

Efecto de un banco de proteína de kudzú en la ganancia de peso de toretes en pastoreo de estrella africana^a

Jorge Pérez Pérez^b, Baldomero Alarcón Zúñiga^c, Germán D. Mendoza Martínez^b, Ricardo Bárcena Gama^b, Alfonso Hernández Garay^b
José G. Herrera Haro^b

RESUMEN

Pérez PJ, Alarcón ZB, Mendoza MGD, Bárcena GR, Hernández GA, Herrera HJG. *Téc Pecu Méx* 2001;39(1):39-52. El objetivo del experimento fue evaluar la ganancia de peso de toretes en pastoreo de estrella africana (*Cynodon plectostachyus*) solo y suplementado con un banco de proteína de kudzú (*Pueraria phaseoloides*); se emplearon cinco tratamientos, cuatro con pastoreo de kudzú durante 30 y 60 min en la mañana y tarde y pastoreo sólo en Estrella, distribuidos en un diseño completamente al azar, en arreglo de parcelas subdivididas, con cuatro repeticiones. Se cuantificó el rendimiento de forraje de ambas especies, contenido de fibra detergente neutro (FDN), proteína cruda (PC), proteína soluble (PS), digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS), consumo voluntario (CV) de los componentes de la pradera y cambios de peso vivo de los toretes. El forraje presente de kudzú fue semejante ($P > 0.05$) entre tratamientos (2.233 t de MS ha⁻¹) y resultó igual que el estrella; no existieron diferencias entre ciclos de pastoreo entre especies (2.18 t de MS ha⁻¹). Los valores promedio de DIVMS, FDN, PC, PS en kudzú y estrella fueron de 40.7, 76.3, 6.0, 32.9% y 41.8, 75.3, 5.6, 43.9%, respectivamente ($P > 0.05$). La ganancia diaria de peso fue diferente ($P < 0.05$) entre tiempos de acceso al kudzú (687 y 836 g animal⁻¹ día⁻¹ para 30 y 60 min) y resultaron iguales ($P < 0.05$) en la mañana y tarde (766 y 756 g animal⁻¹, respectivamente). El Estrella sólo produjo la menor ganancia de peso (575 g animal⁻¹ día⁻¹) y resultó 50% menor que con pastoreo de kudzú por la mañana durante 60 min.

PALABRAS CLAVE: Pastoreo, Banco de proteína, Valor nutritivo, Ganancia de peso, Toretos.

La nutrición de los bovinos en el trópico mexicano se basa principalmente en el pastoreo de gramíneas, las cuales presentan limitaciones tales como bajo contenido de proteína total y alto porcentaje de paredes

celulares, lo que repercute negativamente en la digestibilidad de la materia seca, que origina una producción animal generalmente baja. El contenido de proteína de los pastos tropicales es bajo, tanto de la proteína soluble como la de paso⁽¹⁾. Por ello, se han estudiado diversas alternativas para complementar esa deficiencia nutritiva, tal es el caso de diversos suplementos como la mezcla de melaza-urea, además de la introducción de

a Recibido el 20 de septiembre de 2000 y aceptado para su publicación el 21 de febrero de 2001.

b Km 35.5 carretera México-Texcoco Montecillo, Texcoco, México. 56230 Tel. (595) 2-02-00 ext. 1708 y fax (595) 2-02-79 jperez@colpos.colpos.mx. Correspondencia y solicitud de separatas al primer autor.

c Departamento de Zootecnia. Universidad Autónoma Chapingo.

leguminosas a las praderas de gramíneas, para establecer asociaciones o como bancos de proteína.

En las regiones tropicales el valor principal de las leguminosas para mejorar la producción animal es ampliamente conocido, y tiene como fundamento las numerosas investigaciones efectuadas en Australia y Latinoamérica^(2,3). Sin embargo, las asociaciones de gramíneas estoloníferas con leguminosas herbáceas rastreras no siempre son persistentes. También se ha observado que como consecuencia de las defoliaciones frecuentes, disminuye la población de plantas de leguminosas, hasta desaparecer en un tiempo breve, lo que se atribuye a su alta palatabilidad, baja resistencia al pisoteo, así como a su incompatibilidad para crecer con diversas gramíneas^(4,5).

Para solucionar ese problema, se ha estudiado el aprovechamiento de las leguminosas en monocultivo, denominado "banco de proteína", que es pastoreado por un tiempo corto, a determinada hora del día, lo que propicia un manejo diferenciado de las gramíneas y leguminosas y que permite a estas últimas persistir en las praderas^(6,7,8). De las leguminosas empleadas en los bancos de proteína, destacan especies de los géneros *Centrosema*, *Desmodium*, *Leucaena*, *Lablab*, *Macroptilium*, *Neonotonia*, *Arachis* y *Pueraria*^(9,10). Algunos autores⁽¹¹⁾ han señalado que existe una variación en la concentración de carbohidratos y nitrógeno, en las leguminosas durante el día, que ocasiona diferencias en la composición química, la cual afecta los hábitos de pastoreo de los

animales, por lo que el tiempo de acceso a los bancos de proteína debe ser controlado.

Por lo expuesto, utilizar las leguminosas en monocultivo como bancos de proteína para complementar la dieta de los animales en pastoreo de gramíneas, es una alternativa para aumentar la producción de carne y leche en áreas tropicales, por lo que los objetivos de este estudio fueron cuantificar el potencial del kudzú como banco de proteína, en diferentes tiempos y horarios de acceso de toretes en finalización, como complemento al pastoreo de pasto estrella africana; así como estimar la composición química y el consumo de forraje y su efecto en la ganancia de peso de toretes en pastoreo.

