



Efecto de la edad de corte y la época del año sobre el rendimiento y calidad de *Brachiaria brizantha*

(A. Rich.) Staff en Yucatán, México

Effect of cutting interval and season on forage yield and chemical composition of *Brachiaria brizantha*

(A. Rich.) Staff in Yucatan, Mexico

Merlo-Maydana Flavio Eudaldo*, Ramírez-Avilés Luis, Ayala-Burgos Armin Javier, Ku-Vera Juan Carlos

Datos del Artículo

Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Yucatán Carretera Mérida-Xmatkuil Km 15.5, CP. 97100 Mérida, Yucatán México

*Dirección de contacto:

Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Pública El Alto. Km 25, Carretera Internacional La Paz - Desaguadero. La Paz - Estado Plurinacional de Bolivia. Tel +591-73253351.

Flavio Eulalio Merlo Maydana.
E-mail address :
merlamaydana@hotmail.com

Palabras clave:

Brizantha,
edad,
tasa de crecimiento.

J. Selva Andina Anim Sci.
2017; 4(2):116-127.

Historial del artículo.

Recibido abril, 2017.
Devuelto junio 2017.
Aceptado septiembre, 2017.
Disponibles en línea, octubre, 2017.

Editado por:
**Selva Andina
Research Society**

Key words:

Brizantha,
age,
growth rate.

Resumen

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la tasa de crecimiento, rendimiento, y calidad (composición química y proporción hoja y tallo) de *Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Staff a ocho edades (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 semanas) y tres épocas (secas, lluvias y nortes). Se utilizó un diseño de parcelas divididas completamente al azar en pastizal de *B. brizantha* de aproximadamente 8 años de edad, donde la parcela principal fue la época y la sub-parcela la edad. Se encontró que, el rendimiento, la tasa de crecimiento y proporción de hoja fueron diferentes entre épocas, edad e interacción época por edad ($P<0.05$). El mayor rendimiento y tasa de crecimiento fue de 3.78 t MS ha⁻¹ y 121.6 kg MS ha⁻¹ día⁻¹ registrados en la época de lluvias a 8 semanas, mientras que, el menor rendimiento y tasa de crecimiento fue: 0.02 t MS ha⁻¹ y 2.28 kg MS ha⁻¹ día⁻¹, en la época de nortes a una semana. La proporción de hojas disminuyó de 81, 90 y 91% para la primera semana hasta 77, 63, 76% a la octava semana para la época seca, lluvia y nortes respectivamente. Conforme avanzó la edad de *B. brizantha*, el contenido de PC se reduce y el contenido de fibra se incrementa en todas las épocas. Sin embargo, en las épocas de secas y de nortes, la PC se mantuvo arriba del 7 % en todas las edades de corte en comparación con la época de lluvias en la cual la PC es menor al 7% a partir de la sexta semana. Se concluye que conforme avanza la edad de *B. brizantha* el rendimiento de forraje se incrementa mientras que su calidad se reduce en las tres épocas evaluadas.

© 2017. Journal of the Selva Andina Animal Science. Bolivia. Todos los derechos reservados.

Abstract

The present study was aimed to evaluate the effect of eight cutting intervals (*i.e.* 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 and 8 weeks) and three seasons (*i.e.* dry, rainy and late-rainy seasons) on *Brachiaria brizantha* growth rate, forage yield and chemical composition. Treatments were arranged as a split plots within a completely randomized design on an eight-year old *B. brizantha* pasture. It was found that, forage yield, growth rate and leaf proportion were affected ($P<0.05$) by season, cutting interval and their interaction. The greater yield and the highest growth rate, 3.78 t DM ha⁻¹ and 121.6 kg DM ha⁻¹ day⁻¹, were registered in the rainy season at the eight-weeks cutting interval. The lowest forage yield and growth rate, 0.02 t DM ha⁻¹ and 2.28 kg DM ha⁻¹ day⁻¹, were recorded at one-week cutting interval in the late-rainy season. The extreme values of leaf percentage, 81, 77 and 90, and 63, 91 and 76, were found at one-week and eight-week cutting intervals for the dry, rainy and late-rainy seasons, respectively. In the rainy season, crude protein (CP) was reduced 0.96% per week starting from the five-week cutting interval. However, in the dry and late-rainy seasons, CP was maintained above 7 % at all cutting intervals. Nevertheless, contents of CP were reduced and fibre increased at the longest cutting intervals, except the lignin content which was not affected neither by the cutting intervals nor the season evaluated.

© 2017. Journal of the Selva Andina Animal Science. Bolivia. All rights reserved.

Introducción

En las regiones tropicales, la alimentación de los bovinos se basa principalmente en gramíneas forrajeras. En México, entre las especies forrajeras de mayor importancia figuran las del género *Brachiaria*, las cuales cubren aproximadamente el 6.5 % de la superficie total de pasturas sembradas en la región tropical. Dentro de las especies de este género, destaca *B. brizantha* (Holmann *et al.* 2005).

Entre las cualidades de *B. brizantha* sobresalen su resistencia al salivazo (Lascano *et al.* 2002) y su adaptación a suelos ácidos de baja a mediana fertilidad, e inundaciones temporales (Guevara *et al.* 2002). Sin embargo, la cantidad y calidad de forraje de esta especie, al igual que las otras las gramíneas forrajeras tropicales, dependen de diferentes factores, los cuales pueden ser inherentes al ambiente y/o a la especie (Juárez-Hernández & Bolaños-Aguilar 2007).

