal/kg<sup>0.75</sup>/day). The apparent digestibility *in vivo* of the dry matter and energy of TK and TC was of 41.8 and 39.2% ( $P \leq 0.01$ ), respectively. On the other hand, there was not difference ( $P \geq 0.93$ ) in the apparent digestibility *in vitro* of the protein ( $\bar{X} = 51.7\%$ ). The solubility of N in buffer of borate/phosphate and in pepsin were very similar between legumes, with average for the leaf and the stem of 15.1 and 33.6%, and 68.0 and 65.7%, respectively. The rate of degradation *in situ* of the dry matter and brute protein of TK was of 0.045 and 0.057%/hour and of TC was of 0.049 and 0.050%/hour, respectively. The ruminant pattern of pH, N-NH<sub>2</sub> and volatile fatty acids were very similar between legumes, with averages of 6.76, 26.5 mg/100 ml and 58.8, 18.4, and 17.3% for the acetic, propionic and butyric acids, respectively. It is concluded that in chemical and nutritional terms there were not significant differences between the hays of both legumes and that these showed energetic limitations.

## INTRODUCCION

En Panamá, el Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y *Centrosema macrocarpum* han sido definidas como leguminosas promisorias (Ortega y Rattray, 1986; CIAT, 1988), ya que se adaptan y crecen bien en muchos de los ecosistemas existentes en el país.

Aunque ambas leguminosas se comportan bien durante la época lluviosa, el *C. macrocarpum* presenta un mejor comportamiento durante la época seca que el Kudzú (Valero y col., 1987); en esta época, el Kudzú presenta problemas de defoliación y crece muy poco (Ruiloba y col., 1987). Estudios comparativos de Suárez y col. (1985), y Valero y col. (1987) indican una mayor producción de biomasa del *C. macrocarpum* con respecto al Kudzú.

En cuanto a las características químicas, ambas leguminosas presentan una composición muy similar, con niveles de proteína cruda entre 12 a 17%, pared celular entre 76 a 78%, calcio entre 0.73 a 0.93% y fósforo entre 0.13 a 0.27%, dependiendo de la época del año (Ruiloba y col., 1987; Ruiloba y col., datos inéditos).

Con respecto a las características nutricionales, aparentemente no se dispone, en la literatura, de información comparativa entre estas dos leguminosas. Sin embargo, se ha reportado valores de digestibilidad *in vitro* de 57.1, 45.1 y 51.9% para la hoja, tallo y planta entera del Kudzú cosechado en invierno, respectivamente (Ruiloba y col., 1991). Para el *C. macrocarpum* se ha reportado un valor de digestibilidad *in vitro* de 55.7% para la hoja (Villaquirán y Lazcano, 1986). Para el consumo voluntario y digestibilidad *in vivo*

aparente de la materia seca se ha reportado valores de 37.7 g/kg de peso vivo (PV)<sup>0.75</sup>/día y 39.8% para la planta entera de Kudzú (CIAT, 1984) y valores de 63.6 g/kg PV<sup>0.75</sup>/día y 64.5% para la hoja del *C. macrocarpum*, respectivamente.

La priorización o selección de estas leguminosas para estudios de utilización no sólo requiere criterios agronómicos, sino también químicos y nutricionales, por lo que se realizó un estudio comparativo entre el Kudzú y *C. macrocarpum* con el propósito de obtener información sobre estos aspectos.

## MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la Estación Experimental Agropecuaria de Gualaca (IDIAP), ubicada en el distrito de Gualaca, Chiriquí, Panamá, a una altura de 33 msnm, temperatura anual promedio de 26 °C, precipitación anual promedio de 4000 mm y suelos inceptisoles, con un pH entre 4.5 y 5.5, y un contenido promedio de P y K de 2.0 y 70.0 ppm, y Ca y Al de 2.0 y 1.0 meq/100 g, respectivamente.

Se utilizaron parcelas establecidas de Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) y *C. macrocarpum* (accesiones 5062 y 5434). Ambas parcelas fueron fertilizadas al inicio del período lluvioso con 50 y 30 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O/ha, respectivamente. Posteriormente fueron segadas a una altura promedio de 15 cm y henificadas a una edad de rebrote de 4.5 meses.

Para evaluar los parámetros de consumo y digestibilidad, se utilizó un diseño de reversión simple (Lucas, 1983), y se estudiaron dos tratamientos: Alimentación a base de heno de Kudzú (TK) y alimentación a base de *Centrosema macrocarpum* (TC). Cada período experimental consistió de una fase de adaptación de siete días y una fase de evaluación de cinco días. Previo a estos dos períodos experimentales, los animales fueron sometidos a un período de preadaptación de 15 días, a base de una alimentación consistente en una mezcla de heno de Kudzú y heno de *C. macrocarpum*. Posterior a este período, los animales fueron distribuidos al azar a los tratamientos bajo estudio.

