

Rendimiento y valor nutritivo del pasto mulato (*Brachiaria hibrido, 36061*) en respuesta al pastoreo

Performance and nutritive value of mulato grass (*Hybrid brachiaria, 36061*) in response to grazing

DOI: 10.34188/bjaerv6n4-016

Recebimento dos originais: 05/08/2023

Aceitação para publicação: 30/09/2023

Linda Karina Loredo Velázquez

Estudiante de Medicina Veterinaria y Zootecnia de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Agropecuarias, Carretera Villahermosa-Teapa, km 25, R/A. La Huasteca 2ª Sección, C.P. 86280, Villahermosa, Tabasco, México
E-mail: lindaloredv@gmail.com

Armando Gómez Vázquez

Doctorado en Ganadería, especialista en Nutrición Animal, por el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos Edo. México
Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Agropecuarias, Carretera Villahermosa-Teapa, km 25, R/A. La Huasteca 2ª Sección, C.P. 86280, Villahermosa, Tabasco, México
E-mail: armando.gomez@ujat.mx

Alejandra Govea-Luciano

Doctorado en Eco-Educación, por el Instituto Universitario Puebla Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Agropecuarias, Carretera Villahermosa-Teapa, km 25, R/A La Huasteca 2ª Sección, C.P. 86280, Villahermosa, Tabasco, México
E-mail: nutriagl81@gmail.com

Aldenamar Cruz Hernández

Doctorado en Ganadería, especialista en Forrajes, por el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos Edo. México. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Agropecuarias, Carretera Villahermosa-Teapa, km 25, R/A. La Huasteca 2ª Sección, C.P. 86280, Villahermosa, Tabasco, México
E-mail: ingaldecruz@gmail.com

Flor de María Rivera Alegría

Doctorado en alimentos. Con especialidad en Bienestar animal y calidad de la carne de rumiantes. Instituto politécnico Nacional. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. CDMX. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias Agropecuarias, Carretera Villahermosa-Teapa, km 25, R/A. La Huasteca 2ª Sección, C.P. 86280, Villahermosa, Tabasco, México
E-mail: flor.rivera@ujat.mx

Ricardo Martínez Martínez

Doctorado en Ganadería, por el Colegio de Postgraduados, Campus Montecillos Edo. México. Universidad de Guadalajara, Centro Universitario de la Costa Sur. División de Desarrollo Regional, Departamento de Producción Agrícola. Av. Independencia Nacional 151, Centro, 48900 Autlán de Navarro, Jalisco
E-mail: ricardo.mmartinez@academicos.udg.mx

Alejandro Córdova Izquierdo

Doctorado por la Facultad de Veterinaria de la Universidad Complutense de Madrid, España.
Departamento de Producción Agrícola y Animal. Universidad Autónoma Metropolitana Unidad
Xochimilco, Calzada Del Hueso 1100 Col. Villa Quietud C.P. 04960, Coyoacán, Ciudad de México,
México
E-mail: acordova@correo.xoc.uam.mx

Hortensia Brito Vega

Doctorado en Edafología, especialista en Microbiología por el Colegio de Postgraduados, Campus
Montecillos Edo. México. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. División Académica de Ciencias
Agropecuarias, Carretera Villahermosa-Teapa, km 25, R/A. La Huasteca 2ª Sección, C.P. 86280,
Villahermosa, Tabasco, México
E-mail: hortensia.brito@ujat.mx