Se ha encontrado que el rendimiento de esta especie forrajera varía de 0.3 a 13.5 t MS ha⁻¹, conforme a la edad de crecimiento (Nunes *et al.* 1985, Borges *et al.* 2002). Con relación a la composición química, se reporta para dicha especie valores de proteína cruda (PC) que oscilan de 8.9 % a 18.6 %, de fibra detergente neutro de 57.9 % a 72.7 %, los cuales también son influenciados por la edad de la planta (Batista de Andrade *et al.* 1994, Soares Filho *et al.* 2002).

Esta gramínea concentra la mayor parte de la producción de MS durante el período de lluvias. Sin embargo, existe escasa información en la literatura científica con relación a su comportamiento en otras épocas. Es probable que resulte deficiente en calidad y rendimiento durante las épocas de secas y de nortes, aspectos que requieren ser investigados para diseñar esquemas de manejo del recurso forrajero

para la alimentación de los animales a lo largo del año.

Uno de los factores que influyen decisivamente en la productividad de una especie forrajera, particularmente en gramíneas forrajeras tropicales, es la edad a la que es sometida a defoliación (corte o pastoreo). Generalmente, un intervalo largo entre defoliaciones podría ser desventajoso para el sistema productivo, ya que existe mayor acumulación de material fibroso, disminución del valor nutritivo del forraje y, consecuentemente, un consumo voluntario menor. Por otro lado, las defoliaciones muy frecuentes reducen el rendimiento de forraje así como las reservas de la planta y, en consecuencia, afectan al potencial de rebrote (Costa *et al.* 2007).

La edad de la planta en el momento de la defoliación debe representar un punto de equilibrio entre el valor nutritivo y el rendimiento de MS, en virtud de que al aumentar la edad de la planta se incrementa el rendimiento de MS, pero el valor nutritivo disminuye (Van Soest 1994, Corrèa & Pott 2001).

En el trópico de México, con base en la distribución de la precipitación pluvial, evaporación, humedad relativa, nubosidad y temperatura a lo largo del año, se han caracterizado tres épocas: secas (marzo a mayo), lluvias (junio a octubre) y nortes (noviembre a febrero) (Juárez-Hernández & Bolaños-Aguilar 2007).

Teniendo en cuenta la variación climática (distribución de la precipitación, cambios en la temperatura ambiental) a lo largo del año en Yucatán, México, el presente trabajo tiene el objetivo de evaluar el rendimiento y composición química de *B. brizantha* a diferentes edades y épocas en el sureste de Yucatán, México.

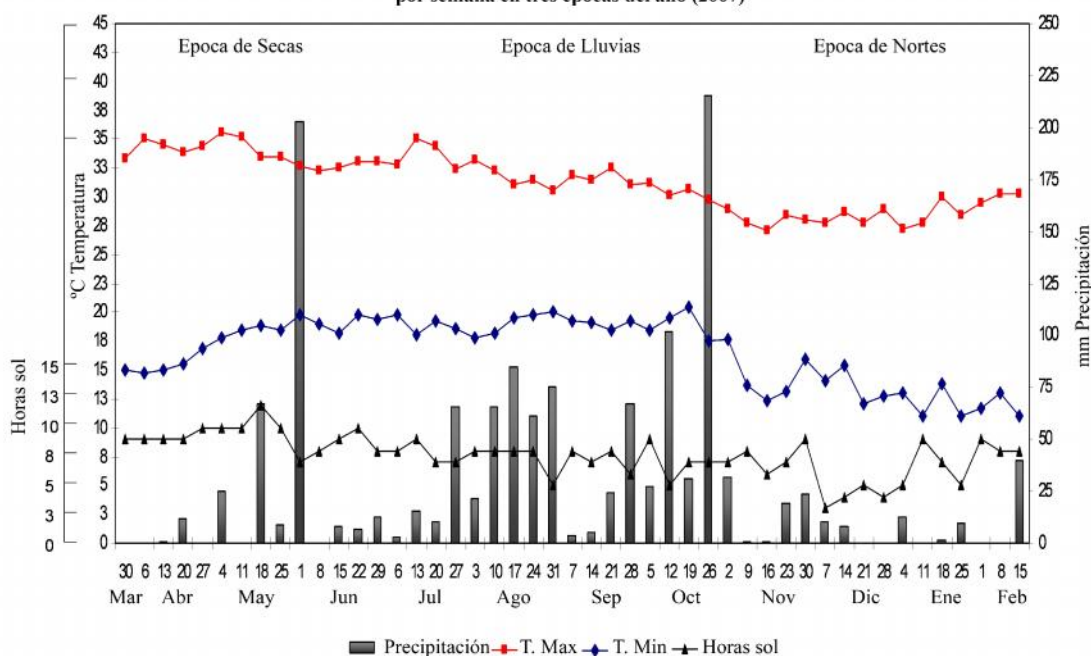
Materiales y métodos

Localización, clima y suelo del sitio experimental.

El estudio se realizó en el rancho “Kakalná” del municipio de Tzucacab, ubicado en la zona sureste de México, a 36 m s.n.m., 20° 04' 14.3'' Latitud N y 89° 02' 37.5'' Longitud W. El clima en esta zona se caracteriza por ser cálido sub-húmedo con lluvias en verano, con una temperatura promedio anual de

27 °C y temperaturas máxima y mínima promedio de 31.3 y 16.8 °C y precipitación pluvial promedio anual de 1065 mm (Figura 1). Se utilizó pastizal de *B. brizantha* de aproximadamente 8 años de edad, establecidas en suelos franco arcilloso, con pH de 7.5, con 0.4 % de N, 4197.0 ppm de P₂O₅, 1097.2 ppm de K y 10.1 % de materia orgánica (MO), en los primeros 20 cm de profundidad.