El experimento se efectuó en el rancho La Hidalguense, municipio de Cazones, Veracruz, próximo a la desembocadura del río Cazones, entre las coordenadas 90°25'35" de longitud Oeste y 20°35'19" de latitud Norte. La temperatura promedio anual es 25°C, precipitación de 1150 mm y una altitud de 4 msnm; la época de lluvias es de junio a febrero y la de sequía de marzo a mayo. El suelo es rico en materia orgánica (5.7%), pH ligeramente alcalino (7.4), textura arcillo-arenosa, bajos contenidos de fósforo y calcio aprovechables y alta capacidad de intercambio catiónico (25.9 meq/100 g de suelo).

Se empleó una pradera de estrella africana (*Cynodon plectostachyus*), de cinco años de establecida y una de kudzú (*Pueraria phaseoloides*, accesión CIAT 9900), sembrada ocho meses antes de iniciar el estudio. El kudzú se estableció previa

preparación completa del terreno y la siembra se realizó al voleo a fines de julio de 1997, con 5 kg ha⁻¹ de semilla. No se fertilizaron las praderas. La superficie de estrella fue de 12 ha, dividida en 20 potreros y la de kudzú de 2 ha, dividida en 16 potreros. Se emplearon 30 toretes de las cruzas Indobrasil y Brahman con Suizo Americano, de 18 a 22 meses de edad, con peso vivo inicial de 289 a 349 kg. La carga animal en el pasto estrella fue de 2.5 toretes ha⁻¹. Se emplearon cuatro repeticiones de estrella por tratamiento y el pastoreo fue rotacional en franjas.

Se estudiaron cuatro tratamientos con acceso al kudzú, que fueron dos tiempos de permanencia en el banco de proteína (30 y 60 minutos) y el horario de pastoreo (mañana y tarde) y un testigo con sólo pastoreo en estrella. Las repeticiones se subdividieron en franjas, con tiempos variables de ocupación, de acuerdo a la disponibilidad de forraje. Los toretes tuvieron un periodo de adaptación a las praderas de 12 días y recibieron sales minerales y agua *ad libitum*. El periodo de evaluación fue de 188 días, de abril 3 a octubre 10 de 1998.

Las variables de respuesta estudiadas fueron:

Forraje presente ofrecido. Se tomaron 10 muestras por repetición en un cuadro de 30 x 30 cm, antes de introducir los animales a los potreros y se secaron a peso constante a 80°C, durante 24 h en una estufa de aire forzado.

Análisis químico del forraje. Las muestras de forraje se colectaron al inicio y al final de los ciclos de pastoreo 6 y 8 en cada

potrero, efectuados en kudzú y estrella, respectivamente. Los muestreos se hicieron como se describió para el forraje presente. En el forraje cosechado de kudzu y estrella africana, se determinaron por repetición y por duplicado los contenidos de fibra detergente neutro (FDN)⁽¹²⁾, digestibilidad *in vitro* de la materia seca (DIVMS)⁽¹³⁾, nitrógeno total (NT) por Microkjeldahl y nitrógeno soluble (NS) en buffer⁽¹⁴⁾. Los datos obtenidos se transformaron a Arc Sen \sqrt{x} para evitar la posible heterogeneidad de varianza. Se describen los datos en unidades porcentuales, dado que no existieron diferencias significativas entre tratamientos.

Consumo voluntario. Para cuantificar esta variable se emplearon bolos de 10 g de óxido de cromo por día por animal⁽¹⁵⁾. El marcador se introdujo manualmente a los toretes vía oral, durante siete días consecutivos. A partir del día cinco de aplicación se extrajeron muestras de heces del recto de los animales, hasta un día después de suspender la administración del óxido de cromo. Las muestras se colocaron en bolsas individuales y se mantuvieron en hielo, para su análisis posterior en el laboratorio. Se emplearon cuatro animales por tratamiento y las muestras se obtuvieron en dos periodos (julio y septiembre); se secaron en una estufa a 65°C, hasta peso constante y se molieron en un molino Willey (1.0 mm). La concentración de cromo se determinó con un espectrofotómetro de absorción atómica⁽¹⁶⁾. Mediante un análisis microhistológico de las heces⁽¹⁷⁾, se determinó la composición botánica de la dieta consumida por los animales en pastoreo y en base al porcentaje de cada

uno de ellos, se calculó el consumo de los componentes de la misma.

Respuesta animal. Se pesaron los animales al inicio y al final del experimento, durante tres días consecutivos, mantenidos en ayuno durante 12 h, antes de pesarlos. Con la diferencia entre los pesos inicial y final, se calcularon las ganancias diarias de peso, total por animal y por hectárea.

Análisis estadístico. Los datos obtenidos de forraje presente de ambas especies y del análisis químico se analizaron con un diseño completamente al azar, con arreglo en parcelas subdivididas con cuatro repeticiones; la parcela grande correspondió al horario de acceso al kudzu (mañana y tarde), la parcela mediana al tiempo de pastoreo (30 y 60 min) y la parcela chica a los ciclos de pastoreo. Se empleó la prueba de Scheffé para la

comparación de medias de tratamientos⁽¹⁸⁾. El consumo voluntario se analizó con un diseño completamente al azar, en arreglo de parcelas divididas, correspondiendo la parcela grande a los periodos de muestreo (julio y septiembre) y la parcela chica a los tratamientos evaluados; la ganancia de peso de los toretes se analizó con un diseño completamente al azar. El fenotipo de los animales empleados no se incluyó en el modelo, ni el peso inicial de los mismos como covariable, para analizar los resultados. Las medias de tratamientos se compararon con la prueba de Tukey al 5%⁽¹⁸⁾.

