

Disponibilidad de biomasa y contenido de proteína cruda de *Hypparrhenia rufa* y *Panicum maximum* cv Tanzania asociadas con *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* en sistema de pasturas en callejones

Availability of biomass and crude protein contents of *Hypparrhenia rufa* and *Panicum maximum* cv Tanzania associated with *Leucaena leucocephala* and *Gliricidia sepium* in pasture alley cropping system

Álvaro Jose González Martínez¹, Joel Rojas Hernández², Francisco José Chavarría-Ñamendi³, Ronaldo Martín Jiménez Gómez⁴

¹MSc. Agroforestería Tropical. ajgonzalez75@gmail.com / ²MSc. Producción Animal Sostenible. joelrojas3@yahoo.com / ³ MSc. Conservación y Manejo de Vida Silvestre / ⁴ Ingeniero Agrónomo. ronaldo.jimenez@hotmail.com
Universidad Internacional Antonio de Valdivieso (UNIAV), Rivas, Nicaragua.



RESUMEN

Se evaluó el efecto del asocio de *H. rufa* y *P. maximum* cv Tanzania con leucaena y madero negro en la disponibilidad de biomasa y contenido de proteína cruda (PC). El estudio se desarrolló en la finca Santa María, La Chocolata, Rivas. El área fue de 2 579,2 m² dividida en dos parcelas con: tres hileras dobles de madero negro y dos de leucaena con una distancia de 7 m entre callejón, 1 m entre surco y 0,5 m entre plantas. La evaluación se realizó entre 2009 y 2010 con siete ciclos de pastoreo y frecuencia de 48 a 53 días de descanso. La disponibilidad y composición botánica se realizó con la técnica de doble muestreo BOTANAL un día antes del pastoreo. Se definió escalas del 1 al 5 con base al porcentaje de cobertura, altura, relación tallo-hoja (pasto); diámetro de copa, altura y número de rebrotes (leguminosa). Se cortó el pasto a 20 cm y a 80 cm las leguminosas. Para la materia seca se tomó una muestra de 200 g y se secó por 72 h a 60°C. Se realizó un ANOVA para medidas repetidas y una regresión lineal. Se encontró que *H. rufa* tiene mayor altura en macolla con 95,4 cm superando en más del 11% a Tanzania, no obstante este último superó en diámetro de macolla en más del 16% a *H. rufa*. Tanzania contiene 24% más de biomas que *H. rufa* y con el aporte de biomasa de la leguminosa esta diferencia es del 22.2%. Leucaena supera en 90% y 22% en disponibilidad de biomasa a madero en ambas pasturas. En el contenido de PC, Tanzania es superior 34% y 2,3% en la parte comestible y no comestible respectivamente. De igual manera leucaena superó 13 y 18 % a madero negro en las dos pasturas.

Palabras clave: Pasturas en callejones, proteína cruda, disponibilidad de biomasa, composición botánica, leguminosas arbóreas.

ABSTRACT

It was evaluated the effect of the partnership of *H. rufa* and *P. maximum* cv Tanzania with *L. leucocephala* and *G. sepium* in the availability of biomass and crude protein content (PC). The study was carried out in the property Santa María, La Chocolata, Rivas. The area was of 2 579.2 m² divided into two plots with: three double rows of black and two *G. sepium* of *L. leucocephala*, with a distance of 7 m between alley, furrow between 1 m and 0.5 m between plants. The evaluation was carried out between 2009 and 2010 with seven cycles of grazing and frequency of 48 to 53 days of rest. The availability and botanical composition was made with the technique of double-sampling BOTANAL a day before grazing. Defined scales from 1 to 5 based on the percentage of cover, height, relationship stem-leaf (grass); cup diameter, height and number of sprouts (legume). The grass is short to 20 cm and 80 cm the legumes. For the dry matter is took a sample of 200 g and are dry for 72 h at 60 °C. It is performed an ANOVA for repeated measures and a linear regression. It was found that *H. rufa* is higher on tillering with 95.4 surpassing by more than 11% to Tanzania, however this last exceeded in diameter of tillers in over 16% to *H. rufa*. Tanzania contains 24% more than biomes that *H. rufa* and with the contribution of biomass of the legume is difference is 22.2%. *L. leucocephala* exceeds 90 % and 22% in availability of biomass to *G. sepium* in both pastures. In the contents of PC, Tanzania is above than 34% and 2.3 % in the edible and non-edible part respectively. Similarly *L. leucocephala* overcame 13 and 18% to *G. sepium* in two pastures.

Keywords: Pastures alley, protein crude, biomass disponibility, botanical composition, leguminous trees.