Figura 1 Promedio semanal de temperaturas máximas, mínimas, horas sol y precipitación acumulada por semana en tres épocas del año (2007)



Tratamientos y diseño experimental. Se evaluaron ocho edades del pasto (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 y 8 semanas) en las tres épocas del año. El primer corte se realizó el 4 de abril y la cosecha en 2 de junio de 2007 en la época de secas, en la época de lluvias el inicio del corte fue 7 de julio y la cosecha el 8 de septiembre de 2007, y en la época de nortes el primer corte se realizó el 10 noviembre 2007 y la cosecha fue el 5 de enero 2008. Se utilizó un arreglo de parcelas divididas en un diseño completamente al azar con cuatro réplicas, con parcelas principales de 12 x 8 m, y sub-parcelas de 3 x 4 m (con un área útil

de 2 x 3 m). Una vez trazadas las parcelas en campo, se asignaron, en forma aleatoria, las épocas a las parcelas principales, y las edades de corte a las sub-parcelas. El modelo lineal aditivo fue:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + E_a + \beta_j + (\beta)_{ij} + E_b$$

Manejo experimental. Previo al inicio del estudio, toda el área (potrero de aproximadamente ½ ha) fue pastoreada con bovinos adultos (n=20) durante tres días para homogenizar el área. Posteriormente, a las 4 semanas aproximadamente, se realizaron sema-

nalmente, de forma retrogresiva, cortes de uniformización de acuerdo con la edad asignada a cada parcela, es decir se inició con el corte de uniformización de las parcelas asignadas con la edad más avanzada (8 semanas), hasta finalizar con las parcelas de 1 semana de edad. Una semana después de haber cortado la parcela correspondiente a la edad de defoliación de una semana, se cosechó, el mismo día, el forraje, dentro del área útil, de todas las sub-parcelas (edades de corte) en cada época. Tanto la cosecha del forraje como el corte de uniformización se efectuaron a una altura de 2 cm del nivel del suelo en forma manual. El forraje cosechado fue pesado en fresco, y se le extrajeron dos sub-muestras para determinar contenido de materia seca (MS), composición química y la proporción de hoja y tallo. Posteriormente, todas las muestras fueron secadas en una estufa de aire forzado a una temperatura de 60 °C durante 72 horas, pesadas, procesadas en un molino de martillo a un tamaño de partícula de 3 mm y analizadas en su contenido de: PC, FDN, FDA, lignina y MO. La composición química se realizó a partir de una sub-muestra general en cada edad y época (AOAC 1980, Van Soest 1994). Una vez teniendo los datos de peso fresco (área útil) y peso de MS se llevó a t MS ha⁻¹ en las diferentes edades y épocas.

Análisis estadísticos. Antes de realizar el análisis estadístico se realizó la prueba Colmogorow-Smirnov (1939) y grafico de residuos vs edad (en cada variable) para comprobar la normalidad de los datos, (se transformó los valores de tasa de crecimiento en base a raíz cúbica), posteriormente se realizó un análisis de varianza del efecto de la edad y la época sobre el rendimiento de MS, la tasa de crecimiento y la proporción de hoja y tallo utilizando PROC MIXED de SAS 9.1; así como contraste

de medias a través de la prueba de Tukey (P<0.05) y para comparaciones dentro de épocas (opción SLICE en PROC MIXED de SAS 2004). De la información de rendimiento de las edades de corte, se derivaron ecuaciones de predicción. De la información de composición química se generaron ecuaciones que describan con la edad de acuerdo a la R², R² ajustada y el valor de P de la regresión.

Resultados

Rendimiento de forraje. El rendimiento de forraje fue afectado (P<0.05) por la época, la edad y la interacción época por edad (Tabla 1). La amplitud del rendimiento promedio fluctuó de 0.51 a 1.54 t MS ha⁻¹, en las épocas de nortes y de lluvias, respectivamente.

Las ecuaciones que describe el rendimiento con la edad se observa en el Tabla 2. En general, el rendimiento de forraje fue mayor en la época de lluvias que en las épocas de secas y nortes.

Composición química del forraje. En el Tabla 3, se presenta la composición química del forraje de *B. brizantha* para las ocho edades de rebrote, correspondientes a las épocas secas, lluvias y nortes. En las tres épocas, la PC se redujo conforme avanzó la edad de la planta; aunque en la época de lluvias la reducción fue más drástica, (73 %) que en las épocas de secas (34 %) y de nortes (57 %), de una a 8 semanas de crecimiento, la cual fue inverso al rendimiento de MS en las tres épocas, las ecuaciones que describen las disminuciones de PC se observan en el Tabla 3.