El manejo de la alimentación fue bajo confinamiento, en corrales individuales provistos de techo. La alimentación se ofreció a libre consumo, considerando una oferta de forraje de 10% en exceso sobre el consumo del día anterior; el material rechazado fue eliminado diariamente. Los animales también dispusieron de una mezcla de sal mineralizada (12% Ca y 6.5% P) y agua a libre consumo.

Se utilizaron cuatro novillos Cebú comercial por tratamiento, con un peso vivo promedio al inicio del experimento de 313 kg/animal, los cuales recibieron tratamiento contra parásitos internos y externos al inicio del período de preadaptación.

Durante la fase de evaluación de cada período experimental el consumo de forraje se midió diariamente en base al material ofrecido y rechazado. Muestras de estos materiales se tomaron diariamente; posteriormente se hizo una muestra com-

puesta del material ofrecido por período y una muestra compuesta del material rechazado por animal por período para análisis químico. A cada animal se le tomaron dos muestras diarias de heces directamente del recto, a diferentes horarios cada día. Las muestras fueron secadas a 65 °C y muestras compuestas por animal por período fueron preparadas. Los animales fueron pesados al inicio y final del experimento.

Al final del segundo período experimental, se seleccionaron dos animales de cada tratamiento, acondicionados con cánula ruminal, los cuales siguieron alimentándose por un período de cinco días con el mismo heno que habían recibido durante el segundo período experimental. Durante este período adicional, se determinó la degradabilidad *in situ* de ambos henos, para lo cual se utilizó la técnica de bolsas de dacrón sostenidas en el rumen. El heno fue molido con un tamiz de 2.0 mm e incubado en el rumen hasta un máximo de 72 horas, a razón de 12.5 mg/cm<sup>2</sup> de área externa de la bolsa. Al cumplirse el tiempo de incubación, las bolsas fueron lavadas externamente con agua de la llave inmediatamente después de retirarlas del rumen. Las bolsas correspondientes al tiempo cero fueron introducidas en la parte líquida del rumen por 10 segundos e inmediatamente retiradas de éste.

Posterior a la determinación *in situ*, muestras del contenido ruminal fueron tomadas por un período de 24 horas (10:00 a.m., 12:00 a.m., 6:00 p.m. y 7:00 a.m.) para determinar el pH y contenido de N-NH<sub>3</sub> y ácidos grasos volátiles. El material ruminal se percoló utilizando una tela de algo-

dón para separar la fracción líquida de la sólida. El pH se determinó en la fracción líquida inmediatamente después de la percolación; una muestra de esta fracción fue tratada con solución de AgCl al 5% (1.0 ml por 100.0 ml de líquido) y conservada en refrigeración para análisis químico.

Las determinaciones químicas también incluyeron proteína cruda (PC); calcio (Ca); fósforo (P) (AOAC, 1970); pared celular (FDN) (USDA, 1972); taninos (TA) (Burns, 1963); fracción indigerible detergente neutro (FIDN) (Jacobs, 1975); solubilidad del nitrógeno en buffer de borato-fosfato (SNBF) (Krishnamoorthy y col., 1982), y en pepsina (SNP) (Pichard y Van Soest, 1977); digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS) con el procedimiento del detergente neutro (Goering y Van Soest, 1970) y energía bruta en una bomba calorimétrica (AOAC, 1970). La FIDN se utilizó como marcador interno para determinar la digestibilidad *in vivo* aparente de la materia seca y proteína (Jacobs, 1975). La determinación de la digestibilidad *in vitro* se hizo utilizando el procedimiento del detergente neutro (Goering y Van Soest, 1970). El N-NH<sub>3</sub> se determinó por destilación y titulación de acuerdo al método de Kjeldahl (AOAC, 1970) y los ácidos grasos volátiles por cromatografía de gases.

Para establecer la dinámica de la degradabilidad *in situ* de la materia seca y proteína cruda se utilizó la siguiente función no lineal (Orskov y McDonald, 1979):

$$D = A + B(1 - e^{-kt}) \quad (1)$$

donde la D representa el total de materia seca (MS) o proteína cruda (PC) desapare-

cida (%), A la MS o PC rápidamente soluble (%), B la MS o PC insoluble potencialmente degradable (%), K la tasa de degradación de la MS o PC potencialmente degradable (%/hora) y t el tiempo de incubación (hora). La función fue estimada con el procedimiento de funciones no lineales del SAS (1982), utilizando el método de Marquart.