Recibido: 12 de enero 2017
Aceptado: 10 de abril del 2017



Copyright 2017. Universidad Nacional Agraria

Los artículos de la revista La Calera de la Universidad Nacional Agraria, Nicaragua, se comparten bajo términos de la licencia Creative Commons: Reconocimiento, No Comercial, Compartir Igual. Las autorizaciones adicionales a las aquí delimitadas se pueden obtener en el correo freddy.aleman@ci.una.edu.ni

La productividad de los sistemas pecuarios ha tenido una tendencia a declinar, como consecuencia de la implementación de sistemas extensivos y de la incorporación de suelos de menor fertilidad, en los que se plantaron especies no adaptadas, generando mayor proporción de pasturas degradadas y poco productivas (Pezo *et al* 1992). Por otra parte, estas pasturas contienen solamente gramíneas tropicales, las cuales se caracterizan por tener bajo contenido de proteína cruda y baja digestibilidad (Bolívar y Montenegro 2001). Además, son deficientes en minerales esenciales para el ganado ya que dependen de la interacción de varios factores como el suelo, especie de planta, estado de madurez, rendimiento, clima y manejo de la pastura (McDowell *et al* 1984).

Se ha estimado que alrededor de la mitad de las pasturas están degradadas en algún grado (Szott *et al.* 2000), entendiéndose como “degradación” a la reducción temporal o permanente de su capacidad productiva (Stocking y Murnaghan 2001). Esta es causada por varias razones o combinaciones de ellas: la introducción de especies forrajeras no adaptadas a una determinada región, el mal manejo de las pasturas (como el sobrepastoreo), la compactación del suelo, la erosión y reducción de la fertilidad del suelo (Ruiz, 1983; Spain y Gualdrón, 1991; Giraldo y Bolívar, 1999). Aspectos que reducen aún más la productividad de la ganadería en la región (Pezo e Ibrahim 1999).

En Nicaragua las pasturas son manejadas en forma extensiva que sumado al mal manejo han contribuido relativamente a la baja productividad y calidad nutritiva de los pastos. Uno de los elementos nutricionales que se relaciona con la degradación de las pasturas es la deficiencia del nitrógeno. En este sentido, las pasturas en callejones incluyen entre sus componentes a leguminosas arbóreas que proporcionan forraje rico en proteína y mejoran la fertilidad del suelo a través de la fijación de nitrógeno y la incorporación de mulch que forma una capa gruesa de materia orgánica que protege al suelo de erosiones eólicas e hídricas; y que además, permite un intercambio superficial de nutrientes (Pezo e Ibrahim 1999).

Dado que la incorporación de leguminosas forrajeras en pasturas ha sido señalado como una opción prometedora para revertir los procesos de degradación del suelo, además que permite aumentar la cantidad y calidad de la biomasa forrajera, este estudio se propuso evaluar el efecto del asocio de pastos (*Hyparrhenia rufa* y *Panicum maximum cv Tanzania*) con plantas arbustivas (*Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*) en la producción de fitomasa de ambos componentes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. La investigación se desarrolló en la finca Santa María, propiedad de la Universidad Internacional de Agricultura y Ganadería, ubicada en la comunidad La Chocolata, municipio de Rivas, situada entre las coordenadas 11° 41' Latitud Norte; 85° 83' Longitud Oeste. Las condiciones agroecológicas de la zona son: temperatura media anual de 27 °C, precipitaciones media anual de 1450,3 mm, período canicular del 15 de julio – 15 de agosto, altitud de 70 msnm, humedad relativa entre 72% – 86%, velocidad del viento de noviembre – abril es de 3,7 m seg⁻¹ y de mayo – octubre de 2,4 m seg⁻¹, topografía con pendientes del 3 – 5%, suelos de francos a francos arcillosos (INETER: <http://www.ineter.gov.ni/>). Es una zona cálida y seca (Salas 1993).

Diseño del área de estudio. El área del estudio fue de 2 579,2 m² dividido en dos parcelas de 1 294,3 m² (46,4m x 27,9m) y 1 284,9 m² (46,1m x 27,9m) respectivamente. Años anteriores fue un sistema de cultivos en callejones, con plantas leguminosas (*L. leucocephala* y *G. sepium*). Para el propósito de este estudio se realizó recuento y resiembra de plantas forrajeras. Cada parcela contó con tres hileras dobles de *G. sepium* y dos de *L. leucocephala*. La distancia entre las hileras dobles de las leguminosas arbóreas (ancho de callejón) fue de 7 m y el marco de siembra de las especies fue de 1 x 0,5 m. Con el propósito de homogenizar la altura de las dos especies arbóreas, se realizó poda a 40 cm de altura un mes antes del establecimiento de los pastos.