El forraje presente ofrecido de kudzú y estrella no presentó diferencias entre tiempos ni entre horarios de acceso ($P > 0.05$). El promedio general fue de 2.2 t de MS ha⁻¹ (Cuadro 1). El rendimiento de forraje de kudzú, en

Cuadro 1. Forraje presente ofrecido a toretes en pastoreo, en un banco de proteína de kudzú, en diferentes horarios y tiempos de acceso

Ciclo de pastoreo	Forraje presente ofrecido (t de MS ha ⁻¹)				Promedio por ciclo
	Mañana (min)		Tarde (min)		
	60	30	60	30	
1	2.5 ^{ab}	2.9 ^a	2.9 ^a	2.5 ^a	2.7
2	1.9 ^c	1.9 ^b	1.7 ^b	1.9 ^b	1.9
3	2.9 ^a	2.8 ^a	2.7 ^a	2.2 ^{ab}	2.6
4	2.3 ^{bc}	2.2 ^b	1.9 ^b	2.1 ^{bc}	2.2
5	2.1 ^{bc}	1.9 ^b	1.4 ^c	2.1 ^{ab}	1.9
6	1.9 ^c	1.9 ^b	1.3 ^c	1.8 ^b	1.8
EE	2.2 ± 0.11	2.3 ± 0.14	2.1 ± 0.07	2.2 ± 0.12	–

abcd Valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ($P < 0.05$).

Ciclo 1: 23 marzo-30 abril; 2: 1 mayo-9 junio; 3: 10 junio-17 julio; 4: 18 julio-21 agosto;

5: 22 agosto-14 septiembre; 6: 15 septiembre-9 octubre de 1998.

EE= Error estándar de la media

GANANCIA DE PESO DE TORETES PASTOREANDO ESTRELLA AFRICANA Y KUDZÚ

relación al horario fue 2.3 t de MS ha⁻¹ con pastoreo en la mañana y 2.0 en la tarde, mientras que pastoreado por 60 y 30 min fue de 2.1 y 2.2 t de MS ha⁻¹, respectivamente. Tampoco se encontró efecto de la interacción entre tiempo y horario de acceso. Se observó una recuperación baja de guías de kudzú, después de permanecer los animales en pastoreo en las franjas, con necrosis severa del forraje residual.

El promedio general de forraje ofrecido de estrella fue 2.2 t de MS ha⁻¹ (Cuadro 2). El tiempo y horario de acceso al kudzú, no afectaron el forraje presente de estrella ($P > 0.05$). Tampoco fue significativa la interacción entre tiempo y horario de acceso de los toretes al kudzú.

Los valores de estrella fueron inferiores a los de kudzú, en los dos primeros ciclos de pastoreo y después tendieron a ser iguales, ya que el forraje presente aumentó. Existieron diferencias entre tratamientos ($P < 0.05$) entre ciclos de pastoreo de kudzú y estrella (Cuadros 1 y 2). En los primeros dos pastoreos de estrella se obtuvieron los valores más bajos de forraje presente (0.7 t de MS ha⁻¹), mientras que en el tercero aumentó a 4.7 y en los siguientes pastoreos se obtuvieron valores inferiores y variables (Cuadro 2). La interacción entre los tratamientos evaluados y ciclos de pastoreo no fue significativa ($P > 0.05$).

La DIVMS, la FDN, la PC y la PS no fueron afectadas por el tiempo y horario

Cuadro 2. Forraje presente ofrecido de estrella africana en diferentes ciclos de pastoreo, más acceso a un banco de proteína de kudzú, en distintos tiempos y horarios

Ciclo de Pastoreo	Forraje presente ofrecido (t de MS ha ⁻¹)					
	Mañana (min)		Tarde (min)		Sin acceso	Promedio por ciclo
	60	30	60	30		
1	0.7 ^c	0.8 ^c	0.8 ^c	0.9 ^c	0.7 ^c	0.8
2	0.7 ^c	0.6 ^c	0.7 ^c	0.6 ^c	0.8 ^c	0.7
3	4.3 ^a	5.3 ^a	3.9 ^a	3.9 ^a	5.9 ^a	4.7
4	2.7 ^b	3.2 ^b	2.6 ^b	2.6 ^b	1.9 ^b	2.6
5	2.2 ^b	1.7 ^b	1.3 ^c	1.4 ^c	1.3 ^c	1.7
6	1.9 ^b	2.1 ^b	2.1 ^b	1.9 ^b	2.1 ^b	2.0
7	2.1 ^b	2.6 ^b	2.2 ^b	2.5 ^b	2.5 ^b	2.4
8	2.4 ^b	2.9 ^b	2.7 ^b	2.1 ^b	3.2 ^b	2.6
EE	2.2 ± 0.29	2.3 ± 0.28	2.2 ± 0.20	2.1 ± 0.11	2.2 ± 0.17	—

abc Valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ($P < 0.05$).

Ciclo 1: 23 marzo-30 abril; 2: 1 mayo-27 mayo; 3: 28 mayo-22 junio; 4: 23 junio-11 julio; 5: 12 julio-4 agosto; 6: 5 agosto-21 agosto; 7: 22 agosto-18 septiembre; 8: 19 septiembre-9 octubre de 1998.

EE= Error estándar de la media.

de acceso al banco de proteína (Cuadro 3). Sin embargo, los ciclos de pastoreo afectaron la calidad nutritiva del forraje, al observarse un incremento de ésta en los tres últimos pastoreos (Cuadro 4). Existió una tendencia a incrementarse la digestibilidad del forraje en las parcelas pastoreadas durante 60 min, en ambos horarios de acceso, pero no existió efecto

significativo de la interacción tiempo, horario y ciclos de pastoreo.

Las fluctuaciones de digestibilidad entre ciclos de pastoreo fueron significativas ($P < 0.05$) y se obtuvieron los mayores valores en los ciclos 5 y 6, con un incremento promedio de 13.4% en comparación con los periodos anteriores.