RESUMO

El objetivo de esta investigación fue determinar el rendimiento de materia seca (RMS), tasa de acumulación neta de forraje (TANF), y valor nutritivo del pasto mulato (VNPM), a diferente manejo de pastoreo en diferentes épocas del año. Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente en un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 3 x 2, con tres repeticiones (Frecuencias: 14, 21 y 28 días; Intensidad de pastoreo: 9 a 11 y 13 a 15 cm. El pasto mulato presentó mayor acumulación de forraje, aparición de tallos y recambio de tejido foliar en la época de lluvias y nortes. Con pastoreo cada 28 días, a intensidad de 13-15 cm se obtuvo mayor acumulación de forraje (6732 kg MS ha⁻¹), TANF (47 kg MS ha⁻¹ día⁻¹) y altura de planta (35 cm), con una proporción de hojas y tallos de 5197 y 1473 kg MS ha⁻¹, que propició una disminución en la relación hoja:tallo y una tasa de crecimiento foliar de 4.8 cm tallo⁻¹ día⁻¹). Al ampliar el intervalo de pastoreo de 14 a 28 días, disminuyó la aparición y densidad de tallos ($p<0.05$) y aumentó el peso de este ($p<0.05$), en este sentido la MS digestible y el contenido de PC disminuyeron. En la época de seca no presentó síntomas de marchites y conservo un color verde en sus hojas, lo cual se observó en el crecimiento foliar. En conclusión, se debe pastorear cada 21 d a una intensidad ligera, en época de lluvias, nortes y secas cada 28 d.

Palavras-chave: Acumulación de forraje, recambio de tejido, frecuencia, intensidad de pastoreo.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine dry matter yield, net forage accumulation rate (NFAR), and nutritional value (NV) of Mulato grass under different grazing management in different seasons of the year. Treatments (eighteen 12.5 x 8 m plots) were distributed in a randomized block design with a 3 x 3 factorial arrangement and three replications (frequencies: 14, 21, 28 days; grazing intensity: 9-11, 13-15 cm). Mulato grass accumulated more forage, had more new stems and more leaf tissue replacement during the rainy season and the northerlies. By grazing every 28 days at an intensity of 13-15 cm, there was higher forage accumulation (6732 kg MS ha⁻¹), NFAR (47 kg MS ha⁻¹ day⁻¹) and plant height (35 cm), with a proportion of leaves and stems of 5197 and 1473 kg MS ha⁻¹. This was a decrease in the leaf-to-stem ratio and a leaf growth rate of 4.8 cm stem⁻¹ day⁻¹. When the grazing interval was extended from 14 to 28 days, the appearance and density of stems decreased ($p<0.05$), and stem weight increased ($p<0.05$). In this sense, the digestible MS and PC content decreased. In the dry season there were no symptoms of wilting and the green color of leaves was retained. Leaf growth was observed throughout the dry season. It is concluded that the best results were obtained by light grazing (13-15 cm) every 21 and 28 days. Grazing every 21 days at low intensity is thus recommended during the rainy season and northerlies and every 28 days during the dry season.

Keywords: Forage cumulation, tissue replacement, frequency and grazing intensity.

1 INTRODUCCIÓN

En México, alrededor de 112 millones de ha están cubiertas por plantas forrajeras. La región tropical comprende aproximadamente 56 millones de ha, lo que representa 28% del territorio nacional, de las cuales 24 millones de ha se ubican en el trópico húmedo (Jaramillo, 1994; Enríquez *et al.*, 1999). Las plantas forrajeras tropicales presentan alto potencial de producción de materia seca; sin embargo, las condiciones ambientales y el manejo de las praderas inciden directamente en el rendimiento y calidad de estas, de modo que su valor nutritivo y la producción de materia seca es variable durante todo el año. Según Hernández *et al.* (2002), la estacionalidad climática es importante en la producción de forraje, debido principalmente a un desequilibrio en el rendimiento de las plantas forrajeras, atribuido a falta de agua en la época de seca y excedente en la temporada de lluvias. Estos mismos autores encontraron que las decisiones de manejo de una pradera deben evitar los extremos, ya que una cobertura insuficiente limita el crecimiento y una utilización ineficiente significa desperdicio de forraje. Ante esta situación es necesario mantener un equilibrio, entre la cantidad de forraje producido y la cantidad de forraje consumido por el ganado. Por lo que la introducción y evaluación de nuevas especies en la región tropical tales como: *B. brizantha* (A. Rich.) Stapf, *B. decumbens* Stapf, *B. humidicola* y Mulato (*B. brizantha* X *B. ruziziensis*) con alto potencial forrajero se consideran prominentes dentro de su género, al igual que las especies nativas como el pasto remolino (*Paspalum notatum*) (Hernández *et al.*, 2002; Pérez *et al.*, 2004; Martínez *et al.*, 2008). Por lo que el objetivo fue evaluar el rendimiento y valor nutritivo del pasto mulato, a diferentes manejos de pastoreo, en diferentes épocas del año.

