

PARAMETROS QUIMICOS Y NUTRICIONALES DEL KUDZU *Pueraria phaseoloides* COSECHADO EN INVIERNO Y VERANO

¹Manuel H. Ruiloba y ²Carlos Saldaña

RESUMEN

Dos experimentos fueron realizados utilizando un diseño de reversión simple, en los cuales se estudiaron dos edades de cosecha del Kudzú en invierno y en verano: 3.5 y 5.5 meses. En ambos trabajos se utilizaron novillos de 300 kg de peso vivo, los que se manejaron y alimentaron bajo confinamiento. Con el material de invierno, el cual se suministró a los animales en forma fresca, la relación hoja:tallo disminuyó con la edad de cosecha (1.162 y 0.930), al igual que el contenido de proteína cruda (17.50 y 15.60%) y taninos (2.61 y 2.23%); en cambio, el contenido de FDN aumentó con la edad de cosecha (70.05 y 73.85%). El contenido de energía digestible (2.63 y 2.31 Mcal/kg M.S., $P < 0.05$) y energía metabolizable (2.30 y 1.98 Mcal/kg M.S., $P < 0.05$) disminuyó con la edad de cosecha. El consumo de materia seca (38.1 y 42.3 g/kg de $PV^{0.75}$ /día, $P < 0.15$), proteína digestible (5.36 y 4.52 g/kg de $PV^{0.75}$ /día, $P < 0.01$) y energía digestible (102 y 98 Kcal/kg de $PV^{0.75}$ /día, $P < 0.15$) disminuyeron con la edad de cosecha, no así el consumo de materia seca digestible ($P \geq 0.15$), proteína cruda ($P \geq 0.15$) y energía metabolizable ($P \geq 0.15$), con promedios de 18.5 g, 7.0 g y 83.0 Kcal/kg de $PV^{0.75}$ /día, respectivamente. La digestibilidad *in vivo* aparente de la materia seca (49.2 y 43.2%, $P < 0.10$), proteína (74.1 y 66.5%, $P < 0.01$), y energía (53.1 y 45.5%, $P < 0.05$), disminuyeron con la edad de cosecha. El material de verano se utilizó en forma de heno. Los resultados indican una disminución en la relación hoja:tallo (0.510 y 0.452), proteína cruda (14.25 y 13.08%), taninos (1.23 y 0.75%) y FDN (83.97 y 80.39%) al aumentar la edad de cosecha. No hubo mayor diferencia en el contenido de energía bruta entre tratamientos (4.56 y 4.63 Mcal/kg MS), pero sí se observó una disminución en la energía digestible (1.62 y 1.34 Mcal/kg MS) y energía metabolizante (1.37 y 1.19 Mcal/kg MS) al aumentar la edad de cosecha. No hubo diferencia significativa ($P \geq 0.15$) en el consumo de materia seca, materia seca digestible, energía bruta y energía digestible entre tratamientos, con valores promedio de 67.0 g, 23.4 g, 307 Kcal y 87 Kcal/kg de $PV^{0.75}$ /día. El consumo de proteína cruda (10.3 y 8.7 g) y proteína digestible (5.7 y 4.5 g/kg de $PV^{0.75}$ /día) fue mayor a los 3.5 meses de edad ($P < 0.05$). No hubo diferencia en la digestibilidad de la MS ($x = 35.0\%$, $P \geq 0.15$), pero la digestibilidad de la PC (56.9 y 51.5%, $P < 0.10$), y energía (36.1 y 31.5%, $P < 0.15$) disminuyeron con la edad de la cosecha. Se concluye que en ambas épocas de cosecha, la mayoría de los parámetros energéticos y protéicos disminuyeron al aumentar la edad de cosecha del Kudzú.

¹Ph.D., Nutrición Animal; ²M.Sc. Nutrición de No Rumiantes. Estación Experimental Agropecuaria de Gualaca. Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá (IDIAP).