De acuerdo al modelo (1), se estimó el tiempo de degradación media ( $t_{1/2}$ , hora) con la siguiente ecuación (González y col., 1990):

$$t_{1/2} = (-\ln 0.5)/K \quad (2)$$

Para el análisis estadístico se utilizó el método descrito por Quirós y Ruiloba (1990), a base del procedimiento GLM del SAS (1982).

## RESULTADOS Y DISCUSION

La relación hoja/tallo, base seca, del heno de Kudzú y heno de *C. macrocarpum* ofrecido a los animales fue de 0.456 y 0.448, respectivamente. La composición química de estos henos se indica en el Cuadro 1; los valores resultaron muy similares para ambas leguminosas, aunque el Kudzú presenta un contenido de taninos y energía bruta mayor que el *C. macrocarpum*. El contenido de proteína cruda (PC) de ambos henos es menor que los valores que presentan estas leguminosas tropicales en el material verde, los cuales varían de 16 a 18% (Mosquero y Lazcano, 1992; Ortega y Samudio, 1978). Igual situación se aprecia en el calcio (Ca) y el fósforo (P), ya que los valores normales en

el material verde de leguminosas tropicales es de alrededor de 1.21 y 0.26% (Minson, 1984), respectivamente. Estos cambios en composición química están relacionados con la pérdida de hojas que sufren estas leguminosas durante el proceso de henificación.

En ambas leguminosas, la fracción hoja presenta una mejor composición química que la fracción tallo, con un mayor contenido de PC, Ca y P, y un menor contenido de la fracción detergente neutra (FDN). En cambio, casi todo el tanino (TA) disponible se encuentra en la hoja (Cuadro 1).

En el Cuadro 2 se presentan los valores de algunos componentes químicos y energéticos en el forraje consumido. En cuanto al contenido de proteína cruda en el forraje consumido (PCA), no se observó diferencia significativa ( $P > 0.80$ ) entre leguminosas, con un promedio de 12.75%. Para ambas leguminosas, el PCA fue superior al contenido de PC en el forraje ofrecido, lo que se explica en función de un mayor consumo de hoja que de tallo. La relación hoja/tallo promedio en el material rechazado fue de 0.400 y 0.277 para TK y TC, respectivamente, las cuales fueron inferiores a los correspondientes valores en el material ofrecido.

El contenido de energía bruta en el forraje consumido (EBA) resultó mayor ( $P < 0.02$ ) para el tratamiento con Kudzú; sin embargo, en ambas leguminosas los valores obtenidos son muy similares a los correspondientes valores en el forraje ofrecido (Cuadro 1). El tratamiento con Kudzú también presentó valores mayores

CUADRO 1. CARACTERIZACIÓN DEL HENO DE KUDZU Y HENO DE *Centrosema macrocarpum* OFRECIDO A LOS ANIMALES.

PARÁMETRO	HENO DE KUDZÚ (TK)			HENO DE <i>C. macrocarpum</i> (TC)		
	PLANTA ENTERA	HOJA	TALLO	PLANTA ENTERA	HOJA	TALLO
Proteína Cruda (PC)	12.58	23.00	8.20	12.39	21.80	9.60
Fracción Detergente Neutra (FDN), %	77.59	73.48	79.46	76.19	66.27	80.63
Calcio (CA), %	0.66	0.66	0.87	0.56	0.73	1.08
Fósforo (P), %	0.18	0.22	0.17	0.16	0.22	0.14
Taninos (TA), % Acción Indigerible	1.52	4.20	0.30	1.39	4.50	0.00
Detergente Neutra (FDN), %	46.20					47.30
Energía Bruta (EB), Mcal/kg MS	4.77	4.85	4.69	4.45	4.58	4.40

CUADRO 2. CONCENTRACIÓN DE COMPONENTES QUÍMICOS Y ENERGÉTICOS EN EL FORRAJE CONSUMIDO.

PARÁMETROS	HENO DE KUDZÚ (TK)		HENO DE <i>C. macrocarpum</i> (TC)	
Proteína Cruda (CPCA), %	12.80	12.70	NS(P>0.80)	
Fracción Indigerible Detergente Neutra (FIDNA), %	38.80	44.60	*	(P<0.01)
Energía Bruta (EBA), Mcal/kgMS	4.61	4.56	*	(P<0.02)
Energía Digestible (EDA), Mcal/kg MS	1.93	1.78	*	(P<0.07)
Energía Metabolizable (EMA), Mcal/kg MS	1.64	1.49	*	(P<0.04)

en el contenido de energía digestible (EDA,  $P < 0.07$ ) y energía metabolizable (EMA,  $P < 0.04$ ) en el forraje consumido. Utilizando el mismo procedimiento para estimar la EDA y EMA, Ruiloba y Saldaña (datos inéditos) obtuvieron valores entre 1.34 y 1.62 y 1.19 y 1.30 Mcal/kg MS para el heno de Kudzú, respectivamente. Con propósitos comparativos, la literatura (Minson, 1984) presenta valores de energía metabolizable de 1.56 Mcal/kg M.S. para el material fresco de *Desmodium uncinatum*.