Tabla 1 Rendimiento (t MS ha⁻¹) de *B. brizantha* a diferentes edades durante las épocas de secas, lluvias y nortes, en Yucatán, México

Edad Semanas	Época			Media
	Secas	Lluvias	Nortes	
1	0.14a	0.03a	0.02a	0.06a
2	0.78b	0.13a	0.06a	0.33b
3	1.12bc	0.49b	0.13a	0.58c
4	1.33c	0.88c	0.34ab	0.85d
5	1.38cd	1.68d	0.52bc	1.19e
6	1.73de	2.40e	0.79cd	1.64f
7	1.86e	2.92f	1.06de	1.95g
8	2.07e	3.78g	1.14e	2.34h
Media	1.30B(0.112)	1.54C(0.236)	0.51A(0.076)	1.12(0.101)

A, B, C: Medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes (Tukey 0.05) a, b, c, d, e, f, g, h: Medias con letras diferentes entre filas son estadísticamente diferentes (Tukey 0.05. Media (Error estándar)

Tabla 2 Ecuaciones de estimación de rendimiento de *B. brizantha* en diferentes épocas

Épocas	Ecuación de estimación	R ²	R ² ajust	P
Secas	$y = -0.0239 \pm 0.009x^2 + 0.4621 \pm 0.089x - 0.1661 \pm 0.17$	97	95	0.002
Lluvias	$y = 0.0491 \pm 0.01x^2 + 0.1143 \pm 0.092x - 0.228 \pm 0.18$	99	99	0.0001
Nortes	$y = 0.0129 \pm 0.006x^2 + 0.0627 \pm 0.051x - 0.1055 \pm 0.10$	98	97	0.0021

P = Valor de la superficie de respuesta

Tabla 3 Composición química (%) de *B. brizantha* a diferentes edades durante las épocas de secas, lluvias y nortes, en Yucatán, México

Época	Edad	MO	PC	FDN	FDA	Lig.
Secas	1	87.1	14.4	59.3	29.9	3.6
	2	88.2	12.9	61.8	31.4	4.6
	3	88.7	11.0	63.8	31.9	4.5
	4	89.5	10.0	67.2	33.8	4.4
	5	89.2	8.5	65.9	31.7	4.0
	6	89.5	9.6	67.9	33.7	4.3
	7	90.1	7.9	67.7	34.2	4.2
	8	90.1	9.5	68.3	34.9	4.6
	Media	89.1 (0.36)	10.5 (0.78)	65.2 (1.16)	32.7(0.60)	4.3(0.12)
Lluvias	1	80.5	20.9	52.8	32.0	6.1
	2	80.5	18.4	54.8	32.5	6.5
	3	82.0	13.5	63.5	36.4	6.6
	4	82.7	10.6	64.3	37.3	5.8
	5	85.5	8.3	69.4	37.9	6.5
	6	87.5	7.0	72.2	38.7	5.5
	7	88.4	6.2	74.4	40.1	5.3
	8	88.6	5.6	75.1	41.5	8.0
	Media	84.5(1.22)	11.3 (2.04)	65.8 (3.02)	37.0 (1.19)	6.3(0.30)
Nortes	1	89.2	18.2	51.8	25.3	3.8
	2	87.6	15.7	50.9	26.8	5.2
	3	89.2	13.5	56.5	29.6	6.1
	4	88.8	11.7	57.1	30.4	7.8
	5	88.9	11.1	59.8	31.3	7.2
	6	89.2	9.3	59.0	30.4	7.8
	7	89.7	8.7	62.0	32.6	8.2
	8	89.7	7.9	61.8	31.7	7.6
	Media	89.0 (0.24)	12.0 (1.27)	57.4 (1.48)	29.8 (0.88)	6.7(0.55)

Media (Error estándar)

Tabla 4 Ecuaciones de estimación de PC, FDN y FDA de *B. brizantha* en diferentes épocas

	Épocas	Ecuación de estimación	R ²	R ² ajust	P
PC	Secas	$y = 0.198 \pm 0.049x^2 - 2.566 \pm 0.45x + 16.95 \pm 0.90$	93	91	0.001
	Lluvias	$y = 0.323 \pm 0.046x^2 - 5.173 \pm 0.428x + 26.33 \pm 0.839$	99	98	0.00001
	Nortes	$y = 0.147 \pm 0.024x^2 - 2.755 \pm 0.223x + 20.66 \pm 0.43$	99	99	0.00001
FDN	Secas	$y = -0.2261 \pm 0.065 x^2 + 3.272 \pm 0.607x + 56.30 \pm 1.19$	95	93	0.001
	Lluvias	$y = -0.304 \pm 0.118x^2 + 6.131 \pm 1.09x + 45.96 \pm 2.14$	97	96	0.0001
	Nortes	$y = -0.136 \pm 0.112x^2 + 2.84 \pm 1.03x + 48.07 \pm 2.03$	91	87	0.0022
FDA	Secas	$y = 0.6226 \pm 0.128x + 29.88 \pm 0.65$	79	76	0.0029
	Lluvias	$y = -0.086 \pm 0.063x^2 + 2.119 \pm 0.58x + 29.78 \pm 1.14$	95	94	0.0004
	Nortes	$y = -0.1791 \pm 0.058x^2 + 2.53 \pm 0.54x + 23.01 \pm 1.06$	93	90	0.0012

PC: Proteína cruda, FDN: Fibra detergente neutro, FDA: Fibra detergente ácido. P = Valor de análisis de regresión

Tabla 5 Tasa de crecimiento (kg MS ha⁻¹ día⁻¹) de *B. brizantha* a diferentes edades durante tres épocas en Yucatán, México

Edad semanas	Época			Media
	Secas	Lluvias	Nortes	
1	20.6a	4.0a	2.3a	9.0a
2	91.2b	15.2a	6.1a	37.5ab
3	48.6ab	51.4a	9.5a	36.5ab
4	30.3ab	55.3a	30.9a	38.8ab
5	6.9a	113.5b	25.2a	48.5ab
6	49.4ab	103.3b	38.3a	63.7b
7	19.2a	74.9b	38.7a	44.3ab
8	29.1a	121.6b	11.7a	54.1b
Media	36.9A(8.22)	67.4C(9.08)	20.3B(3.23)	41.5(4.63)

A, B, C: Medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes (Tukey 0.05)

a, b, c, d, e: Medias con letras diferentes entre filas son estadísticamente diferentes (Tukey 0.05). Media (Error estándar).