CHEMICAL AND NUTRITIONAL PARAMETERS OF THE KUDZU (*Pueraria phaseoloides*) HARVESTED IN THE WINTER AND SUMMER SEASONS

Two experiments were done using a simple reversion design in which were studied two harvesting ages of Kudzu, during the winter and the summer seasons: 3.5 and 5.5 months, respectively. In both studies were used young bulls of approximately 300 kg of alive weight, which were controlled and fed under confinement. With the material of winter, which was supplied fresh to the animals, the relationship leaf-stem decreased with the harvesting age (1.162 and 0.930), as the content of brute protein (17.50 and 15.60%) and tannins (2.61 and 2.23%); on the other hand, the FDN content increased with the harvesting age (70.05 and 73.85%). The content of digestible energy (2.63 and 2.31 Mcal/kg M.S. $P < 0.05$) and metabolizable energy (2.30 and 1.98 Mcal/kg M.S., $P < 0.05$), decreased with the harvesting age. The consumption of dry matter (38.1 and 42.3 g/kg of (0.75)/day, $P < 0.15$), edigestible protein (5.36 and 4.52 g/kg of $PV^{0.75}$ /day, $P < 0.01$) and digestible energy (102 and 98 Kcal/kg of $PV^{0.75}$ /day $P < 0.15$) decreased with the harvesting age, no thus the consumption of digestible dry matter ($P \geq 0.15$), brute protein ($P \geq 0.15$) and metabolizable energy ($P \geq 0.15$), and averages of 18.5g, 7.0g and 83.0 Kcal/kg of $PV^{0.75}$ /day, respectively. The apparent digestibility *in vivo* of dry matter (49.2 and 43.2%, $P < 0.10$), protein (74.1 and 66.5%, $P < 0.01$) and energy (53.1 and 45.5%, $P < 0.05$) decreased with the harvesting age. The summer material was used in hay form. The results suggest a decreasing in the relationship leaf/stem (0.510 and 0.452), brute protein (14.25 and 13.08%), tannins (1.23 and 0.75%) and FDN (83.97 and 80.39%) to increase the harvesting age. There was not difference among the treatments in the content of brute energy (4.56 and 4.63 Mcal/kg MS), but it was observed a decreasing in the digestible energy (1.62 and 1.34 Mcal/kg MS) and metabolizable energy (1.37 and 1.19 Mcal/kg MS) when increase the harvesting age. There was not significant difference ($P \geq 0.15$) in the consumption of dry matter, digestible dry matter, brute energy and digestible energy among treatments, with average values of 67.0 g, 23.4 g, 307 Kcal and 87 Kcal/kg of $PV^{0.75}$ /day. The consumption of brute protein (10.3 and 8.7 g) and digestible protein (5.7 and 4.5 g/kg of $PV^{0.75}$ /day) was high during the first 3.5 months of age ($P < 0.05$). There was not difference in the digestibility of the MS (dry matter) ($P \geq 0.15$) ($x = 35.0\%$), but the digestibility of the PC (Brute Protein) (56.9 and 51.5%, $P < 0.10$) and energy (36.1 and 31.5%, $P < 0.15$) decreased with the harvesting age. It was concluded that in both harvesting seasons the majority of the energetic and protein parameter decreased to increase the harvesting age of Kudzu.

INTRODUCCION

En Panamá, el Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) ha sido clasificado como una leguminosa promisoría (Ortega y Ratray, 1986), principalmente para áreas con altitudes no mayores a los 700 msnm (Ruiloba y col., 1987). Actualmente, esta leguminosa está siendo estudiada como "banco de proteína" para bovinos, bajo condiciones de manejo que incluyeron utilización en forma de pastoreo, corte y henificación. Estos manejos resultan en una biomasa con diferentes edades de

rebrote, no sólo entre épocas sino también dentro de épocas, lo que puede afectar la calidad de la biomasa.

Ortega y Samudio (1978) han informado rendimientos más altos de materia seca y contenido de proteína cruda del Kudzú en invierno que en verano. Estos autores no obtuvieron cambios en el contenido de proteína cruda durante el invierno, pero sí una disminución durante el verano. Ruiloba y Guerra (1990) no encontraron cambios significativos ($P > 0.15$) en el contenido de proteína cruda, calcio, fósforo, digestibilidad *in vitro* de la materia

seca y fracción detergente neutra, solubilidad del N en buffer de fosfato-borato y tasa de degradación ruminal *in situ* de la materia seca y proteína cruda del Kudzú cosechado a través del verano. En cambio, el grado de defoliación del Kudzú aumentó durante los meses más secos del verano. Se ha informado de valores promedios de proteína cruda y digestibilidad *in vitro* de la materia seca del Kudzú de 19.2 y 50.5% en invierno, y 15.2 y 40.5% en verano, respectivamente (Ruiloba y col., 1987).

En cuanto al consumo voluntario y digestibilidad *in vivo* de la materia seca, el CIAT (1983) ha reportado valores de 35.7 g MS/kg de peso vivo (PV^{0.75})/día y 39.8% para el Kudzú cosechado directamente por el animal en invierno, respectivamente.

El propósito del presente trabajo fue estudiar algunos parámetros químicos y nutricionales del Kudzú cosechado a diferentes edades de rebrote en invierno y en verano.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en la Estación Experimental Agropecuaria de Gualaca (IDIAP), ubicada en el distrito de Gualaca, Chiriquí, Panamá, a una altura de 33 msnm, con una temperatura anual promedio de 26 °C y una precipitación anual promedio de 4000 mm, de los cuales 400 mm corresponden a la época seca (enero - abril).