El establecimiento de las pasturas en los callejones se realizó en los meses de julio – agosto 2008. La preparación del suelo fue mecanizada con un pase de arado y dos de gradas. La siembra de los pastos se realizó en el mes de agosto, al voleo para *H. rufa* y en surcos para *P. maximum cv Tanzania* con distancia de 70 cm, en su respectivo potrero. Se aplicó fertilizante completo a razón de 1,5 qq mz⁻¹ y urea al 46% de 1 qq mz⁻¹, en dos momentos, a los 20 y 45 días de emergidos los pastos. El mantenimiento de pasturas y las arbustivas consistió en podas de uniformidad una vez finalizado el periodo de pastoreo a una altura de 20 a 30 y 80 cm respectivamente.

Periodo de estudio. El levantamiento de información se realizó a partir de septiembre de 2009 hasta agosto 2010, realizándose siete ciclos de pastoreo, tres de ellos en verano y cuatro en invierno con una frecuencia entre 48 a 53 días de descanso y un periodo de ocupación de 1 a 3 días según la época del año (cuadro 1).

Cuadro 1. Período de evaluación, días de descanso y época

Ciclo de pastoreo	Pastura <i>P. máximum cv Tanzania</i>			Pastura <i>H. rufa</i>		
	Fecha	Días de descanso	Época	Fecha	Días de descanso	Época
I	21/09/09	50		17/09/09	49	
II	12/11/09	48	Lluviosa	11/11/09	51	Lluviosa
III	28/01/10	48		27/01/10	46	
IV	19/03/10	49	Seca	18/03/10	48	Seca
V	12/05/10	53		11/05/10	53	
VI	07/07/10	52		07/07/10	51	
VII	31/08/10	49	Lluviosa	31/08/10	48	Lluviosa
Promedio /ciclo		49,9			49,4	

Diseño experimental. El muestreo de la producción de biomasa se realizó bajo un estudio de caso, es decir el levantamiento y registro de la información de cada variable se ejecutó en el 100% del área total de cada parcela, comparándose estadísticamente como parcelas apareadas. Para esto se realizó un ANOVA para medidas repetidas en el tiempo bajo un diseño en parcelas divididas (Morales *et al.*, 2009), donde los tratamientos en la parcela principal correspondieron a pastos y las especies arbóreas a las subparcelas.

Disponibilidad de forraje (Biomasa) y composición botánica de la pastura. Para la disponibilidad y composición botánica de la pastura se aplicó la técnica del BOTANAL (Haydock y Shaw 1975; Tothill *et al.*, 1992, Hargreaves y Kerr 1992). Realizado un día antes que los animales entraran al pastoreo. Para cada componente del sistema (pasto y arbustos), se establecieron escalas de producción de 1 a 5, donde 1 se consideró a sitios de menor producción y 5 a los de mayor producción. Para definir las escalas se midió el porcentaje de cobertura, la altura y la relación tallo – hoja para pastos y en las arbustivas se consideraron la altura, diámetro de copa y número de rebrotes.

Se utilizaron tres muestras destructivas en cada escala para determinar la biomasa real por especie, separando el material comestible (hojas verdes y tallos tiernos) y el no comestible (hojas secas y tallos lignificados o gruesos). La altura del corte se realizó a 20 cm para las dos especies de pastos y 80 cm para las leñosas arbustivas. Se registraron los pesos frescos y se tomó una muestra de 200 g para llevarla al laboratorio y secarla en un horno a 60°C por 72 horas.

Cuadro 2. Disponibilidad de biomasa kg MS ha⁻¹ Pastura *P. maximum cv Tanzania* y *H. rufa*