En el Cuadro 3 se presentan los resultados referentes a consumo. El consumo de materia seca total (MS) del *C. macrocarpum* fue mayor ( $P < 0.02$ ) al de Kudzú en un 33%. Igual respuesta se obtuvo con el consumo de hoja ( $P < 0.01$ ) y tallo ( $P < 0.14$ ), el cual fue 31 y 26% mayor para el *C. macrocarpum*, respectivamente. Con heno de Kudzú cosechado a los 3.5 y 5.5 meses de edad, se logró un consumo promedio de materia seca de 66.9/kg de  $PV^{0.75}$ /día (Ruiloba y Saldaña, datos inéditos), superior a lo obtenido en el presente trabajo. La relación hoja/tallo del forraje consumido fue de 0.534 y 0.560 para el heno de Kudzú y heno de *C. macrocarpum*, respectivamente, resultando superior a la del forraje ofrecido. El consumo de materia seca digestible resultó bajo para ambas leguminosas, pero fue mayor para el *C. macrocarpum* ( $P < 0.01$ ).

El tratamiento con *C. macrocarpum* presentó un mayor consumo de proteína cruda ( $P < 0.01$ ), proteína digestible ( $P < 0.03$ ) y energía bruta ( $P < 0.03$ ) que el tratamiento con Kudzú; en cambio, no hubo diferencia entre tratamiento con el consu-

mo de energía digestible ( $P > 0.42$ ) y energía metabolizable ( $P > 0.41$ ).

La digestibilidad *in vitro* aparente (DIV) correspondiente a la planta entera y tallo resultaron muy similares entre tratamientos (Cuadro 4), con promedios de 37.4 y 32.0%, respectivamente. En cambio, la hoja del heno de *C. macrocarpum* presentó una mayor DIV que la hoja del heno de Kudzú. Para la hoja de un ecotipo de *C. macrocarpum* y del *C. pubescens* se han reportado valores de DIV de 55.7 (Villaquirán y Lazcano, 1986) y 51.6% (CIAT, 1982), respectivamente. Para la hoja del Kudzú se ha reportado una DIV de 51.6% (CIAT, 1982).

El heno de Kudzú presentó una mayor digestibilidad *in vivo* aparente de la materia seca (DMS) que el heno de *C. macrocarpum* ( $P < 0.11$ , Cuadro 4); esta diferencia representó un 4.5% a favor del Kudzú. Con respecto a la digestibilidad *in vivo* de la proteína (DP), no hubo diferencia significativa entre tratamientos ( $P > 0.93$ ), con un promedio de 51.7%. La digestibilidad *in vivo* de la energía (DE) del Kudzú resultó superior ( $P < 0.01$ ) en un 6.6% con respecto a la del *C. macrocarpum*. Valores en el mismo orden fueron obtenidos por Ruiloba y Saldaña (datos inéditos) con heno de Kudzú cosechado a los 3.5 y 5.5 meses de edad. Estos autores obtuvieron valores promedios de 35.0, 54.2 y 33.9% para la DMS, DP y DE, respectivamente.

La solubilidad del N en buffer de borato/fosfato (SNBF) y en pepsina (SNP) se indican en el Cuadro 5, donde se observan valores muy similares para ambas

CUADRO 3. CONSUMO DE MATERIA SECA, PROTEÍNA Y ENERGÍA (kg de PV<sup>0.75</sup>/DÍA).

PARÁMETROS	HENO DE C.	
	HENO DE KUDZÚ (TK)	HENO DE <i>macrocarpum</i> (TC)
Materia Seca (CMS), g		
- Planta Entera,	36.80	49.00
- Hoja	13.40	17.60
- Tallo	24.90	31.40
Materia Seca Digestible (CMSD), g	16.40	19.60
Proteína Cruda (CPC), g	4.84	5.97
Proteína Digestible (CPD), g	2.51	3.08
Energía Bruta (CED), Kcal	176.00	214.00
Energía Digestible (CED), Kcal	77.00	70.00
Energía Metabolizable (CEM), Kcal	62.00	57.00
		* (P < 0.02)
		* (P < 0.01)
		* (P < 0.14)
		* (P < 0.06)
		* (P < 0.01)
		* (P < 0.03)
		* (P < 0.03)
		NS (P > 0.42)
		NS (P > 0.41)



CUADRO 4. PARÁMETROS DE DIGESTIBILIDAD *in vitro* E *in vivo*.