Los suelos son clasificados como inceptisoles, con un pH entre 4.5 a 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 utilizó una parcela establecida de Kudzú (*Pueraria phaseoloides*) de 1.0 ha, fertilizada en mayo de 1986 con 50 y 30 kg de P₂O₅ y K₂O, respectivamente. En octubre del mismo año, la parcela fue segada a una altura de planta de aproximadamente 15 cm y el material removido del área. La mitad de la parcela se dejó en descanso hasta enero de 1987 y la otra mitad hasta marzo del mismo año, cuando fueron henificadas a los 3.5 y 5.5 meses, respectivamente. Después de la cosecha, la parcela continuó en descanso, y en junio de 1987 se cosechó como forraje de corte a la edad promedio aproximada de 3.5 y 5.5 meses. Estos materiales se utilizaron en dos pruebas separadas del consumo y digestibilidad.

La precipitación pluvial en el período septiembre 1986 - agosto 1987 fue de 4116 mm, muy similar al promedio esperado, 4000 mm. Durante la época lluviosa, el promedio mensual fue de 479 mm y durante la época seca de 70 mm.

EXPERIMENTO 1: MATERIAL COSECHADO EN INVIERNO

Con un diseño de reversión simple se estudiaron dos tratamientos: Kudzú cosechado a la edad promedio de 3.5 meses (T_{3.5}) y Kudzú cosechado a la edad promedio de 5.5 meses (T_{5.5}). Se utilizaron seis novillos Cebú, con un peso vivo promedio de 300 kg; éstos fueron tratados contra endo y ectoparásitos, y manejados bajo confinamiento en corrales individuales

techados. Inicialmente, los animales fueron sometidos a un período de pre-adaptación de ocho días, en los cuales se le cambió la alimentación gradualmente de la gramínea *Digitaria swazilandensis* a Kudzú. Posteriormente, los animales fueron asignados al azar a los tratamientos. Cada período experimental estuvo compuesto por una fase de adaptación de siete días y una fase de evaluación de cinco días.

El Kudzú se cortó diariamente en la mañana y se suministró a los animales *ad libitum*, considerando una oferta de forraje de 10-15% en exceso sobre el consumo del día anterior. El consumo fue medido diariamente en base al material ofrecido y rechazado. Ambos materiales fueron muestreados diariamente y secados a 65 °C; luego se preparó una muestra compuesta del material ofrecido por período y una muestra del material rechazado por animal por período, para análisis químico.

De cada animal se tomaron dos muestras diarias de heces directamente del recto, en horario diurno, pero a diferentes horas; las muestras fueron secadas a 65 °C y se prepararon muestras compuestas por animal por período. Los animales se pesaron al inicio y final de la prueba antes de ofrecerle el forraje por la mañana.

Los análisis químicos incluyeron proteína cruda (PC) (AOAC, 1970), fracción detergente neutra (FDN) (Van Soest y Wine, 1967), fracción indigerible detergente neutra (FIDN) (Jacobs, 1975) y taninos (TA) (Burns, 1963). La FIDN se utilizó como marcador interno para determinar la digestibilidad *in vivo* aparente (Jacobs, 1975) de la materia seca (DMS),

proteína cruda (DP) y energía bruta (DE). La concentración de energía bruta se determinó en una bomba calorimétrica (AOAC, 1970).

Para calcular la energía metabolizable, se estimó la producción de metano de acuerdo a la ecuación (Blaxter y Clapperton, 1965):

$$PM = 3.67 + 0.062 D$$

PM = producción de metano en Kcal/100 Kcal de energía bruta consumida

D = Digestibilidad aparente de la energía bruta del alimento

Los parámetros evaluativos también incluyeron el consumo de materia seca (CMS) y materia seca digestible (CMSD), proteína cruda (CPC) y proteína digestible (CPD), energía bruta (CEB), energía digestible (CED) y energía metabolizable (CEM), y la concentración en el alimento consumido de la energía bruta (CEBA), energía metabolizable (CEMA), proteína cruda (CPCA) y proteína digestible (CPDA).

EXPERIMENTO 2: MATERIAL COSECHADO EN VERANO

Esta prueba se realizó inmediatamente después de la prueba con el material cosechado en invierno (Experimento 1), utilizando los mismos animales e igual diseño estadístico, manejo de los animales y alimentación y procedimiento para medir consumo y digestibilidad *in vivo*. La evaluación del experimento se hizo en

base a los mismos parámetros utilizados en el Experimento 1.

Durante el período de pre-adaptación, la alimentación se cambió progresivamente de Kudzú fresco a heno de Kudzú. Los tratamientos estudiados fueron: Kudzú henificado a la edad de cosecha de 3.5 meses ($TI_{3.5}$) y Kudzú henificado a la edad de cosecha de 5.5 meses ($TV_{5.5}$).

Los análisis estadísticos se realizaron en forma separada para cada prueba, de acuerdo al procedimiento de Lucas (1983).

RESULTADOS Y DISCUSION

EXPERIMENTO 1: MATERIAL COSECHADO EN INVIERNO.