Ciclo de pastoreo	Pastura <i>P. maximum cv Tanzania</i> kg Ms ha ⁻¹									Pastura <i>H. rufa</i> kg Ms ha ⁻¹							Total	
	<i>P. maximum</i>			<i>L. leucocephala</i>			<i>G. sepium</i>			<i>H. rufa</i>			<i>L. leucocephala</i>		<i>G. sepium</i>			
	PC	PnC	Hojas	Tallos tiernos	Tallos leñosos	Hojas	Tallos tiernos	Tallos leñosos	Total	PC	PnC	Hojas	Tallos tiernos	Tallos leñosos	Hojas	Tallos tiernos		Tallos leñosos
I	1189.2	126.9	302.8	74.9	178.5	149.4	47.9	53.3	2056.9	1022.6	317.5	222.3	13.6	70.2	152.0	24.4	14.2	2122.9
II	2275.2	858.9	394.0	96.6	263.4	173.1	93.8	82.5	4237.5	4424.2	724.3	199.8	22.8	79.6	190.0	23.3	49.7	5713.7
III	750.2	601.3	184.8	80.7	135.5	83.0	49.3	8.1	1892.9	949.4	843.4	180.1	108.9	85.6	134.4	85.9	38.0	242.7
IV	243.2	31.9	35.4	3.8	11.0	25.2	2.6	1.0	354.1	120.2	124.1	32.0	5.5	8.7	57.5	6.3	8.6	362.9
V	800.0	378.0	36.5	11.8	10.5	51.1	6.3	9.1	1303.3	188.8	106.0	67.8	16.0	18.9	153.5	22.9	32.4	606.3
VI	4786.4	3065.1	91.8	10.1	26.1	62.3	7.3	10.7	8059.8	3345.7	320.1	109.9	15.3	38.0	215.1	26.9	71.9	4142.9
VII	3049.7	1116.4	79.1	10.1	34.1	57.1	12.2	20.3	4379.0	2273.7	663.4	116.9	12.4	58.7	53.6	10.1	12.5	3201.3
Promedio /ciclo	1870.6	882.6	160.6	41.9	94.2	85.9	31.3	26.4	3192.8	1760.7	442.7	132.7	27.8	51.4	136.6	28.5	32.5	2612.7

PC = Parte comestible; PnC= Parte no comestible

En los pastos se utilizó el cuadrante de 1m x 1m para la realización de las 60 observaciones visuales por aparte, para determinar la composición botánica y la escala correspondiente. En las arbustivas también se aplicaron 60 observaciones visuales. Con los promedios de producción de materia seca de cada escala real y las 60 escalas visuales se realizó una regresión lineal para determinar la biomasa de la pastura y arbustivas en t ha⁻¹ (Tothill *et al.*, 1992).

Para ello se utilizó la ecuación de regresión $y = x + b$ (Mv - Mr) Donde:

y= producción estimada de materia seca por 1 m².

X= producción promedio en base seca de muestras reales de 1 a 5.

Mv= es el promedio de las muestras visuales (usando la escala de 1 a 5).

Mr= el promedio de los niveles en la escala real que va de 1 a 5; es decir, tiene el valor de 3.

b= coeficiente de regresión entre observaciones visuales y valores obtenidos para la cantidad de materia seca en las muestras reales tomadas

Calidad nutritiva del forraje en oferta (PC). Para estimar la proteína cruda (PC) de los pastos y arbustivas, se trituraron las muestras secas en molino Wiley, con tamaño de partículas de 1 mm, determinando por el método de referencia de Kjeldhal el contenido de proteína (6,25 x N) (Bateman 1970, Romero 1997, Verdecia *et al.* 2014). Esto se realizó en el laboratorio de suelos y agua de la Universidad Internacional de Agricultura y Ganadería.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En promedio, durante el período de estudio la biomasa forrajera disponible total de los pastos asociado con las leguminosas arbóreas, la pastura *P. maximum cv Tanzania* (3.1 t MS ha⁻¹) fue superior en más del 22% a la pastura *H. rufa*. Este dato es similar a lo encontrado por Lara (2005) quien estimó 3.47 t MS ha⁻¹ a los 42 días como monocultivo. Es importante señalar que después del pastoreo se observó mayor cantidad de material no comestible en *H. rufa* que en *P. maximum*, debido a que los animales consumen durante el pastoreo este tipo de material compuesto en su mayoría por hojas y que en *H. rufa* corresponde a tallos (cuadro 2).

En la época seca, el promedio de biomasa forrajera total de las pasturas en *P. maximum cv Tanzania* fue de 1.2 t MS ha⁻¹ superior en más del 4% a la pastura de *H. rufa*, este dato es similar a lo estimado por Verdecia *et al* (2001) quien determinó 1.02 t MS ha⁻¹ en condición de monocultivo durante la época seca. Al comparar la parte comestible de ambos pastos *P. maximum cv Tanzania* supera en un 42.8% a *H. rufa*.

Al comparar la cantidad de fitomasa de la parte no comestible respecto a la fitomasa total de los pasto en ambas épocas, se encontró que *P. maximum cv Tanzania* pasó de 31.48% en invierno a 36.48% en verano y en el caso de *H. rufa* de 16.14% a 22.14%; en las dos pasturas se muestra

ALIMENTACIÓN ANIMAL

un ligero aumento de 5 y 6% respectivamente. Con base a lo anterior se demuestra, por diferencia, que la parte comestible en *H. rufa* fue mayor que *P. maximum cv Tanzania* (cuadro 2).