Tabla 6 Proporción de hoja (%) de *B. brizantha* a diferentes edades durante tres épocas en Yucatán, México

Edad Semanas	Secas	Lluvias	Nortes	Media
1	81.2ab	90.0a	91.5a	87.6a
2	84.2a	86.9a	87.7ab	86.3a
3	81.7ab	86.3a	87.0ab	84.9ab
4	81.8ab	83.7a	86.7ab	84.1ab
5	81.9ab	76.7b	83.9bc	80.8bc
6	76.1bc	73.4b	80.2cd	76.6cd
7	77.9ab	67.0c	77.5de	74.1de
8	76.9bc	63.0c	75.8d	71.9e
Media	80.2AB(0.83)	78.4B(1.74)	83.8A(1.07)	80.8(0.76)

A, B: Medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes (Tukey 0.05)

a, b, c, d, e: Medias con letras diferentes entre filas son estadísticamente diferentes (Tukey 0.05).

Media (Error estándar)

Tabla 7 Proporción de tallo (%) de *B. brizantha* a diferentes edades durante tres épocas en Yucatán, México

Edad Semanas	Secas	Lluvias	Nortes	Media
1	18.8ab	10.0a	8.51a	12.44a
2	15.8a	13.1a	12.29ab	13.73a
3	18.4ab	13.7a	13.05ab	15.05ab
4	18.2ab	16.3a	13.29ab	15.93ab
5	18.1ab	23.3b	16.11bc	19.17bc
6	23.9bc	26.6b	19.84cd	23.45cd
7	22.1ab	33.0c	22.54d	25.88de
8	23.1bc	37.0c	24.24d	28.11e
Media	19.80AB(0.83)	21.63A(1.74)	16.23B(1.07)	19.22(0.76)

A, B, C: Medias con letras diferentes entre columnas son estadísticamente diferentes (Tukey 0.05)

a, b, c, d, e: Medias con letras diferentes entre filas son estadísticamente diferentes (Tukey 0.05)

Media (Error estándar)

En contraste con la concentración de PC, los contenidos de FDN se incrementaron en las tres épocas con la edad de la planta, en promedio de 54.6 %, a la edad de una semana, a 68.4 %, a la edad de ocho semanas. El incremento de la concentración de FDN en época seca fue 13 %, en época de lluvias 29 %, sin embargo en la época de nortes 16 %, estos incrementos pueden ser descritos mediante las ecuaciones en el Tabla 4.

A diferencia de la concentración de la FDN, el contenido de FDA fue numéricamente diferente entre épocas, observándose la menor concentración, 25.3 %, en la época de nortes, y la mayor en la época de lluvias, 32.0 %, a la edad de una semana, la cual se incrementó a las ocho semanas hasta 34.9 %, en la época de nortes, y a 41.5% en la época de lluvias. Las ecuaciones para predecir FDA se observan en el Tabla 4.

A diferencia de los cambios en la concentración de FDN y FDA asociados con la edad del forraje de *B. brizantha*, el contenido de lignina fue similar entre edades de corte, particularmente en la época de seca. No obstante, se observó una diferencia numérica entre épocas, encontrándose una mayor concentración en la época de lluvias y de nortes, en promedio 6.5 %, que en la época seca, 4.3 %. Asimismo, la fluctuación del contenido de lignina, asociada con la edad del forraje, fue mayor en la época de nortes, de 3.8 a 8.2 %, que en la época de lluvias, 6.1 a 8.0 %, y de secas, 3.6 a 4.6.

Tasa de crecimiento. En el Tabla 5, se aprecia que la tasa de crecimiento fue afectada ($P < 0.05$) por la época del año, por la edad del pasto y la interacción época por edad.

Proporción de hoja y tallo. La proporción de hoja (Tabla 6) y tallo (Tabla 7) fueron diferentes ($P < 0.05$) entre épocas, entre edad e interacción época por edad de crecimiento. La proporción de hoja disminuye en la medida que la edad avanza en las

tres épocas (Tabla 6). No obstante la proporción del tallo incremento con la edad en las tres épocas evaluadas (Tabla 7).

Discusión

La amplia variación en el rendimiento (Tabla 1) de forraje de *B. brizantha* encontrada en el presente estudio durante las tres épocas del año se podría asociar con la distribución de la precipitación, las temperaturas del aire y la duración de horas sol del día (Figura 1). El mayor rendimiento de forraje se obtuvo en la época de lluvias, seguido por secas y nortes, esto probablemente a mayor disponibilidad de agua en época de lluvias que fue más constante (692 mm) comparada con la registrada en la época de seca (Figura 1) donde la cantidad total de precipitación fue menor que en la época de lluvias, y mayor (316.0 mm) que en la época de nortes (156.8 mm), así como las temperaturas máximas y mínimas (33 y 18 °C en época de seca, 32 y 19 °C en época de lluvias y 28.6 y 13.7 °C en época de nortes) y la duración del fotoperiodo que pudieron haber sido la causa principal del mayor rendimiento registrado en la época de lluvias, sin embargo la época de secas tuvo un rendimiento mayor que la época de nortes, lo cual es debido a los factores señalados anteriormente. Rendimientos similares han sido reportados en Colombia en las épocas de seca (1.7 t MS ha⁻¹) y de lluvias (4.0 t MS ha⁻¹) (Lascano *et al.* 2002.)