La relación hoja/tallo, base seca, del material verde disminuyó al aumentar la edad del Kudzú (Cuadro 1), con un promedio general de 1.046. Ruiloba y col. (1991) han reportado valores de 0.905 y 1.324 para la relación hoja/tallo del Kudzú cosechado bajo el manejo de banco de proteína. Igual comportamiento presentó el contenido de PC y TA en el forraje ofrecido (Cuadro 1), con promedios generales de 16.6 y 2.42%, respectivamente. Ortega y Samudio (1978) reportaron un contenido promedio de PC de 16.1% para el Kudzú cosechado en invierno a la edad de 60 días; por otro lado, Pinzón y col. (1980) reportaron un promedio de PC de 18.5% para el Kudzú cosechado en invierno cada 42 días. El contenido de FDN y FIDN fue mayor a

los 5.5 meses de edad ($TI_{5.5}$); el promedio general fue de 71.95 y 40.21%, respectivamente. El comportamiento de estos parámetros podría estar más relacionado con la proporción de hoja en la planta entera que con cambios en el contenido de estos componentes en la hoja y el tallo. Minson (1984) ha indicado que el contenido de PC de las leguminosas tropicales disminuye lentamente con el tiempo, aún cuando maduren.

En cuanto al contenido de energía bruta en el forraje ofrecido, prácticamente no se observó variación con la edad de cosecha (Cuadro 1); el promedio general fue de 4.92 Mcal/kg MS. Este promedio es superior al reportado para las leguminosas tropicales, 4.42 Mcal/kg MS (Minson, 1984).

En el Cuadro 2 se presentan los parámetros de concentración en el forraje consumido, donde la CPCA fue mayor a los 3.5 meses ($P < 0.01$) que a los 5.5 meses; el promedio general fue de 17.46%. Este nivel de PC es mayor al obtenido en el forraje ofrecido, lo que indica el grado de selección del animal. La relación hoja/tallo del material rechazado, la cual fue de 0.430 y 0.444 para $TI_{3.5}$ y $TI_{5.5}$, respectivamente, apoya esta información.

La concentración de la FIDN en el forraje consumido (CFIDNA) fue mayor con $TI_{5.5}$ ($P < 0.01$); el promedio general para CFIDNA fue de 37.98%, el cual resultó menor que el contenido de FIDN en el forraje ofrecido, producto de la selección que hizo el animal.

CUADRO 1. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y ENERGÉTICA DEL KUDZÚ FRESCO OFRECIDO A LOS ANIMALES (EXPERIMENTO 1).

PARÁMETROS	EDAD DE COSECHA, MESES	
	3.5 (T _{3,5})	5.5 (T _{5,5})
Relación Hoja/Tallo, Base Seca	1.162	0.930
Proteína Cruda (PC), %	17.50	15.60
Taninos (TA), %	2.61	2.23
Fracción Detergente Neutra (FDN)	70.05	73.85
Fracción Indigerible Detergente Neutra (FIDN), %	38.43	42.00
Energía Bruta (EB), Mcal/kg MS	4.89	4.96

CUADRO 2. CONCENTRACIÓN DE COMPONENTES QUÍMICOS Y ENERGÉTICOS EN EL FORRAJE CONSUMIDO (EXPERIMENTO 1).

PARÁMETROS	EDAD DE COSECHA, MESES	
	3.5(T _{3,5})	5.5(T _{5,5})
Proteína Cruda, (CPCA), %	18.93	15.99*(P<0.01)
Fracción Indigerible Detergente Neutra (CFIDNA), %	35.56	40.37*(P<0.01)
Energía Bruta (CEBA), Mcal/Kg MS	5.03	4.95*(P<0.10)
Energía Digestible (CEDA), Mcal/kg MS	2.63	2.31*(P<0.05)
Energía Metabolizante (CEMA), Mcal/kg MS	2.30	1.98*(P<0.05)

Las concentraciones de la energía bruta (CEBA), energía digestible (CEDA), y energía metabolizable (CEMA) en el forraje consumido fueron mayores para $T_{1.5}$; los promedios generales fueron 4.99, 2.47 y 2.14 Mcal/kg MS, respectivamente. La CEBA fue muy similar a la EB en el forraje ofrecido, lo que podría deberse a un contenido similar de EB en la hoja y el tallo. Por otro lado, en base a la relación hoja/tallo rechazada, se observó que el animal consumió más hojas que tallos, lo que debió afectar la CEBA con respecto al material ofrecido, a menos que ésta fuese muy similar en la hoja y el tallo. La literatura (McDowell y col., 1974) presenta valores promedios entre 2.4 y 2.9, y entre 1.99 y 2.3 Mcal/kg MS, para la energía digestible y metabolizable del Kudzú fresco, respectivamente.