Durante el periodo lluvioso, la disponibilidad de biomasa total promedio del asocio *P. maximum cv Tanzania* con leguminosas arbóreas fue de 4,6 t MS ha⁻¹ superando en más del 23% a *H. rufa*. Este dato coincide con lo planteado por Verdacea et al (2008) quien estimó, en este mismo periodo 3.4 t MS h⁻¹. Durante el periodo seco, los pastos en ambas asociaciones experimentaron una reducción en la disponibilidad de biomasa (*H. rufa* 65% y *P. maximum cv Tanzania* 71%) respecto a la época lluviosa (cuadro 2).

En relación a la cantidad promedio de biomasa total de las leguminosas arbóreas aportada al sistema en los siete ciclos de pastoreo, *L. leucocephala* superó en la pastura *Tanzania* (296.7 kg de MS ha⁻¹) en más del 106% y en *H. rufa* (211.9 kg de MS ha⁻¹) en un 7.2% a *G. sepium*. Considerando que es un aporte complementario la biomasa de la leguminosa arbórea, la cantidad estimada promedio es inferior a los reportados por otro estudios de bloques compactos de leucaena donde se estima hasta una disponibilidad de 1795.98 kg de MS ha⁻¹ corte-1 con frecuencia de corte de 49 días y con riego (González et al., 2003).

En relación a la cantidad de material aprovechable (Hojas y tallos tiernos) contenido en la biomasa total, *L. leucocephala* mantiene la misma tendencia de superioridad en la pastura *P. maximum cv Tanzania* con 72.8% más que *G. sepium*, pero en la pastura *H. rufa*, *G. sepium* es superior 2.8% a *L. leucocephala*. En la Pastura *H. rufa*, *L. leucocephala* también superó a *G. sepium* en porcentaje menor de 7.2%, destacando en esto, que los promedios de sobrevivencia son similares entre ambas especies, aunque en lo referido a cantidad de plantas por hectárea según diseño y distribución de las leguminosas arbóreas, *G. sepium* presentó 172 plantas más que *L. leucocephala*.

Al comparar la proporción de tallos leñosos en la biomasa total, ésta varió de acuerdo a la época y sitio de pastura. Para el caso de *L. leucocephala*, en la pastura *P. maximum cv Tanzania*, ésta pasó de 30,7% en época lluviosa a 32,1% en la época seca, mientras que *G. sepium* pasó de 7,7% a 21.6%. Igual comportamiento se obtuvo en la pastura *H. rufa* donde *L. leucocephala* pasó de 21.6% a 25.6% y *G. sepium* de 14.6% a 17.5% en los periodos respectivos. Estos datos difieren a lo estimado por Toral et al., (2006) quien encontró que ambas leguminosas obtuvieron más del 40% en tallos leñosos en ambas épocas en plantaciones con 1 año de establecimiento (cuadro 2).

El aporte potencial de la biomasa aprovechable (hojas + tallos tiernos) de las leguminosas arbóreas en ambas pasturas osciló entre el 14 y el 15%. En la pastura *P. maximum cv Tanzania*, *L. leucocephala* aportó el 9.25% y *G. sepium* 5.35% para un total del 14.6% y en *H. rufa*, *L. leucocephala* aportó el 7.69% y *G. sepium* el 7.91% para un total de 15.61%. En promedio *L. leucocephala* en las dos pasturas registró un total de 1149 plantas ha⁻¹ que equivale a un 52% de sobrevivencia y *G. sepium* 1 204 plantas ha⁻¹ y una sobrevivencia de 46.5% (cuadro 2).

Altura, diámetro de macolla de los pastos *H. rufa* y *P. maximum cv Tanzania*. Durante el periodo de estudio la pastura *H. rufa* presentó la mayor altura promedio de la macolla con 95,4 cm, superando en más de 11% a *P. maximum cv Tanzania*. Lara (2005) determinó una altura en *P. maximum cv Tanzania* a los 84 días de establecido de 96 cm, siendo menor en comparación con los otros pastos de ese estudio. No obstante, este pasto superó en diámetro de macolla en más de 16,5% respectivamente a *H. rufa* (cuadro 3).