PARÁMETROS	HENO DE KUDZÚ (TK)	HENO DE C. macrocarpum (TC)
Digestibilidad <i>in vitro</i> aparente de la MS, %		
-Planta Entera	36.8	38.1
-Hoja	45.4	50.8
-Tallo	32.9	32.4
Digestibilidad <i>in vivo</i> aparente, %		
-Materia Seca (DMS)	41.8	40.0
-Proteína (DP)	51.8	51.6
-Energía (DE)	41.8	39.2
		* (P < 0.11)
		NS (P < 0.93)
		* (P < 0.01)

CUADRO 5. SOLUBILIDAD DEL NITRÓGENO EN BUFFER DE BORATO/FOSTATO Y EN PEPSINA.

PARÁMETROS	HENO DE KUDZÚ (TK)	HENO DE C. macrocarpum (TC)
Solubilidad en Borato/Fosfato (SNBF), %		
- Planta entera	27.2	28.4
- Hoja	14.4	15.7
- Tallo	33.0	34.1
Solubilidad en Pepsina (SNP), %:		
- Planta entera	65.7	67.1
- Hoja	67.1	68.8
- Tallo	65.0	66.4

leguminosas. Para la SNBF, los valores promedios para la planta entera, hoja y tallo son 27.3, 15.0 y 33.6%, respectivamente; en cambio, para la SNP los valores promedios correspondientes son 66.4, 68.0 y 65.7%. El tallo presentó casi el doble del contenido de N fácilmente soluble de la hoja, situación que es propia de leguminosas tropicales. Para la hoja de Kudzú y del *C. pubescens* se han reportado (CIAT, 1982) valores de solubilidad del N en buffer de 16.3 y 18.0%, y en pepsina de 77.0 y 73.0%, respectivamente. Para la hoja del *C. macrocarpum*, Aguinaga y Veramendi (1983) reportaron un valor de solubilidad del N en pepsina de 78.5%.

Los coeficientes de degradabilidad *in situ* de la materia seca y proteína cruda se presentan en el Cuadro 6. Los coeficientes correspondientes a la materia seca presentan valores similares para ambas leguminosas, con promedios de 19.0 y 59.7%, 0.04%/hora y 14.8 horas para A, B, K y  $T_{1/2}$ , respectivamente. La degradabilidad potencial (A + B) de la materia seca fue de 78.1%.

Con respecto a la proteína cruda, el Kudzú presentó un menor valor para A, pero un mayor valor para B que el *C. macrocarpum*. Sin embargo, ambas leguminosas presentaron valores de degradabilidad potencial muy similares, 94.4 y 94.0% para el Kudzú y *C. macrocarpum*, respectivamente. La tasa de degradabilidad K y el  $T_{1/2}$  resultaron muy similares para ambas leguminosas, con un promedio de 0.053%/hora y 13.0 horas, respectivamente.

El comportamiento en el tiempo de la degradabilidad *in situ* de la materia seca y proteína cruda de ambas leguminosas se indica en la Figura 1 y 2.

La concentración ruminal de  $N-NH_3$  fue prácticamente igual para ambas leguminosas (Cuadro 7), con un promedio de 26.5 mg/100 ml de líquido ruminal. Esta concentración es alta, ya que el nivel mínimo necesario para garantizar una adecuada síntesis microbiana en el rumen es alrededor de 5.0 mg/100 ml (Satter y Roffler, 1975). Esta acumulación de  $N-NH_3$  puede ser debido a una baja síntesis microbiana, producto de limitaciones energéticas a nivel ruminal, pero también a una rápida actividad degradativa de la proteína en el rumen. Los datos de degradabilidad *in situ* indican que un 63% de la proteína es degradada a las 12 horas de incubación, aumentando a un 77% a las 24 horas de incubación.

La concentración ruminal de ácidos grasos volátiles (AGV) presentó valores muy similares entre tratamientos (Cuadro 7), con promedios de 58.8, 18.4, 17.3 y 5.4% para el acético, propiónico, butírico y otros ácidos ( $C_4$  y  $C_5$ ), respectivamente. Este patrón de AGV coincide con el reportado para raciones altas en proteína, las cuales incrementan la concentración de ácido butírico y ácidos de cadena ramificada (Church, 1979).

El pH ruminal fue alto para ambas leguminosas, siendo un poco mayor con *C. macrocarpum*. Sin embargo, esto parece ser típico de las raciones a base de leguminosas, ya que se ha reportado una tendencia hacia pH mayores en animales alimentados con raciones a base de alfalfa,

CUADRO 6. COEFICIENTES DE DEGRADABILIDAD *in situ* DE LA MATERIA SECA Y PROTEÍNA CRUDA.