Cuadro 3. Composición química de kudzú como banco de proteína, pastoreado con toretes a diferentes tiempos y horarios de acceso (%)

Componente	Mañana (min)		Tarde (min)		EE
	60	30	60	30	
DIVMS	48.34	47.54	49.20	46.98	0.46
FDN	44.53	56.25	54.39	56.38	0.43
PROT	16.39	16.34	16.67	16.43	0.17
PROSOL	30.01	31.79	32.11	32.79	0.69

EE= Error estándar de la media.

DIVMS: Digestibilidad *in vitro*; FDN: Fibra detergente neutro; PROT: Proteína total; PROSOL: Proteína soluble.

Cuadro 4. Composición química de kudzú en los diferentes ciclos de pastoreo por toretes (%)

Ciclo de pastoreo	DIVMS	DFN	Proteína total	Proteína soluble
1	47.42 ^b	60.28 ^a	14.38 ^{bc}	26.07 ^c
2	44.16 ^c	58.93 ^a	15.14 ^b	17.89 ^d
3	42.19 ^c	60.06 ^a	14.05 ^c	29.14 ^c
4	44.59 ^c	53.58 ^b	16.05 ^b	34.25 ^b
5	49.84 ^b	51.59 ^b	18.49 ^a	40.39 ^a
6	53.09 ^a	53.99 ^b	17.98 ^a	28.95 ^c
EE	46.9 ± 0.56	56.3 ± 0.47	16.0 ± 0.18	29.4 ± 0.66

abcd Valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ($P < 0.05$).

Ciclo 1: 23 marzo-30 abril; 2: 1 mayo-9 junio; 3: 10 junio-17 julio; 4: 18 julio-21 agosto;

5: 22 agosto-14 septiembre; 6: 15 septiembre-9 octubre de 1998.

DIVMS= Digestibilidad *in vitro* de la MS; FDN: Fibra detergente neutro.

EE= Error estándar de la media.

GANANCIA DE PESO DE TORETES PASTOREANDO ESTRELLA AFRICANA Y KUDZÚ

La concentración de FDN no varió entre horarios ni tiempos de acceso, pero sí existieron variaciones por efecto de ciclos de pastoreo (Cuadro 4), con promedio de 52% durante los tres últimos pastoreos de kudzú, valores que fueron inferiores ($P < 0.05$) a los obtenidos en los tres primeros ciclos con 60%. Tampoco se

encontraron diferencias en la interacción horario, tiempo y ciclos de pastoreo. El contenido de proteína de kudzú (con promedio de 16.4%) fue similar entre tratamientos ($P > 0.05$).

Los valores de DIVMS de estrella, indicaron que no existieron diferencias

Cuadro 5. Composición de estrella africana pastoreado con toretes, más acceso a un banco de proteína de Kudzú, en diferentes tiempos y horarios (%)

Variable	Mañana (min)		Tarde (min)		Sin acceso al kudzú	CV
	60	30	60	30		
DIVMS	41.1	40.8	40.5	40.7	41.8	9.66
FDN	75.9	76.1	76.9	76.4	75.3	3.44
PROT	6.1	6.2	5.8	5.9	5.6	10.39
PROSOL	34.9 ^a	35.7 ^a	28.3 ^b	32.9 ^{ab}	34.9 ^a	32.84

ab Valores con distinta literal son diferentes ($P < 0.05$).

DIVMS: Digestibilidad *in vitro* de la materia seca; FDN: Fibra detergente neutro; PROT: Proteína total; PROSOL: Proteína soluble.

Cuadro 6. Composición química del pasto estrella, pastoreado por toretes con acceso a un banco de proteína de kudzú, a diferentes horarios y tiempos (%)

Ciclo de pastoreo	DIVMS	FDN	Proteína total	Proteína soluble
1	43.81 ^a	76.92 ^a	5.64 ^c	13.91 ^d
2	34.59 ^c	77.35 ^a	7.93 ^a	27.38 ^b
3	34.09 ^c	75.77 ^b	5.76 ^b	20.73 ^c
4	40.20 ^b	75.53 ^b	6.03 ^b	44.01 ^a
5	43.89 ^a	77.63 ^a	5.22 ^c	46.23 ^a
6	46.45 ^a	74.85 ^b	5.49 ^c	30.64 ^b
EE	40.5±0.65	76.3±0.43	6.0±0.10	30.5±1.7

abc Valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ($P < 0.05$).

Ciclo 1: 23 marzo–30 abril; 2: 1 mayo–27 mayo; 3: 28 mayo–22 junio; 4: 23 junio–11 julio; 5: 12 julio–4 agosto; 6: 5 agosto–21 agosto; 7: 22 agosto–18 septiembre; 8: 19 septiembre–9 octubre de 1998.

DIVMS= Digestibilidad *in vitro* de la materia seca; FDN: Fibra detergente neutro.

EE= Error estándar de la media.

entre tratamientos; el promedio general fue de 40.8% (Cuadro 5). Los menores valores de digestibilidad (34.3%) se presentaron en el segundo y tercer ciclos de pastoreo, para luego aumentar progresivamente conforme transcurrió el tiempo, alcanzando los valores más altos (45.2%) en los dos últimos ciclos (Cuadro 6). El valor promedio de digestibilidad fue de 7.3 unidades porcentuales más alto en kudzú (48.0%) que en estrella (40.7%).

La FDN fue también semejante entre tratamientos con promedio de 76.3%. Sin embargo, se obtuvieron diferencias ($P < 0.05$) entre ciclos de pastoreo, ya que resultaron más altos los valores al iniciar el estudio y menores al final, mientras que la proteína cruda varió de 5.2 a 7.9%, en los diferentes ciclos de pastoreo (Cuadro 6). El promedio fue aproximadamente una

tercera parte del obtenido en kudzú, que resultó ser 16%. La concentración de proteína soluble en el forraje en los tratamientos estudiados fue diferente ($P < 0.05$); se notó mayor efecto del horario de acceso al kudzú, que del tiempo de pastoreo.