Cuadro 3. Altura y diámetro de macolla

Ciclo de Pastoreo	Fecha	Pastura <i>H. rufa</i>			Pastura <i>P. maximum cv Tanzania</i>			
		DD (días)	Altura (cm)	D. macolla (cm)	Fecha	DD (días)	Altura (cm)	D. macolla (cm)
I	17/09/09	48	56.5	62.0	21/09/09	50	69.5	65.4
II	11/11/09	51	207.8	77.1	12/11/09	48	108.6	98.6
III	27/01/10	46	68.2	50.9	28/01/10	48	38.5	71.7
IV	18/03/10	48	49.4	40.2	19/03/10	49	35.1	51.4
V	11/05/10	53	42.8	48.1	12/05/10	53	39.6	60.6
VI	07/07/10	51	110.2	89.2	07/07/10	52	160.5	100.4
VII	31/08/10	48	132.7	99.5	31/08/10	49	144.4	95.5
Promedio / ciclo		49.3	95.4	66.7		49.9	85.2	77.7

DD = Días de Descanso; D. macolla = Diámetro de macolla

Composición botánica de las pasturas *H. rufa* y *P. maximum cv Tanzania*. En relación a la cobertura de pasto estimado con base a la cobertura vegetal y la composición botánica (cuadro 4) *P. maximum cv Tanzania* superó en más del 8% a *H. rufa*, lo cual incidió en una menor presencia de otras especies en particular las arvenses de hojas anchas que en promedio presentó 2,3% en la composición botánica de esta pastura.

La composición botánica en ambas pasturas se mantuvo estable durante el período de la evaluación, las variaciones encontradas son consecuencias del cambio de la época seca a la época lluviosa. *H. rufa* en promedio pasó de 58.5% en la época seca a 36.7% en la época lluviosa; la altura y diámetro de la macolla se redujo en 137 y 76.5% respectivamente en la misma época. En tanto *P. maximum cv Tanzania* su cobertura vegetal registró 79,1% en la época lluviosa y 37.8% en la época seca. Por consiguiente la altura y diámetro de macolla se redujo en 220.2 y 47.1% respectivamente en la época lluviosa. Los días de descanso fueron similares en las pasturas, el período de recuperación del pasto se determinó con base a las características del crecimiento de las macollas (cuadro 4).

ALIMENTACIÓN ANIMAL

Cuadro 4. Composición botánica

Ciclo / Pastoreo	% Cob. vegetal	Pastura <i>H. rufa</i>					% Cob. pasto	% Cob. vegetal	Pastura <i>P. maximum cv Tanzania</i>					% Cob. pasto
		Composición botánica (%)							Composición botánica (%)					
		Pasto	Hoja ancha	Otros pastos	Ciperáceas	Total			Pasto	Hoja ancha	Otros pastos	Total		
I	56.3	78.6	17.2	4.1	0.0	100	44.3	56.4	96.6	2.7	0.8	100	54.4	
II	87.9	88.3	11.4	0.4	0.0	100	77.6	76.2	98.8	1.2	0.0	100	58.1	
III	50.3	76.0	20.0	4.0	0.0	100	38.2	31.8	98.9	0.9	0.2	100	31.5	
IV	28.4	91.9	7.8	0.3	0.0	100	26.1	29.3	98.1	1.9	0.0	100	28.7	
V	31.5	92.0	8.0	0.0	0.0	100	29.0	52.3	95.8	4.2	0.0	100	50.1	
VI	97.8	91.7	7.2	1.1	0.0	100	89.7	97.4	90.3	3.5	6.2	100	88.0	
VII	89.7	87.8	12.1	0.0	0.1	100	78.8	86.5	97.8	1.6	0.6	100	85.0	
Media	63.2	86.8	11.9	1.3	0.0	100	54.8	61.4	96.6	2.3	1.1	100	59.3	

DD = Días de descanso, Cob = Cobertura.

Contenido de PC en pastos. En el contenido de PC en la biomasa de los pastos, *P. maximum cv Tanzania* presentó los mayores valores en las cuatro evaluaciones tanto en la parte comestible y no comestible, superando en promedio en más del 34% y 2.3% a *H. rufa* respectivamente, aunque en este último dato no hay diferencia estadística (cuadro 5). Estos datos son similares a los encontrados por Ramos de Oliveira *et al.*, (2013) quienes estimaron a los 75 días después del trasplante un valor de PC de 6.25% en toda la biomasa aérea de la planta.

Cuadro 5. Contenido de proteína cruda en biomasa de los pastos

Pastoreo	Fecha	<i>H. rufa</i>		<i>P. maximum cv Tanzania</i>	
		PC	PnC	PC	PnC
I	17 y 18/09/09	8.3 a	4.0 a	14.9 b	4.8 a
II	09 y 11/11/09	8.7 a	5.1 a	7.4 a	4.1 a
III	27 y 28/01/10	5.3 a	4.6 a	7.3 b	4.3 a
IV	18 y 19/03/10	4.1 a	3.0 a	6.2 b	4.0 b
Promedio		6.6 a	4.2 a	8.9 b	4.3 a

PC=Parte comestible, PnC = Parte no comestible

Letras distintas indican diferencias significativas, según LSD-Fischer ($p \leq 0,05$).