Las respuestas de consumo se presentan en el Cuadro 3. El consumo de materia seca (CMS) fue mayor con $T_{1.5}$ ($P < 0.15$), respuesta que fue consistente en ambos períodos experimentales; el promedio general fue de 39.2 g/kg de $PV^{10.751}/día$. Bajo condiciones exclusivas de pastoreo en parcelas de Kudzú, se ha reportado (CIAT, 1984) un consumo promedio de 35.7 g MS/kg $PV^{10.751}/día$.

Pruebas con diferentes leguminosas tropicales utilizando carneros en jaulas indicaron consumos entre 16.2 a 63.4 g MS/kg de $PV^{10.751}/día$ (CIAT, 1984). El mayor consumo de materia seca obtenido con $T_{1.5}$ es contrario al hecho que este material presentó una mayor fracción indigerible, ya que existe una relación inversa entre consumo y fracción indigerible (Van Soest, 1965).

El consumo promedio de hoja, base seca, fue mayor con $T_{1.5}$, pero la diferencia entre tratamientos no fue significativa ($P > 0.15$). En cambio, el consumo de tallo, base seca, fue mayor con $T_{1.5}$ ($P > 0.10$). El consumo de hoja fue superior al consumo de tallo, con promedios de 22.8 y 17.4 g/kg de $PV^{10.751}/día$, respectivamente, representando la hoja el 56.7% y el tallo el 43.3% del consumo total. Con respecto a $T_{1.5}$, el incremento en el consumo de hoja y tallo de $T_{1.5}$ fue de 6.3 y 23.0%, respectivamente, lo que indica que el mayor consumo de materia seca presentado por $T_{1.5}$ se debió prácticamente a un mayor consumo de la fracción tallo.

Aunque el CMS fue diferente entre tratamientos, el consumo de materia seca digestible (CMSD) no resultó diferente entre tratamientos ($P > 0.15$); el promedio general para CSMD fue de 18.5 g/kg de $PV^{10.751}/día$. Esta respuesta está relacionada con una diferencia en la digestibilidad de la materia seca entre tratamientos (Cuadro 4).

El mayor CMS que presentó $T_{1.5}$ no se reflejó en un mayor consumo de proteína cruda, ya que este parámetro no presentó diferencia entre tratamientos ($P > 0.15$), lo que se debió a una mayor CPCA en $T_{1.5}$. Tampoco se reflejó en el consumo de proteína digestible (CPD), ya que este parámetro resultó mayor para $T_{1.5}$ ($P < 0.01$), como consecuencia de una mayor digestibilidad de esta fracción (Cuadro 4). Los promedios generales para CPC y CPD fueron de 7.0 y 4.9 g/kg de $PV^{10.751}/día$, respectivamente.

El consumo de energía bruta (CEB) resultó superior para $T_{1.5}$ ($P < 0.15$), pro-

CUADRO 3. CONSUMO DE MATERIA SECA, PROTEÍNA Y ENERGÍA (EXPERIMENTO 1).

PARÁMETROS	EDAD DE COSECHA, MESES	
	3.5(T _{1,s})	5.5(T _{1,s})
Consumo, kg de PV ^{0.75} /día:		
Materia Seca (CMS), g	38.10	42.30 * (P<0.15)
Materia Seca Digestible (CMSD), g	18.50	18.50 NS (P>0.15)
Proteína Cruda (CPC), g	7.17	6.83 NS (P>0.15)
Proteína Digestible (CPD),g	5.36	4.52 * (P<0.01)
Energía Bruta (CEB), Kcal	189.00	213.00 * (P<0.15)
Energía Digestible (CED), Kcal	102.00	98.00 * (P<0.15)
Energía Metabolizable (CEM),Kcal	83.00	83.00 NS (P>0.15)

CUADRO 4. DIGESTIBILIDAD IN VIVO APARENTE DE LA MATERIA SECA, PROTEÍNA Y ENERGÍA (EXPERIMENTO 1).

PARÁMETROS	EDAD DE COSECHA, MESES	
	3.5(T _{1,s})	5.5(T _{1,s})
Materia Seca (DMS), %	49.2	43.2 * (P<0.10)
Proteína (DP), %	74.1	66.5 * (P<0.01)
Energía (DE), %	53.1	45.5 * (P<0.05)

ducto de un mayor consumo de materia seca. En cambio, el consumo de energía digestible (CED) fue mayor para $TI_{3.5}$ ($P < 0.15$). No se observó efecto de tratamiento ($P < 0.15$) sobre el consumo de energía metabolizable (CEM). Los promedios generales para CEB, CED y CEM fueron de 201, 100 y 83 Kcal/kg de $PV^{(0.75)}$ /día, respectivamente.

Los coeficientes de digestibilidad *in vivo* aparente se presentan en el Cuadro 4. La digestibilidad aparente de la materia seca (DMS) resultó mayor ($P < 0.10$) para $TI_{3.5}$, con un promedio general de 46.2%. Esta respuesta está acorde con el menor contenido de fracción indigerible que presentó $TI_{3.5}$. Es bien conocido que a medida que aumenta la edad de un forraje, se incrementa el nivel de los componentes menos digestibles, disminuyendo la digestibilidad (Johnson y Pezo, 1975), lo que conlleva a un menor consumo (Van Soest, 1965). Sin embargo, en el presente trabajo se obtuvo un mayor consumo de materia seca con el tratamiento con un mayor contenido de FIDN y una menor DMS.