El consumo de estrella fue semejante entre tratamientos ($P > 0.05$), en ambos periodos evaluados, tanto en la cantidad total como en relación al peso vivo; el consumo de estrella con y sin acceso al kudzú fue 5.3 y 5.5 kg de MS día⁻¹, respectivamente, mientras que el de gramas nativas fue de 856 g y resultó diferente entre tratamientos y ciclos de pastoreo ($P < 0.05$). El consumo de leguminosas, principalmente del género *Centrosema*, en las praderas de estrella, fue superior (376 g día⁻¹) que con acceso al kudzú (106 g día⁻¹). El

Cuadro 7. Consumo diario de materia seca por toretes, en dos periodos de evaluación, con acceso a un banco de proteína de kudzú, en diferentes horarios y tiempos

	Mañana (min)		Tarde (min)		Sin acceso al kudzú	CV
	60	30	60	30		
Julio						
DIVMS	49.7	53.4	50.1	50.2	50.9	—
PV, kg	422.8	393.5	421.0	401.7	384.4	—
CD, kg	9.8 ^a	8.3 ^b	8.4 ^b	93.0 ^a	6.5 ^c	34.12
CD, % PV	2.3 ^a	2.1 ^a	2.1 ^a	2.3 ^a	1.7 ^b	32.13
Septiembre						
DIVMS	47.2	51.1	47.6	47.7	48.2	—
PV, kg	475.4	432.6	471.8	446.6	425.1	—
CD, kg	8.9 ^a	8.8 ^a	8.6 ^a	7.9 ^a	8.2 ^a	34.63
CD, % PV	1.9 ^a	2.0 ^a	1.8 ^a	1.8 ^a	1.9 ^a	33.15

DIVMS= Digestibilidad in vitro de la materia seca.

PV= Peso vivo; CD= Consumo diario.

abc Valores con distinta literal en la misma hilera son diferentes ($P < 0.05$).

GANANCIA DE PESO DE TORETES PASTOREANDO ESTRELLA AFRICANA Y KUDZÚ

consumo total en julio y septiembre, no fue afectado por los tratamientos con kudzú. Sin embargo, en julio se detectaron diferencias ($P < 0.05$) entre los tratamientos con kudzú y el testigo (Cuadro 7). Durante septiembre no se encontraron diferencias en consumo de kudzú, pero hubo un incremento en el de estrella, con relación al muestreo de julio.

El kudzú contribuyó notablemente a la dieta de los animales (Cuadro 8), dado que el acceso por 60 min permitió un consumo 2.7 kg de MS día⁻¹ torete⁻¹, mientras que descendió a 1.7 kg en pastoreo por 30 min; no existieron diferencias entre horarios de acceso, pero sí entre los periodos de muestreo ($P < 0.05$) Se observó una disminución del consumo

total de kudzú en septiembre, con relación a julio, atribuido a la presencia de gramas nativas en la dieta de los animales, principalmente *Paspalum notatum*, *P. conjugatum*, *Axonopus* sp. y otras.

Los toretes consumieron bien el banco de proteína, desde que ingresaron a éste y durante su permanencia en las praderas no lo rechazaron. Las mayores ganancias de peso ($P < 0.05$) se obtuvieron en los toretes con acceso al banco de proteína en la mañana durante 60 min (862 g día⁻¹), que equivale a 7% más que con acceso en la tarde por 60 min (809 g). Al asignar un menor tiempo de pastoreo en el banco de kudzú, el aumento de peso de los toretes descendió, independientemente del horario: 670.0

Cuadro 8. Consumo de los componentes de la dieta por toretes con acceso a un banco de proteína de kudzú en diferentes tiempos y horarios de acceso

Tratamientos	Período	Consumo por componente de los forrajes (kg)			
		Kudzú	Estrella	Gramas	Centrosema*
1	Jul	3.14 ^a	5.93	0.59 ^c	0.09 ^d
	Sep	2.71 ^a	5.07	1.12 ^{ab}	0.58 ^c
2	Jul	1.83 ^b	5.45	0.82 ^{bc}	0.16 ^b
	Sep	1.78 ^b	6.17	0.67 ^c	0.78 ^c
3	Jul	2.55 ^a	4.91	0.76 ^c	0.13 ^c
	Sep	2.41 ^a	4.89	1.21 ^a	0.72 ^c
4	Jul	1.99 ^b	6.40	0.62 ^c	0.24 ^b
	Sep	1.31 ^b	5.40	1.03 ^{ab}	0.80 ^c
5	Jul	—	5.08	0.95 ^{ab}	0.34 ^a
	Sep	—	6.24	1.29 ^a	0.41 ^a

Tratamientos: 1: 60 min de acceso al kudzú, 8:00 h; 2: 30 min, 8:00h; 3: 60 min, 16:00 h; 4: 30 min, 16:00 h y 5: pastoreo en estrella sin acceso al kudzú.

Períodos de muestreo. 1: 7-13 julio; 2: 9-15 septiembre de 1998.

*Centrosema: leguminosa silvestre presente en las praderas.

abcd Valores con distinta literal en la misma columna son diferentes ($P < 0.05$).

y 703.5 g día⁻¹ por la mañana y tarde, respectivamente. El pastoreo de estrella solo, produjo las ganancias de peso más bajas, con 575.5 g día⁻¹ torete⁻¹ (Cuadro 9).