No obstante los resultados encontrados en el presente estudio no coinciden con lo reportado por Lara & Ortega (1998) quienes encontraron, en el estado de Campeche, México, valores de 1.8, 2.9 y 4.9 t MS ha⁻¹ en las época de secas, nortes y lluvias. Esta discrepancia podría ser un efecto de la mayor precipitación en la época de seca, en la cual se incluye el mes de mayo que en ocasiones se presentan fuertes

precipitaciones, como ocurrió en el presente estudio (Figura 1).

Desde el punto de vista del rendimiento de forraje a diferentes edades de corte, la más apropiada para *B. brizantha*, bajo las condiciones del presente estudio (temporal y sin fertilización), fue a 8 semanas de crecimiento (56 días) con mayor aporte de MS, en las tres épocas (secas, lluvias y nortes). Al respecto, Lara del Rio & Ortega-Ríos (1998) reportan incrementos del rendimiento en función de la edad, con resultados de 1.4 a 4.3 t MS ha⁻¹ a 3 y 9 semanas de edad, valores que son similares al presente estudio. Además, Costa *et al.* (2007), trabajando con *B. brizantha*, verificaron que la mejor edad de corte, conciliando el rendimiento de materia seca y concentración de PC se sitúa entre 56 e 70 días de crecimiento vegetativo. La tasa de crecimiento (TC) fue influenciada por la precipitación pluvial, donde en la época seca se dio una mayor tasa de crecimiento en la segunda semana, esta probablemente esté relacionado con la disponibilidad de reservas de carbohidratos en la planta, además de la precipitación pluvial y temperatura altas, sin embargo en las épocas de lluvias y nortes se dio la mayor tasa de crecimiento a la octava y séptima semana de crecimiento, la cual posiblemente este asociado con el área foliar existente a esas edades, la cual no se midió en el presente trabajo. No obstante la tasa de crecimiento promedio entre épocas se incrementaron en el siguiente orden: lluvias > secas > nortes (Tabla 5) similar a reportes de Enríquez & Romero (1999) en el mismo género *Brachiaria* en el orden (66, 41 y 10 kg MS ha⁻¹d⁻¹) similar al encontrado en el presente trabajo (67.4, 36.9 y 20.3). Asimismo, Rika *et al.* (1990) reportan tasas de crecimiento de *B. brizantha* que fluctúan entre 35.7 a 14.8 kg MS ha⁻¹d⁻¹ en las épocas de lluvias y secas, respectivamente.

La proporción de hoja se redujo marcadamente con la edad de la planta, (Tabla 6) lo cual remarca la importancia de este factor de manejo de las pasturas tropicales (Tabla 6), en la semana quinta en la época seca y semana sexta en la época de nortes se mantuvo por encima de los 80 %, en cambio en la época de lluvias a la cuarta semana, posteriormente disminuye de manera progresiva, lo cual está asociado al rendimiento y tasa de crecimiento del pasto. No obstante los valores encontrados en el presente estudio son superiores a lo encontrado en el oriente del estado de Yucatán por Grajales (2004) quienes reportan 30.6 % de hoja comparado con 81 % en promedio observado en el presente estudio. Esta discrepancia en la proporción de hoja probablemente esté asociada con el crecimiento diferente de la pastura cuando se remueve casi la totalidad del componente foliar (hoja y tallo), como en el presente trabajo, al hecho de remover únicamente parte del forraje, como en el estudio reportado por Grajales (2004). Asimismo, Beguet & Bavera (2001) señalan que en las gramíneas de crecimiento semierecto, como en el caso de *B. brizantha*, la altura de defoliación no sólo afecta el índice de área foliar (IAF) remanente, sino que también, en caso que la intensidad de corte sea elevada (es decir el material remanente en el campo es bajo), puede afectar el nivel de reservas. Esta remoción casi total del componente aéreo, en el presente estudio, pudo influir sobre el tiempo requerido para que la planta alcance su madurez, ya que fue necesario la reconstrucción del sistema fotosintético. En consecuencia, la edad más avanzada utilizada en el presente estudio (ocho semanas) fue insuficiente para permitir a la pastura alcanzar su máximo rendimiento y presentar cambios notorios en la proporción de hoja.

Pasturas con mayor proporción de hoja son más deseables desde el punto de vista de alimentación de

rumiantes, debido a su mayor concentración de nutrientes, degradabilidad y consumo. Aunque esto se contrapone cuando se requiere rendimientos elevados de forraje.

El contenido de PC, encontrado en el presente estudio, se relacionó negativamente con la edad y el rendimiento de MS en cada época (Tabla 3), lo cual concuerda con lo reportado para *B. brizantha* por Villareal (1994), Castro *et al.* (2007). Esta disminución de la PC se atribuye a un incremento de la proporción de tallos, fracción que tiene una menor concentración de PC y la disminución de las hojas la cual a partir de 76 % parece ser el límite para la concentración de PC por sobre el 7 %. Vega-Espinoza *et al.* (2006), plantean que la disminución del contenido de PC con el aumento de la edad, se produce por la disminución de la actividad metabólica de los pastos a medida que avanza la edad de rebrote, además del incremento de paredes celulares, con esta la síntesis de compuestos proteicos disminuye en comparación con los estadios más jóvenes.