La literatura presenta valores de digestibilidad *in vivo* e *in vitro* aparente de la materia seca del Kudzú fresco de 38.8% (CIAT, 1984) y 50.5% (Ruiloba y col., 1987), respectivamente. Estos valores, al igual que los obtenidos en el presente trabajo, indican una digestibilidad relativamente baja para el Kudzú, ya que se ha indicado que el promedio para las leguminosas tropicales es de 56.6% (Minson and Minson, 1980).

La digestibilidad aparente de la proteína (DP) también resultó diferente

entre tratamientos ($P < 0.01$), con un promedio superior para $TI_{3.5}$; el promedio general fue de 70.3%. Utilizando una función para leguminosas tropicales que relaciona la DP con el CPC ($DP = 0.93CPC - 3.99$, $R^2 = 0.92$; Minson, 1984), se obtuvieron valores promedios para $TI_{3.5}$ y $TI_{5.5}$ de 70.2 y 67.4%, respectivamente, los cuales son muy similares a los obtenidos utilizando la FIDN como marcador interno. Los valores de DP obtenidos son muy similares a los reportados por McDowell y col. (1974) para el Kudzú fresco, con valores entre 67.5 y 72.6%. Igual efecto de tratamiento ($P < 0.05$) fue observado para la digestibilidad aparente de la energía (DEB), con un promedio general de 49.3%.

EXPERIMENTO 2: MATERIAL COSECHADO EN VERANO

En ambas edades de cosecha, el heno de Kudzú presentó una baja relación hoja/tallo (Cuadro 5), con un promedio general de 0.481. Aunque se ha observado que el Kudzú tiene una baja capacidad de rebrote y problemas de defoliación durante la época seca (Ruiloba y col., 1987), en este experimento se observó que el proceso de henificación aumentó la pérdida de hojas. Ruiloba y Guerra (1990) observaron una disminución en la relación hoja/tallo de 0.872 a 0.544 durante la época seca.

El contenido de PC en el forraje ofrecido (Cuadro 5) fue mayor en el material cosechado a los 3.5 meses de edad ($TV_{3.5}$); igual comportamiento presentó el contenido de TA. El contenido de EB fue prácticamente igual para ambos materiales.

CUADRO 5. CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y ENERGÉTICA DEL HENO DE KUDZÚ OFRECIDO A LOS ANIMALES (EXPERIMENTO 2).

PARÁMETROS	EDAD DE COSECHA, MESES	
	3.5(TV _{3,5})	5.5(TV _{5,5})
Relación Hoja/Tallo, Base Seca	0.510	0.452
Proteína Cruda (PC), %	14.25	13.08
Tanninos (TA), %	1.23	0.75
Fracción Detergente Neutra (FDN)	83.97	80.39
Fracción indigerible Detergente Neutra (FIDN), %	47.12	51.53
Energía Bruta (EB), Mcal/kg MS	4.56	4.63

CUADRO 6. CONCENTRACIÓN DE COMPONENTES QUÍMICOS Y ENERGÉTICOS EN EL FORRAJE CONSUMIDO (EXPERIMENTO 2).

PARÁMETROS	EDAD DE COSECHA, MESES	
	3.5(TV _{3,5})	5.5(TV _{5,5})
Proteína Cruda, (CPCA), %	14.61	13.17* (P < 0.001)
Fracción Indigerible Detergente Neutra (CFIDNA), %	45.74	49.02 NS (P > 0.001)
Energía Bruta (CEBA), Mcal/Kg M	4.56	4.62 NS (P > 0.15)
Energía Digestible (CEDA), MS	1.62	1.34* (P < 0.05)
Energía Metabolizante (CEMA), Mcal/kg MS	1.37	1.19* (P < 0.15)

(Cuadro 5); en cambio, el contenido de la FDN y FIDN fue mayor para el material cosechado a los 5.5 meses de edad (TV_{5.5}). El promedio general para PC, TA, EB, FDN y FIDN fue de 13.66, 0.99, 4.60, 82.18 y 49.32%, respectivamente. Ruiloba y Guerra (1990) encontraron para el Kudzú valores de PC de 11.94 a 15.83%, y para el TA de 0.54 a 1.02% durante la época seca.

Los parámetros de concentración en el forraje consumido se presentan en el Cuadro 6. La CPCA fue superior para TV_{3.5} ($P < 0.001$); en cambio, la CFIDNA y CEBA no presentaron diferencias entre tratamientos ($P > 0.15$). Los promedios generales fueron de 13.89%, 47.38% y 4.59 Mcal/kg MS para CPCA, DFIDNA y CEBA, respectivamente. Estos valores son muy similares a los correspondientes valores en el forraje ofrecido, lo que indica que el animal prácticamente no seleccionó entre la hoja y el tallo.