PARÁMETROS	HENO DE KUDZÚ (TK)	HENO DE <i>C. macrocarpum</i> (TC)
Degradabilidad <i>in situ</i> de la MS:		
- Coeficiente A	18.0	20.0
- Coeficiente B	60.4	59.0
- Coeficiente K	0.045	0.049
- Tiempo de degradabilidad Media ( $T_{1/2}$ , hora)	15.4	14.1
Degradabilidad <i>in situ</i> de la PC:		
- Coeficiente A	28.0	40.0
- Coeficiente B	66.4	54.0
- Coeficiente K	0.057	0.050
- Tiempo de degradabilidad Media ( $T_{1/2}$ , hora)	12.2	13.9

CUADRO 7. CONCENTRACIÓN DEL N-AMONIACAL Y ÁCIDOS GRASOS VOLÁTILES Y PH RUMINAL.

PARÁMETROS	HENO DE KUDZÚ (TK)	HENO DE <i>C. macrocarpum</i> (TC)
N-NH <sub>3</sub> , mg/100 ml	27.0	26.0
Ácidos Grasos Volátiles, %:		
- Acético	58.1	59.6
- Propiónico	18.7	18.2
- Butírico	16.8	17.8
- Otros	6.4	4.4
pH	6.65	6.88

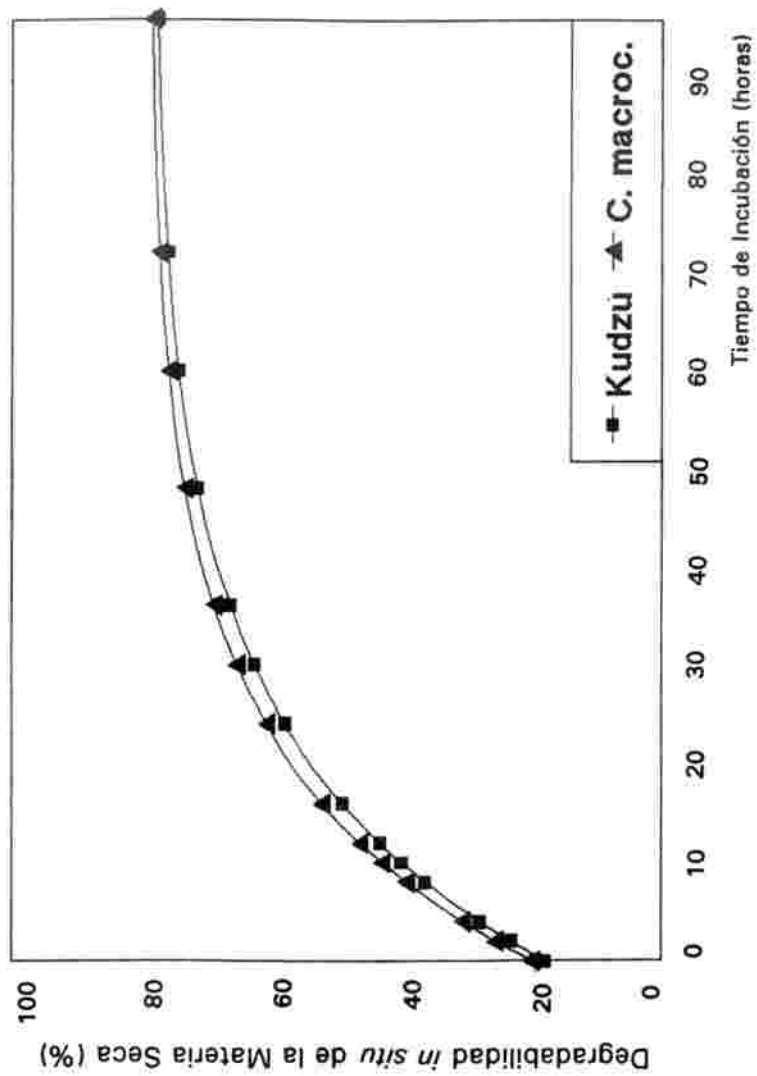


FIGURA 1. Degradabilidad *in situ* de la materia seca del kudzú y *C. macrocarpum* en función del tiempo de incubación.