En relación al efecto de la época sobre el contenido de la proteína cruda *H. rufa* su valor proteico fue superior en la época lluviosa con relación a la seca en más del 80% en la parte comestible y 98% en la parte no comestible, la misma tendencia presentó *P. maximum cv Tanzania* en la parte comestible (63.9%) donde la diferencia fue más marcada que en la parte no comestibles (7.2%), aunque con menor diferencia porcentual en relación a *H. rufa*.

Contenido de PC en leguminosas arbóreas. *L. leucocephala* presentó los mayores valores de PC en las hojas en las cuatro evaluaciones superando en más del 13 y 18 % a *G. sepium* en la pastura *P. maximum cv Tanzania* e *H. rufa* respectivamente; en

relación al contenido de PC en los tallos tiernos sucede lo contrario, en la pastura *H. rufa* la *L. leucocephala* contiene 4% más de PC que *G. sepium*, sin embargo esta tendencia es diferente en la pastura *P. maximum cv Tanzania* (cuadro 6). Datos estimados por Wencomo (2012) en la biomasa forrajera de *L. leucocephala* son similares a este estudio, en la época lluviosa estimó 25.96% PC y en la época seca un 23.96% de PC.

El contenido de PC de las hojas fue mayor al de los tallos tiernos en las dos leguminosas arbóreas, para el caso de *L. leucocephala* tanto en la pastura *H. rufa* y *P. maximum cv Tanzania*, el valor de la PC de las hojas superó a los tallos tiernos en más de 105 y 116% respectivamente y para *G. sepium* esta diferencia fue de 81% en *H. rufa* y 70% en *P. maximum cv Tanzania* (cuadro 6).

El contenido de PC en ambas leguminosas varió conforme la época. Para *L. leucocephala* en la época lluviosa fue superior en más del 9% en las hojas y 32.7% en los tallos tiernos en la Pastura *H. rufa* respecto a la época seca, y en la pastura *P. maximum cv Tanzania* correspondió a un 19.8 y 50% en hojas y los tallos tiernos respectivamente; esta misma tendencia se observó en *G. sepium* en ambas pasturas. Esta tendencia coincide con lo planteado por Verdecia *et al.*, (2014) y Wencomo (2012) quienes afirman que durante la época lluviosa la PC es mayor en relación a la época de poca lluvia (cuadro 6).

Cuadro 6. Contenido de proteína cruda en biomasa de los pastos

Pastoreo	Fecha	Pastura <i>H. rufa</i>				Pastura <i>P. maximum cv Tanzania</i>			
		<i>L. leucocephala</i>		<i>G. sepium</i>		<i>L. leucocephala</i>		<i>G. sepium</i>	
		Hojas	Tallos tiernos	Hojas	Tallos tiernos	Hojas	Tallos tiernos	Hojas	Tallos tiernos
I	17 y 18/09/09	25.9 a	14.8 a	23.3 a	14.9 a	26.6 b	14.8 a	20.5 a	14.5 a
II	09 y 11/11/09	26.2 a	12.8 a	24.6 a	13.9 a	25.4 a	11.5 a	26.6 a	15.6 b
III	27 y 28/01/10	26.1 b	10.2 a	19.0 a	9.8 a	22.1 b	8.0 a	18.9 a	8.8 a
IV	18 y 19/03/10	21.5 a	10.6 a	17.5 a	7.7 a	21.3 b	9.6 a	17.7 a	10.3 a
Promedio		24.9 b	12.1 a	21.1 a	11.6 a	23.8 b	11.0 a	20.9 a	12.3 a

Letras distintas indican diferencias significativas, según LSD-Fischer ($p \leq 0,05$).

CONCLUSIONES

Hyparrhenia rufa en este estudio alcanzó mayor altura promedio que *Panicum maximum cv Tanzania*, sin embargo esta última tiene mayor diámetro de macollas.

La cobertura vegetal de *Panicum maximum cv Tanzania*, según composición botánica, fue más alta que *Hyparrhenia rufa*, característica que le permitió tener menos presencia de otras especies (arvenses).

La inclusión de las leguminosas en el área de los pastos (28 a 30%) permite mejorar de forma complementaria la disponibilidad de biomasa en las pasturas.

La disponibilidad de biomasa promedio de *Panicum maximum cv Tanzania*, fue superior a *Hyparrhenia rufa* en las dos épocas. Es importante mencionar que la parte no comestible (hojas secas y tallos lignificados) de este mismo pasto durante la época seca tiende a ser más consumida durante el pastoreo por los animales.