La CEDA resultó superior para TV_{5.5} ($P < 0.05$), al igual que la CEMA ($P < 0.15$), con promedios generales de 1.48 y 1.28 Mcal/kg MS, respectivamente. La literatura (McDowell y col., 1974) presenta valores de 3.42 y 2.80 Mcal/kg MS para la energía digestible y metabolizable, respectivamente, del heno de Kudzú. Se considera que los valores obtenidos en el presente trabajo fueron afectados en gran medida por la baja relación hoja/tallo del heno utilizado.

Los parámetros de consumo se presentan en el Cuadro 7. El CMS fue superior para TV_{3.5}, pero la diferencia no fue significativa ($P > 0.15$); igual comportamiento presentó el CMD ($P > 0.15$). En

cambio, el CPC ($P < 0.05$) y CPD ($P < 0.01$) fueron mayores para TV_{3.5}.

Los promedios generales para CMS, CMD, CPC y CPD fueron de 67.0, 23.6, 9.8 y 5.1 g/kg de PV^{10.75}/día, respectivamente. El CEB, CED y CEM resultaron superiores para TV_{3.5}, pero las diferencias entre tratamientos no fueron significativas ($P > 0.15$). Los promedios generales para estos parámetros fueron de 307, 104.5 y 87 g/kg de PV^{10.75}/día, respectivamente.

La DMS disminuyó al aumentar la edad de cosecha (Cuadro 8), pero la diferencia entre tratamientos no fue significativa ($P > 0.15$). En cambio la DP y DE disminuyeron en forma significativa (Cuadro 8) al aumentar la edad de cosecha. Los promedios generales para DMS, DP y DE fueron de 35.0, 54.1 y 33.8%, respectivamente, los cuales son bajos. McDowell y col. (1974) han reportado para la DP del heno de Kudzú un valor de 88.0%. Utilizando la ecuación de Minson (1984) para leguminosas tropicales, la DP para TV_{3.5} y TV_{5.5} fue de 65.7 y 62.7%, respectivamente.

En base a los resultados de ambos experimentos, en general se observó que la mayoría de los parámetros químicos y nutricionales considerados se comportaron de acuerdo a lo esperado, o sea, disminuyeron o aumentaron con la edad de cosecha. Sin embargo, estos cambios no representaron más del 10% del correspondiente valor obtenido con el material cosechado a los 3.5 meses de edad. Minson (1984) ha indicado que en algunos parámetros como la proteína, las leguminosas tropicales

CUADRO 7. CONSUMO DE MATERIA SECA, PROTEÍNA Y ENERGÍA (EXPERIMENTO 2).

PARÁMETROS	EDAD DE COSECHA, MESES	
	3.5(TV _{3,5})	5.5(TV _{5,5})
Consumo, Kg de PV ^{0.76} /día:		
Materia Seca (CMS), g	68.1	65.8 NS (P > 0.15)
Materia Seca Digestible (CMS), g	24.4	22.5 NS (P > 0.15)
Proteína Cruda (CPC), g	10.3	8.7* NS (P > 0.15)
Proteína Digestible (CPD),g	5.7	4.5* (P < 0.01)
Energía Bruta (CEB), Kcal	310.0	304.0 (P < 0.15)
Energía Digestible (CED), Kcal	110.0	99.0 (P < 0.15)
Energía Metabolizable (CEM),Kcal	92.0	82.0 NS (P > 0.15)

CUADRO 8. DIGESTIBILIDAD in vivo VIVO APARENTE DE LA MATERIA SECA, PROTEÍNA CRUDA Y ENERGÍA (EXPERIMENTO 2).

PARÁMETROS	EDAD DE COSECHA, MESES	
	3.5(TV _{3,5})	5.5(TV _{5,5})
Materia seca (DMS), %	36.5	33.5 NS (P > 0.15)
Proteína (DP), %	56.9	51.5* (P < 0.10)
Energía (DE), %	36.1	31.5* (P < 0.15)

presentan cambios relativamente lentos a través del tiempo, aún cuando maduran.

Al comparar los resultados entre épocas de cosecha, se observa que los contenidos⁴ de PC, TA, ED, y EM y los coeficientes de digestibilidad son mayores para el material de invierno; en cambio, la FDN y FIDN son mayores para el material de verano. Sin embargo, los consumos fueron mayores para el material cosechado en verano, principalmente el consumo de materia seca.