De acuerdo con lo antes mencionado, se podría sugerir para la época de lluvias la defoliación (ya sea mediante pastoreo o corte para su uso en fresco o como heno o silo) de las pasturas de *B. brizantha* a la edad entre 4 a 6 semanas (Tabla 3). No obstante, en las épocas de nortes y secas a la edad de 8 semanas, *B. brizantha* aún mantiene su contenido de PC por arriba del 7 %, la cual tiene relación con la proporción de hojas en cada época (76 %). Esta situación es importante cuando se trata de corte y/o pastoreo, aunque los rendimientos son bajos en la época de nortes. Dentro del mismo género (pasto Mulato), se ha encontrado un comportamiento similar con valores que fluctúan de 11.9 a 7.9 % de PC en época seca, de 14.6 a 9.2 % en época de lluvia, y 14.3 a 12.3 % en época de nortes de 14 a 56 días crecimiento (Juárez-Hernández & Bolaños-Aguilar

2007). Los resultados obtenidos concuerdan con los reportes de, Lascano & Euclides (1998) quienes encontraron valores de 10 a 16 % en *B. brizantha* en hojas de 6 semanas de crecimiento. En contraste, Juárez-Hernández & Bolaños-Aguilar (2007) reportan de valores de PC de 11.5, 4.8 y 1.9 % obtenidos a 7, 28 y 56 días de crecimiento en época de lluvias, valores que son inferiores al presente trabajo.

El contenido de PC de *B. brizantha* reportado en la literatura es similar a las gramíneas tropicales, en las cuales se presenta una reducción en función de la edad, rendimiento y proporciones de hoja y tallo. Igualmente, esta reducción de la PC podría estar afectada por otros factores como la humedad y fertilidad del suelo, la temperatura del aire, horas luz, y el mismo manejo ya sea en pastoreo o corte la cual influirá en la concentración de PC en los pastizales. En el presente trabajo, se observaron elevadas concentraciones de PC en las edades más tempranas, esto probablemente esté asociado con los factores ya indicados, especialmente el contenido de N en el suelo que, de acuerdo con el análisis de suelos del sitio, alcanza una concentración de 0.4%.

La concentración de FDN se incrementó a medida que el pasto maduró, independientemente de la época del año. Esto concuerda con lo reportado por Juárez-Hernández & Bolaños-Aguilar (2007), Mari *et al.* (2004). El contenido de FDN es un importante parámetro que define la calidad del forraje, ya que limita la capacidad ingestiva de los animales. La concentración de FDN representa la fracción de paredes celulares del forraje que se correlaciona más estrictamente con el consumo voluntario de los animales, siendo que valores por encima de 55 a 60 % correlacionan de manera negativa (Van Soest 1965). En el presente trabajo, los valores de FDN encontrados estuvieron por encima del valor crítico de 55 %, por lo tanto, el consumo voluntario de este

forraje en pastoreo es probable que esté limitado en las edades avanzadas.

La concentración de FDA se relacionó positivamente con el rendimiento de MS, lo cual concuerda con los resultados obtenidos por Cuadrado *et al.* (2004) quienes obtuvieron valores crecientes de 34.1 a 40.6 %, de FDA en *B. decumbens* a edades de 14 a 56 días.

El contenido de FDA es un factor importante para evaluar la digestibilidad de un alimento, en la medida que aumenta los tenores de FDA el forraje, disminuye la digestibilidad de MS. La concentración de lignina no tuvo cambios notorios con la edad de la planta, esto probablemente esté relacionado con el porcentaje bajo de tallo registrado en el presente estudio en cada edad de corte, es decir es muy probable (como se señaló anteriormente) que por el manejo impuesto a la pastura (es decir remoción casi completa del componente aéreo) que el pasto aún a las 8 semanas de edad no haya llegado a la madurez, y menos a la floración y fructificación donde la lignina se incrementa en grandes proporciones, excepto en la época de nortes donde se encontró un incremento, lo cual probablemente esté relacionado con las bajas temperaturas, y ausencia precipitaciones que posiblemente influyeron.

Se concluye que, conforme avanzó la edad de *B. brizantha*, el rendimiento de forraje se incrementa mientras que la calidad, medida a través de los contenidos de PC, FDN y FDA, se redujo en las tres épocas evaluadas. Considerando el rendimiento de MS y el contenido de la PC, se concluye que, en la época de lluvias, el corte o pastoreo debe de realizarse con mayor frecuencia (alrededor de la quinta semana de edad) en comparación con la época de seca y de nortes.

Conflictos de intereses

Los autores declaran que no existen conflictos de interés.

Agradecimientos

Se agradece a la Fundación PRODUCE por el financiamiento otorgado para la ejecución del presente trabajo. Asimismo, se agradece a la Secretaría de Relaciones Exteriores del Gobierno de México por la beca otorgada para que el primer autor realice estudios de Maestría en Producción Animal Tropical Opción Nutrición Animal, en la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Autónoma de Yucatán, México.