Leucaena leucocephala en asocio con *Panicum maximum cv Tanzania e Hyparrhenia rufa* presentó los valores más altos en biomasa y contenido de proteína cruda que *Gliricidia sepium* en esta misma asociación.

El contenido de la proteína cruda en los componentes del sistema varió según la época del año, denotándose mayores valores en la época lluviosa con respecto a la seca. En las partes comestibles de los pastos el contenido de proteína cruda fue mayor y en las leguminosas arbóreas el mayor valor se registró en las hojas.

Panicum maximum cv Tanzania y *Leucaena leucocephala* presentaron los mayores valores en biomasa y proteína cruda en el sistema silvopastoril “pastura en callejones”.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Giraldo, L; Bolívar D. 1999. Evaluación de un sistema silvopastoril de Acacia decurrens asociada con pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*), en clima frío de Colombia. In Congreso Latinoamericano de agroforestería para la producción animal sostenible. 1ra Ed. 1999, Cali, Colombia. Memorias (en línea). Consultado el 23 de abr. de 2005. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/redagrofor/memorias99/Memorias.htm>
- Hargreaves, JN; Kerr, JD. 1992. BOTANAL-A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. 2. Computational package. Tropical Agronomy Technical Memorandum No. 79. CSIRO, Canberra, Australia. 83 p.
- Haydock, KP; Shaw, NH. 1975. The comparative method for estimating dry matter yield pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandary. 15:169-171.
- INETER (Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales). S.f. Característica del clima de Nicaragua. Normas históricas–altas climático: 1971 -2000. (en línea). Consultado 20 oct. 2015. Disponible en <http://webserver2.ineter.gob.ni/Direcciones/meteorologia/clima%20nic/caracteristicasdelclima.html>
- McDowell, LR; Conrad, JH; Ellis, GL; Loosli, JK. 1984. Minerales para rumiantes en pastoreo en regiones tropicales. Departamento de Ciencia Animal Centro Animal, Centro de Agricultura Tropical, Universidad de Florida, Gainesville y La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional. 90 p.
- Morales, J; Quemé, JS; Melgar, M. 2009. InfoStat, Manual de uso: Ejemplo de los principales métodos estadísticos utilizados en la industria cañera. Centro guatemalteco de investigación y capacitación de la caña de azúcar (CENGICANA). Santa Lucía de Cotz. 48 p.
- Pezo, D; Ibrahim, M. 1999. Sistemas silvopastoriles: Módulo de enseñanza agroforestal N° 2. 2da edición. Turrialba, CR. CATIE/GTZ. 275 p.
- Ramos de Oliveira, FL; Alves, MV; Soares RM; Tuffi SL; Faria de Oliveira, NJ; Castro, GI. 2013.
- Romero, N. 1997. Métodos de análisis para la determinación de nitrógeno y constituyentes nitrogenados en alimentos (Capítulo 15). In Producción y manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. FAO, Roma, IT. 356 p.
- Salas, JB. 1993. Árboles de Nicaragua. Managua, Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA). 390 p.
- Spain, J.M; Gualdrón, R. 1991. Degradación y rehabilitación de pastures. In. Lascano, C:E; Spain, eds. Establecimiento y renovación de pastures, In. VI Reunión del Comité Asesor de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales (RIEPT). Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 283 p.
- Stocking, M; Murnaghan, N. 2001. Handbook for the field assessment of land degradation. Earthscan Publications Ltd. Londres
- Szott, L; Ibrahim, M; Beer, J. 2000. The hamburger connection hangover: cattle, pasture land use in Central America. Turrialba, Costa Rica. 71p.
- Toral, O; Iglesias, J; Reino, J. 2006. Comportamiento de germoplasma arbóreo forrajero en condiciones de Cuba. Estación experimental de pasto y faorraje Indio Hatuey Central España Republicana CP 44280. Matanza, Cuba.
- Tothill, JC; Hargreaves, JNG; Jones, RM; McDonald, CK. 1992. A comprehensive sampling and computing procedure for estimating pasture yield and composition. Queensland, Australia, CSIRO. 23 p.
- Verdecia, ADM; Herrera, GRS; Ramírez, JL; Acosta, IL; Bodas R, R; Lorente, SA; Giráldez GFJ. 2014. Caracterización bromatológica de seis especies forrajeras en el Valle del Cauto, Cuba. Avances en Investigación Agropecuaria. 2014. 18(3): 75-90.
- Wencomo, H. 2012. Comportamiento de la disponibilidad de biomasa y la composición química en 23 accesiones de *Leucaena spp.* Matanza, Cuba. 15 p.