Este comportamiento puede estar relacionado con el mayor contenido de taninos que presenta el material cosechado en invierno. Estos compuestos se han relacionado negativamente con la disponibilidad ruminal de nitrógeno (CIAT, 1984) y la preferencia del animal (Arnold, 1980). Una limitación ruminal en la disponibilidad de nitrógeno afecta la actividad degradativa de las bacterias, dando lugar a un mayor tiempo de estancia del alimento en el rumen, lo que puede reflejarse en un menor consumo. Con *Lablab purpureus* (cv. Rongai) también se ha reportado un mayor consumo durante el verano, con valores de 50 a 60 g/kg de PV^{0.751}/día en invierno y de 80 g/kg de PV^{0.751}/día en verano (Ojeda y col., 1981).

CONCLUSIONES

1. En ambas épocas de cosecha, la mayoría de los parámetros nutricionales, tanto energéticos como protéicos, disminuyeron al aumentar la edad de cosecha del Kudzú de 3.5 a 5.5 meses, afectando su

calidad nutricional. En promedio, ésta disminución fue del orden del 9 al 13%.

2. En ambas épocas de cosecha, el Kudzú presentó valores relativamente bajos para los parámetros de calidad energética.

BIBLIOGRAFIA

- ARNOLD, G.W. 1980. Grazing behavior. In *Grazing Animals*. Ed. F.H.W. Morley. Amsterdam, Elsevier Scientific Publishing. p.79-104.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). 1970. *Official methods of analysis of AOAC*. 11th ed. Washington, D.C., George Benta Company. 1015p.
- BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L. 1965. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *British Journal of Nutrition* 19 (4):511.
- BURNS, R.D. 1963. Methods of tanin analysis for forage crop evaluation. *Georgia Agric. Exp. Stn. Tech. (USA)* 32:1-14.
- CIAT. 1984. Informe Anual 1983. Programa de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. p.272-273.
- JACOBS, B.F. 1975. Indigestible fiber components as possible internal markers. M.S. Thesis. Texas A & M. University, College Station. USA. s.p.

- JOHNSON, W.L.; PEZO, D. 1975. All-wall fractions and *in vitro* digestibility of peruvian feedstuffs. *Journal of Animal Science* (EE.UU.) 41(1):185.
- LUCAS, H.L. 1983. Design and analysis of feeding experiments with milking dairy cattle. Raleigh, N.C., North Caroline State University, Department of Statistics. Mimeo USA. Series, No. 18.
- McDOWELL, L.R.; CONRAD, J.H.; THOMAS, J.E.; HARRIS, L.E. 1974. Latin american tables of feed composition. University of Florida. Gainesville, USA. p.388-390.
- MINSON, D.J. 1984. Nutritional value of tropical legume 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.R. Ball; R.N. Brougham; G.C. Martin; D.J. Minson. Department of Agriculture, USA. p.192-203.
- ; MINSON, J.R. 1980. Comparative digestibilities of tropical and temperate forage: a contrast between grasses and legumes. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science* 46:246.
- OJEDA, F.J.; ESPERANCE, M. CASERES, O. 1981. Conservación y valor nutritivo de los pastos y forrajes tropicales. *In* Fomento y Explotaciones de los Pastos Tropicales. Compendio de Conferencias. Matanzas, Cuba, Estación Experimental de Pastos y Forrajes Indio Hatuey. p.71-89
- ORTEGA, C.M.; SAMUDIO, C.E. 1978. Efecto de la fertilización fosfatada en la producción de materia seca y composición química del Kudzú tropical [*Pueraria phaseoloides* (Roxb) Benth]. *Ciencia Agropecuaria*. (Pan.) 1:9-17.
- ; RATTRAY, J.M. 1986. Impacto de las especies forrajeras en Panamá: Introducción y selección. *In* En Resúmenes Analíticos de la Investigación Pecuaria en Panamá (1968 -1985). Comp. B. Pinzón y R. Montenegro. Panamá, Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. p.3.
- PINZON, B.; CUBILLOS, G.; GONZALES, J.; MONTENEGRO, R. 1980. Efecto del encalado en suelos ácidos de Panamá. I. Producción y composición química de la materia seca del *Desmodium* (*Desmodium ovalifolium* c.v. Costa Rica y Kudzú (*Pueraria phaseoloides*)). *Ciencia Agropecuaria*. (Pan.) 3:59-66.
- RUILOBA, M.H.; GUERRA, R. 1990. Cambios botánicos, químicos y nutricionales del Kudzú a través de

la época seca. In Resúmenes de la XII Reunión de ALPA, 22-27 julio, 1990. Campinas, Brasil. s.p.

-----; VARGAS, A.; SALDAÑA, C.; GUERRA, R. 1991. Efecto del banco de Kudzú sobre la producción de leche a base de *Bracharia decumbens* durante la época lluviosa. Ciencia Agropecuaria (Pan.) 9 (en edición).

VAN SOEST, P.J. 1965. Symposium on factors influencing voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. Journal of Animal Science 24:834.

-----; WINE, R.H. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. The determination of plant cell wall constituents. Journal of the Association of Official Analytical Chemists 50(1):50.