El forraje presente de kudzú y estrella se redujo a medida que transcurrió el experimento, lo que estuvo asociado a la defoliación sucesiva de hojas y tallos del kudzú, lo cual coincide con lo mencionado en otro estudio⁽¹⁹⁾. Así mismo, los valores obtenidos en este estudio son similares a los informados en investigaciones previas^(20,21,22). También se ha encontrado una disminución progresiva de una asociación de estrella y leucaena, a medida que transcurrieron los pastoreos⁽²³⁾. El forraje presente disminuyó 36% entre el primero y último ciclos de pastoreo. La disminución del kudzú fue ocasionada por las diferencias climáticas entre abril y octubre, principalmente por el exceso de lluvia que saturó el suelo y que afectó negativamente el crecimiento de la leguminosa; sin embargo esto fue independiente del tiempo y horario de pastoreos en el banco de proteína.

Los valores de forraje presente del pasto estrella fueron superiores a los informados por diversos autores en el trópico de México, durante la época seca^(5,24), mientras que resultados similares se han obtenido durante la época lluviosa⁽²⁵⁾, con promedio de 2.16 t de MS ha⁻¹ corte⁻¹. Este dato es similar al obtenido en este experimento, a partir del tercer ciclo de pastoreo, mismo que resultó similar al informado en otro estudio⁽²⁴⁾.

La DIVMS de kudzú fue 47%, valor similar al mencionado en otra investigación⁽²⁶⁾. El forraje de kudzú mantuvo casi el mismo valor de FDN al transcurrir el periodo experimental, lo cual estuvo más relacionado al tiempo de reposo del banco entre pastoreos sucesivos, que a los tratamientos, y esto se atribuye a que probablemente la leguminosa mantuvo la misma tasa de crecimiento entre pastoreos. La mayor parte de la proteína fue altamente soluble, sin existir diferencias entre tratamientos, pero sí entre las épocas seca y lluviosa, lo cual coincide con lo obtenido en otro estudio⁽²⁶⁾.

Se ha informado que el kudzú presenta valores de solubilidad y degradabilidad de

Cuadro 9. Ganancia de peso de toretes en pastoreo de estrella, suplementados con un banco de proteína de kudzú, en diferentes tiempos y horarios

Variable	Mañana (min)		Tarde (min)		Sin acceso al kudzú
	60	30	60	30	
PI, kg	319.2	319.3	319.3	319.5	319.2
PF, kg	474.5	440.0	465.0	446.2	422.8
GAN, kg	155.3	120.6	145.7	126.7	103.7
GDP, g	862 ^a	670 ^{bc}	809 ^a	703 ^b	575 ^c

ab Valores con igual letra son semejantes ($P > 0.05$).

PI=Peso inicial; PF=Peso final; GAN=Ganancia total; GDP=Ganancia diaria de peso.

la proteína total de 60% y de nitrógeno de escape de 37.7%, mientras que el nitrógeno ligado a la fibra insoluble en detergente ácido, en promedio, es de 2.2%⁽²⁷⁾. En este estudio no se encontró efecto del horario y tiempo de acceso al kudzú, en los contenidos de proteína total y soluble, pero sí existieron diferencias entre ciclos de pastoreo con mayores contenidos de proteína total y soluble en los tres últimos ciclos. Estos resultados coinciden con otro estudio⁽²⁸⁾, en el cual se encontró la misma tendencia en la composición química del forraje, en los diferentes ciclos de pastoreo, durante un año de estudio. Los datos obtenidos en este experimento, también resultaron semejantes a los encontrados en un estudio previo⁽²⁶⁾, al determinarse 1.02% de nitrógeno insoluble en fibra detergente ácido.

Los valores obtenidos de digestibilidad *in vitro*, resultaron inferiores a los mencionados en otra investigación⁽²⁸⁾ que señala 55.7%. El valor promedio de digestibilidad en los tratamientos con kudzú fue de 48%, que es inferior a lo que se señala generalmente en la literatura para gramíneas y leguminosas tropicales. Existió un incremento en la solubilidad de la proteína en los dos últimos periodos de pastoreo, que se atribuye a una mayor movilidad del nitrógeno en la planta, cuando la precipitación y la temperatura fueron más favorables para el crecimiento y translocación de compuestos nitrogenados, tales como nitratos, amonio y nitritos y no están adheridos a las paredes celulares. También es de considerar que la edad de rebrote del forraje tiene un efecto importante en la solubilidad del nitrógeno,

porque a medida que se incrementa la edad de las plantas, la solubilidad del nitrógeno tiende a disminuir^(24,29).

Las diferencias que existieron en el consumo se atribuyen a la menor proporción de forraje en la pradera de estrella, lo cual limitó un consumo mayor de ésta. Los valores de consumo, en porcentaje del peso vivo animal, concuerdan con los obtenidos por diversos autores⁽³⁰⁾, quienes encontraron un rango de consumo de 1.7 a 2.4 kg de MS/100 kg de peso vivo animal⁻¹ día⁻¹; sin embargo, las estimaciones varían, según la metodología empleada para determinar la digestibilidad de la materia consumida. El consumo y el aporte de proteína de kudzú durante una hora de pastoreo, fue similar a lo obtenido previamente⁽¹⁹⁾ en vacas lactantes (2.1 kg de consumo, que aportaron 400 g de proteína).