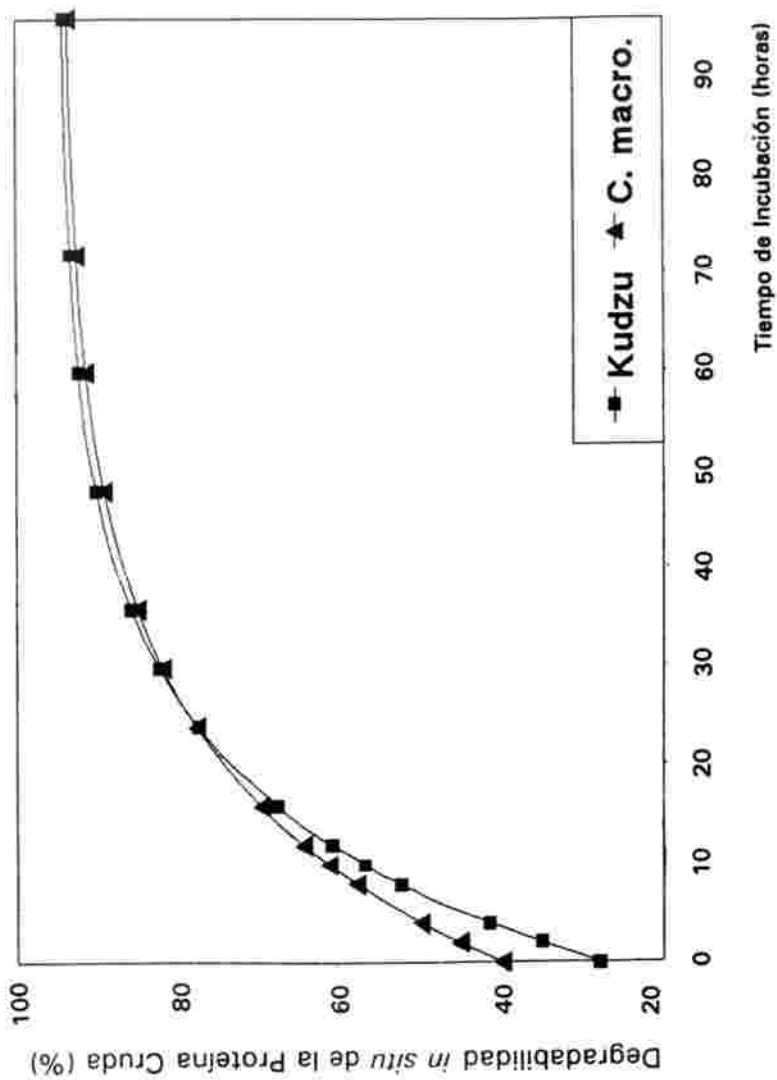


FIGURA 2. Degradabilidad *in situ* de la proteína cruda del kudzú y *C. macrocarpum* en función del tiempo de incubación.

en comparación con raciones a base de heno de trigo (Church, 1979).

## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir lo siguiente:

1. Los henos de ambas leguminosas, cosechadas a la misma edad, presentan una composición química muy similar.

2. El *C. macrocarpum* presentó un mayor consumo de materia seca, proteína cruda y energía cruda que el Kudzú, pero el consumo de energía digestible y energía metabolizable fue similar para ambas leguminosas.

3. No se encontró diferencias apreciables entre ambas leguminosas en los valores de digestibilidad, solubilidad del N y degradabilidad *in situ*, ni en los valores de otros parámetros nutricionales como pH y concentración de amoníaco y ácidos grasos volátiles ruminales.

4. Los henos de ambas leguminosas se caracterizaron por presentar limitaciones en los contenidos de energía digestible y energía metabolizable.

## BIBLIOGRAFIA

AGUINAGA, J.F.; VERAMENDI, E. 1983. Efecto de la dieta basal sobre la degradación *in situ* en el retículo-rumen de seis leguminosas

tropicales. (CIAT), Cali, Colombia. Trabajo de investigación realizado como requisito en el VI Curso de Pastos Tropicales, Fase de Especialización. 59p.

ALL, T.; STOBBS, T.H. 1980. Solubility of the protein of tropical pasture species and the rate of its digestion in the rumen. *Animal Feed Science and Technology* (Netherlands) 5:83.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (EE.UU.). 1970. Official methods of analysis of AOAC. 11<sup>th</sup> ed. Washington, D.C. George Renta. 1015p.

BURNS, R.D. 1963. Methods of tannin analysis for forage crops evaluation. *Ga. Agric. Exp. Stn. Tech.* (EE.UU.) 32:1-14.

CHURCH, D.C. 1979. Digestive physiology and nutrition of Ruminants. 2ed. Portland, Oregon, Oxford Press. p.280-299. Vol. 1. Digestive Physiology.

CIAT (Col.). 1982. Informe Anual 1981. Programa de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. p.210-216.

\_\_\_\_\_ 1984. Informe Anual 1983. Programa de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. p.272-273.

\_\_\_\_\_ 1988. Informe Anual 1987. Programa de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. p.18.