Literatura citada

- AOAC. Official methods for analysis, 13th Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA; 1980.
- Batista de Andrade J, Ferrari-Júnior E, Silveira-Pedreira J, Cosentino JR, Aparedida-Schammas E. Produção e qualidade dos fenos de *Brachiaria decumbens* e *Brachiaria brizantha* cv. marandu sob três frequências de corte. II. Qualidade de feno. Bol Ind Anim 1994; 51(1):55-9.
- Beguet HA, Bavera GA. Fisiología de la planta pastoreada. Producción Bovina de Carne, FAV UNRC. 2001. www.produccion-animal.com.ar Acceso 20 mayo 2008.
- Borges ALCC, Rabelo LS, Gonçalves LC. Avaliação da *Brachiaria brizantha* cv Marandu em oito idades de corte em Igarapé-MG. Teores de matéria seca, produção de matéria seca e relação folha/haste. In: Reunião da Sociedade Bra-

- sileira de Zootecnia, 39. 2002, Recife. Anais. Recife: SBZ. 2002. (CD-ROM).
- Castro GHF, Graça DS, Gonçalves LC, Mauricio RM, Rodriguez NM, Borges I. et al. Degradation and fermentation kinetics of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu at different cutting ages. *Arq Bras Med Vet Zootec* 2007;59(6): 1538-44.
- Corrêa LA, Pott EB. Silagem de capim. in: simpósio de forragicultura e pastagens - temas em evidência. Lavras. Anais. Lavras: UFLA. 2001; p 339-62.
- Costa KAP, Oliveira IP, Faquin V, Neves BP, Rodrigues C, Sampaio FMT. Intervalo de corte na produção de massa seca e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. MG-51. *Ciênc Agrotec Lavras* 2007;31(4): 1197-202.
- Cuadrado CH, Torregrosa SL, Jiménez MN. Comparación bajo pastoreo con bovinos machos de ceba de cuatro especies de gramíneas del género *Brachiaria*. *Rev MVZ Córdoba* 2004;9(2): 438-43.
- Enríquez QJ, Romero MJ. Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Brachiaria* spp. en Isla de Veracruz. *Agrociencia* 1999;3(2):141-8.
- Grajales ZR. Evaluación de la calidad nutritiva de *B. brizantha* bajo tres presiones de pastoreo, durante la época de lluvia en el oriente de Yucatán. [Tesis de Maestría]. Universidad Autónoma de Yucatán. 2004.
- Guevara E, Rodriguez T, Navarro L, Rodriguez I. Dos niveles de nitrógeno, frecuencia de pastoreo y asociación de *Centrosema brasilianum* sobre la oferta forrajera de *Brachiaria brizantha*. *Rev Cient* 2002;7(Suppl 2):569-71.
- Holmann F, Rivas L, Argel PJ, Pérez E. Impacto de la adopción de pasto *Brachiaria* Centroamérica y México. 2005. Disponible en: www.ilri.cgiar.org/htm/Adopci%C3%B3ndepastos%Brachiarica%20Mex-final.pdf. Acceso mayo 2007.
- Juárez-Hernández J, Bolaños-Aguilar ED. Protein dilution curves as an alternative for the evaluation of tropical grasses. *Universidad y Ciencia* 2007;23(1):81-90.
- Lara del Rio M, Ortega-Ríos L. Rendimiento de ocho pastos cosechados a diferentes edades de rebrote durante tres años en Escárcega, Campeche. *Rev Mex de Cienc Pecuarias* 1998;36(2): 141-50.
- Lascano C, Pérez R, Plazas C, Medrano J, Pérez O, Argel PJ. Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110), Gramínea de crecimiento vigoroso para intensificar la ganadería colombiana. Villavicencio Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria; Cali, Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical. 2002; p. 18.
- Lascano CE, Euclides VPB. Calidad nutricional y producción animal en las pasturas de *Brachiaria*. In: Miles JW, Maass BL, Valle CB. (Eds.) *Brachiaria: biología, agronomía y mejoramiento*. Cali: CIAT, 1998; p. 116-135.
- Mari LJ, Nussio LG, Schmidt P, Paziani SF, Ribeiro JL, Zopollatto M, et al. Magnitude das alterações na composição morfológica e valor nutritivo do capim-Marandu (*Brachiaria brizantha*, Stapf. cv. Marandu) mantido a intervalos fixos entre cortes "1". In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Campo Grande. Anais. 19 de Julho a 22 de Julho de 2004; p. 1-5.
- Nunes SG, Boock A, Penteadó MIO, Gomez DT. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. 2ed. Campo Grande: EMBRAPA-CNPq. 1985; p 31. (Documentos, 21).

- Rika IK, Mendra IK, Oka Nurjaya MG, Gusti Oka M. New forage species for coconut plantations in Bali. En: Shelton HM, Stur WW. (eds). Forages for plantation crops: Proceedings of a workshop, Sanur Beach, Bali, Indonesia 27-29 junio 1990. ACIAR proceedings, no 32 ACIAR, Cambera, ACT, Australia. 1990; p. 41-4.
- SAS. Institute Inc. SAS® 9.1.2 Qualification Tools User's Guide, Cary, NC USA. 2004.
- Soares Filho CV, Rodrigues LRA, Perri SHV. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região noroeste do estado de São Paulo. *Acta Sci Agron* 2002; 24(5):1377-84.
- Van Soest PJ. Nutritional ecology of the ruminant. 2. Ed., Ithaca: Cornell University. 1994; p 476.
- Van Soest PJ. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. *J Anim Sci* 1965;24(3):834-44.
- Vega-Espinoza M, Ramírez de la Ribera J, Leonard-Acosta I, Adria I. Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauca. *Rev Electrón Vet* 2006;7(5): 1-6.
- Villareal M. Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica. *Trop Grassl* 1994;16(1):27-31.
-