La ganancia de peso por animal varió de 670 a 862 g día⁻¹, con un promedio de 761 g, valores que son superiores al promedio obtenido en novillos en pastoreo de solo gramíneas^(31,32,33), en gramíneas asociadas con leguminosas^(34,35,36) y en bancos de proteína^(37,38). Las condiciones climáticas favorables durante el experimento, permitieron que los aumentos de peso de los animales fueran superiores a lo encontrado en otros estudios⁽³⁵⁾ y que, de acuerdo a los datos aquí obtenidos, se considere al kudzú como una especie forrajera de buena aceptación por el ganado. Estos valores son superiores a los encontrados por otros autores⁽³⁸⁾ en bancos de proteína a libre acceso, al indicar de 6 a 35% de incremento en ganancia de peso, con relación a animales sin pastoreo en

bancos de proteína. Los animales con acceso a kudzú tuvieron mayor consumo de materia seca, lo que les permitió que más proteína total fuera consumida, lo que probablemente favoreció que una mayor cantidad de proteína, proveniente del kudzú, llegara hasta el intestino y complementara el perfil de aminoácidos, provenientes de la proteína microbiana; lo anterior se reflejó en una ganancia de peso de 50% mayor en los toretes con acceso a kudzú por 60 min en la mañana, con relación a aquéllos en sólo pastoreo en estrella. Se obtuvo un incremento de peso de los toretes en finalización de 22%, con sólo 30 min de acceso al banco de proteína, por lo que se espera que tiempos superiores a 60 min, no presenten mayores incrementos de peso, debido al llenado del rumen de los animales y exista una baja actividad de pastoreo en el banco de proteína(39). Los resultados obtenidos en este estudio confirman la importancia de las leguminosas, en el desarrollo de toretes en engorda en condiciones de pastoreo, lo cual coincide con diversos estudios mencionados en la literatura(40).

Se concluye que independientemente de la hora del día, el acceso de toretes a un banco de proteína de kudzú por una hora, promovió una ganancia de peso 50% superior, en comparación con la obtenida en toretes que sólo consumieron estrella. Esta superioridad se atribuyó a que el kudzú participó en una alta proporción de la dieta de los animales y tuvo mayor DIVMS y PC que la gramínea, lo cual mejoró el valor nutritivo y consumo de materia seca. El empleo de bancos de proteína de kudzú, es una alternativa para mejorar la productividad en la engorda de de toretes en el trópico.

RESPONSE OF KUDZU AS PROTEIN BANK ON STEERS GRAZING AFRICAN STARGRASS

ABSTRACT

Pérez PJ, Alarcón ZB, Mendoza MGD, Bárcena GR, Hernández GA, Herrera HJG. *Téc Pecu Méx* 2001;39(1):39-52. The aim of this study was to evaluate the liveweight gains of steers grazing african stargrass (*Cynodon plectostachyus*) alone and supplemented with kudzu (*Pueraria phaseoloides*) as protein bank. Treatments consisted in grazing stargrass alone and with kudzu during the morning or afternoon either for 30 or 60 minutes. The experimental period lasted 188 days. Treatments were allocated in a complete randomized design arranged in split plots with four replicates. Herbage mass, *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD), neutral detergent fiber (NDF), crude protein (CP), soluble protein (SP) and herbage intake were estimated. Kudzu and african stargrass herbage mass did not change ($P > 0.05$) due to treatments (2.233 t ha⁻¹ of DM), but considerable variability was observed among grazing cycles. The IVDMD, NDF, CP and SP of kudzu and stargrass were 40.7, 76.3, 6.0, 32.9% and 41.8, 75.3, 5.6, 43.9%, respectively, and did not change significantly ($P > 0.05$) due to treatments. Daily liveweight gain of steers grazing african stargrass complemented with 60 minutes of access to kudzu was 50% higher than grass alone (836 and 575 g steer⁻¹ day⁻¹, respectively).

KEY WORDS: African stargrass, Kudzu, Protein bank, Weight gain, Nutritive value.

LITERATURA CITADA

1. Preston TR, Leng RA. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: Aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Cali, Colombia. CONCRIT. 1989.
2. Stobbs TH. Factors limiting the nutritional value of grazed tropical pastures for beef and milk production. *Trop Grasslands* 1975;9(3):141-150.
3. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Informe Anual. Programa de Pastos Tropicales. Cali, Colombia. 1992:39.