- GOERING, H.K.; VAN SOEST, P.J. 1970. Forage Fiber Analysis. USA, Department of Agriculture, Handbook No.379. 20p.
- GONZALEZ, D.; RUIZ, M.E.; ROMERO, F. y PEZO, D. 1990. Recomendaciones sobre la utilización de los métodos *in vitro*, *in situ* y enzimático en el estudio de la digestión de alimentos. *In* Nutrición de Rumiantes; Guía Metodológica de Investigación. Eds. M.E. Ruz y D. Ruz, San José, Costa Rica, IICA/RISPAL. p.127-139.
- JACOBS, F.F. 1975. Indigestible fiber components as possible international markers. M.S. Thesis. Texas, USA, Texas A & M University, College Station.
- KRISHNAMOORTHY, U.; MOSCATO, T.U.; SNIFFIN, C.J.; VAN SOEST, P.J. 1982. Nitrogen fractions in selected feedstuffs. *Journal of Dairy Science* (EE.UU.) 65:217.
- LUCAS, H.L. 1983. Design and analysis of feeding experiments with milking dairy cattle. Raleigh, N.C., USA, Department of Statistics, North Carolina University, Mimeo Serie, 18.
- MINSON, D.J. 1984. Nutritional value of tropical legumes in grazing and feeding systems. *In* Forage Legumes for Energy Efficient Animal Production. Proceedings of a Trilateral Workshop Held in Palmerston North, New Zealand, April 30-May 4, 1984. Eds. R.F. Barnes; P. Roger Ball; R. N. Broughan; G.C. Martin; D.J. Minson. (eds). United State Department of Agriculture. USA p.192-203.
- MOSQUERA, P.; LAZCANO, C. 1992. Producción de leche de vacas en pasturas de *Brachiaria decumbens* solo y con acceso controlado a bancos de proteínas. *Pasturas Tropicales* (Col.) 14(1):2.
- ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to the rate of passage. *Journal of Agricultural Science*. (Inglaterra) 92:499.
- ORTEGA, C.M.; RATTRAY, J.M. 1986. Impacto de las especies forrajeras en Panamá; Introducción y Selección. *In* Resúmenes Analíticos de la Investigación Pecuaria en Panamá (1968-1985). Comps. B. Pinzón y R. Montenegro. Panamá, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. p.3-4.
- \_\_\_\_\_ ; SAMUDIO, C.E. 1978. Efectos de la fertilización fosfatada en la producción de materia seca y composición química del Kudzú tropical [*Pueraria phaseoloides*, (Roxb) Benth]. *Revista Ciencia Agropecuaria* (IDIAP) 1:9-17.

- PICHARD, G.; VAN SOEST, P.J. 1977. Protein solubility of ruminant feeds. *In* Proceedings of the Cornell Nutrition Conference of Feed Manufacturers. Ithaca, New York, USA. p.91-98.
- QUIROS, R.; RUILOBA, M.H. 1990. Análisis computarizado del diseño de reversión simple. *Ciencia Agróbpecuaria (IDIAP)*. 6:161.
- RUILOBA, M.H. 1990. Bancos de Kudzú como fuente de proteína para la producción de leche en Panamá. *Pasturas Tropicales (CIAT)* 12(1):44.
- \_\_\_\_\_; VARGAS, A.; SALDAÑA, C.; GUERRA, R. 1991. Efecto del banco de Kudzú sobre la producción de leche a base de *Brachiaria decumbens* durante la época lluviosa. *Revista Ciencia Agropecuaria (IDIAP)* 9: (en edición).
- \_\_\_\_\_; PINZON, B. R.; QUIROS, R. 1987. Utilización del Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) como banco de proteína en la producción de leche. *In* Aspectos Técnicos de la Producción de Forrajes y Leche en Panamá. Panamá, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. (IDIAP). Panamá.
- STATISTIC ANALYSIS SYSTEM (SAS). 1982. SAS User's guide: Statistic Analysis System Institute Cary, North Caroline. USA. 584p.
- SUAREZ, S.; FRANCO, C.; RUBIO, J. 1985. Producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Chinchira, Colombia. *Pasturas Tropicales (CIAT)* 7(2):17.
- UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). 1972. Forage fiber analysis. Agricultural Research Service, Agriculture Handbook No.379. Washington, D.C., USA. 20p.
- VALERO, O.A.; PIZARRO, E.A.; FRANCO, L.H. 1987. Producción de seis leguminosas forrajeras solas y en asociación con dos gramíneas tropicales. *Pasturas Tropicales (CIAT)* 9(1):6.
- VILLAQUIRAN, M.; LAZCANO, C. 1986. Caracterización nutritiva de cuatro leguminosas forrajeras tropicales. *Pasturas Tropicales (CIAT)* 8(2):2.