GANANCIA DE PESO DE TORETES PASTOREANDO ESTRELLA AFRICANA Y KUDZÚ

4. Mannelje L 't. Productividad y persistencia de las leguminosas y su adopción en pasturas tropicales. Contribución de las pasturas mejoradas a la producción animal en el trópico. Memoria. Programa de Pastos Tropicales. Centro Internacional de Agricultura Triopical (CIAT). Cali, Colombia. 1989: 25-38.
5. Meléndez NF, González MJA, Pérez PJ. Manejo tecnológico del pasto Estrella Africana en el trópico. Instituto para el desarrollo de sistemas de producción del trópico húmedo de Tabasco. Gobierno del Estado de Tabasco. Villahermosa, Tabasco. 2000;77.
6. Minson DJ. Pasture management and animal nutrition. In: Management improved tropical pasture. Sta. Lucia, Australia: University of Queensland. 1975:50-67.
7. Pinzón BR, Argel PJ, Montenegro R. Control de malezas en el establecimiento de Kudzu tropical. Pasturas Tropicales 1985;7(1)6-8.
8. Mott JJ, Winter WH, Mclean RW. Management options for increasing the productivity of tropical savanna pastures. IV. Populations biology of introduced *Stylosanthes* spp. Aust J Agric Res 1989;40:1227-40.
9. Enríquez QJF, Peralta A. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en el municipio de Loma Bonita, Oaxaca, México. Memoria. 1ª Reunión de la Red internacional de evaluación de pastos tropicales. CIAT. Veracruz, México. 1988;151-155.
10. Pereira E, Lamela L, Matías C, Tang M. Metodología para el establecimiento y manejo de bancos de proteína en vaquerías de secano. Pastos y Forrajes 1992;15:183-190.
11. Mosquera P, Lascano C. Producción de leche de vacas en pasturas de *Brachiaria decumbens* solo y con acceso controlado a bancos de proteína. Pasturas Tropicales 1992;14:2-10.
12. Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Symposium: Carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. J Dairy Sci 1991;74:3583-3597.
13. Tilley JM, Terrie RA. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forages crops. J Brit Grasslands Soc 1963;18:104-109.
14. Krishnamoorthy UT, Muscato C, Sniffen J, Van Soest PJ. Nitrogen fractions in selected feedstuffs. J Dairy Sci 1982;65:217-225.
15. Kimura FT, Miller VL. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. J Agric Food Chem 1957;5:216-224.
16. Williams CH, David DJ, Isma O. The determination of chromic oxide in feces samples by atomic absorption spectrophotometric. J Agric Sci Camb 1962;59:381.
17. Sparks DR, Melechek JC. Estimating percentage dry weight in diets using a microscopic technique. J Range Manag 1968;21:264-265.
18. Steel RG, Torrie JH. Bioestadística. Principios y procedimientos. 2nd ed México McGraw Hill. 1986:622.
19. Ruiloba MH. Bancos de Kudzu como fuente de proteína para la producción de leche en Panamá. Pasturas Tropicales 1990;12:44.
20. Suárez P, Barreras C, Velázquez E. Evaluación de leguminosas en cultivo puro bajo pastoreo rotacional. Memoria. 1ª Reunión de la Red internacional de evaluación de pastos tropicales. CIAT. Veracruz, México. 1988;296-297.
21. Santana de JR, Pereira JM, Moreno MA, Spain JM. Persistencia e qualidade proteica da consorciacao *Brachiaria humidicola-Desmodium ovalifolium* cv. Itabela sobre diferentes sistemas e intensidades de pastejo. Pasturas Tropicales 1993;15 (2):2-8.
22. Hernández VT, Valles B, Castillo E. Establecimiento y producción de gramíneas y leguminosas forrajeras en Tlapacoyan, Veracruz, México. Memoria. 1ª Reunión de la Red internacional de evaluación de pastos tropicales. CIAT. Veracruz, México. 1988;172-175.
23. Aguirre M. Pastoreo de toretes en Estrella de Africa (*Cynodon plectostachyus*) K. Schum (Pilger) y Guaje (*Leucaena leucocephala*) Lam (De wit). Agric Tec Mex 1987;13(1):69-75.
24. Ramos JA. Efecto de la suplementación nitrogenada en toretes cruzados pastoreando en Estrella africana (*Cynodon plectostachyus*). [tesis maestría]. Montecillo, México. Colegio de Postgraduados. 1994:93.
25. Torres M, Garza R, Pérez C, Arroyo D. Ensayo comparativo de rendimiento de 12 zacates tropicales en clima Am. Tec Pecu Mex 1985;35:67-73.
26. Ruiloba MH, Guerra R. Cambios botánicos, químicos y nutricionales del Kudzu (*Pueraria phaseloides*) a travez de la época seca. [resumen]. 12ª Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Campinas, SP. Brazil. 1990;114
27. Mendoza MG, Ricalde R. Suplementación de bovinos en crecimiento. Nutrición y Producción Animal. Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco. México. 1994.
28. Cabrera CD, Carvajal AJ. Valor nutritivo de la dieta de bovinos en potreros de Estrella africana. [resumen]. Reunión de investigación pecuaria en México 1988:104.

29. Schingoethe DJ. Aplicación de las proteínas de escape del rumen en la alimentación de rumiantes. Asoc Amer Soya. Ed. Especial. México. 1985; 1-10.
30. Valenzuela UA, Tepal JA, Carvajal AJ. Consumo voluntario de forraje por bovinos en un potrero de guinea (*Panicum maximum*) en Yucatán. [resumen]. Reunión de investigación pecuaria en México 1988:72.
31. Hernández VJO. Determinación de la presión de pastoreo óptima, en el crecimiento y rendimiento del pasto Estrella de Africa (*Cynodon plectostachyus*). [tesis maestría]. Montecillo, Texcoco, México. Colegio de Postgraduados. 1995.
32. Joaquín AJN. Cambios de peso de toretes y del perfil de rebrote de una pradera de Estrella (*Cynodon plectostachyus*), en pastoreo rotativo con diferentes tiempos de ocupación. [tesis maestría]. Montecillo, Texcoco, México. Colegio de Postgraduados. 1996.
33. Mislevy P, Pate FM, Martin FG, Rutter LM. Pasture production and weaned heifer performance from tropical grasses. Proceeding. Proceeding. XVIII International grassland congress. Saskaton, Canada. Section 29: Grazing Management. 1997:29:73-74.
34. Barbosa MH, Vicente JS, Melotti L. Efeito do pastejo na persistencia de algumas leguminosas de clima tropical. Boletín Industr Anim Brasil 1978;35:81-87.
35. Córdova BA, Peralta MA, Ramos SA. Producción estacional de la asociación *Digitaria decumbens/ Clitoria ternatea* con tres cargas animal y dos sistemas de utilización. Pasturas Tropicales 1987;9:27-31.
36. Sánchez R, Carrete FO, Equiarte JA. Crecimiento de becerras F1 cebú/europeo en pastoreo de zacate Estrella-Leucaena y Estrella solo en clima Aw. Téc Pecu Méx 1986;50:69-83.
37. Díaz T, Díez J. Evaluación de 4 leguminosas en banco de proteína con *P. maximum* cv Likoni. [resumen]. 12ª Reunión de la Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Campinas, SP. Brasil. 1990:43.
38. Lascano CE, Plazas C. Bancos de proteína y energía en sabanas de los Llanos Orientales de Colombia. Pasturas Tropicales 1990;12:9-15.
39. Vera RR, Sere C, Tergas LE. Development of improved grazing systems in the savannas of tropical America. CIAT. Cali, Colombia. 1984.
40. García L, Pereiro M. Utilización de la Glycine (*Neonotonia wightii*) en la alimentación de la vaca gestante. Rev Cubana Cienc Agric 1988;22:231-235.