2 MATERIALES Y MÉTODOS

Localización del área de estudio y características edafoclimáticas

El estudio se realizó del 27 de diciembre de 2021 al 31 de diciembre de 2022 en el rancho San Antonio, localizado a 19° 46' 55" LN y 97° 55' 29" LO, a 4 msnm, ubicada en el municipio Tacotalpa, Tabasco, en el km 7.8 de la carretera Tacotalpa-Villahermosa. La precipitación y temperatura promedio anual fue de 2014 mm y 28.4 °C, respectivamente. El clima se clasifica como Am (f) (i') gw (García, 1988). Así mismo, el suelo del lugar de tipo luvisol crómico (Palma y Cisneros, 2000).

Establecimiento de las praderas

La siembra del pasto mulato (*Brachiaria híbrido*, 36061), se realizó en el mes de mayo del año 2021 (al inicio de la época de lluvias, aunque se contó con riego). Antes de sembrar se aplicó un herbicida sistémico para eliminar malezas emergidas y se sembró de forma manual a una

densidad de siembra de 6.0 kg de semilla ha⁻¹, distribuida a una distancia de 50 cm entre surcos y plantas, respectivamente. Antes de iniciar el experimento las praderas estuvieron bajo sistema de pastoreo rotativo e intensivo.

Manejo del pasto mulato

La pradera con pasto mulato (*Brachiaria híbrido*, 36061) ocupó un área de 2000 m² (40 x 50 m), dividida en 20 unidades experimentales de 100 m² (12.5 x 8 m 14 x 7.15), distribuidas en un diseño de bloques al azar con tres repeticiones y un arreglo factorial 3 x 2 donde los factores fueron tres frecuencias de pastoreo (FP: 14, 21 y 28 días) y dos intensidades de pastoreo (IP): severa (entre 9 a 11 cm de altura) y ligera (entre 13 a 15 cm de altura). Quince días antes de iniciar el estudio, se realizó un pastoreo a 10 cm de altura, en todas las unidades experimentales. No se aplicó fertilizante en el periodo experimental.

Altura de plantas

La altura de la planta (cm) se determinó antes de cada pastoreo, como el promedio de 20 mediciones realizadas al azar en toda la unidad experimental. La medición se realizó con una regla graduada en cm desde el suelo hasta el primer contacto con cualquier estructura de la planta.

Forraje acumulado

Para evaluar el rendimiento estacional y anual del forraje, un día antes de iniciar el pastoreo, se colocaron aleatoriamente, dos cuadrantes fijos de 50 x 100 cm, los cuales se cosecharon con tijeras un día antes de cada pastoreo a 10 y 14 cm de altura, respectivamente; y todo el forraje presente se recolectó a la frecuencia correspondiente. Posteriormente, se utilizaron 9 vaquillas 215 a 245 kg PV por parcela como defoliadores, hasta alcanzar la intensidad de pastoreo correspondiente (4 a 8 h dependiendo de la estación del año). Se pesó el forraje en verde y se obtuvo una submuestra de 100 g, la cual se separó en los componentes morfológicos: hoja, tallo y material muerto que se depositaron en bolsas etiquetadas, se secaron por separado en una estufa de aire forzado (Marca Labtech®, Modelo WGLL; País China) a 55 °C durante 48 h y finalmente se pesaron. El rendimiento de forraje se agrupó de manera estacional y total anual, al igual que la suma de forraje recolectado en cada corte.

Tasa de acumulación neta de forraje

Para calcular la tasa de crecimiento se emplearon los datos de forraje cosechado antes de cada pastoreo, utilizando la siguiente fórmula: $TANF = FC/t$; donde, TAF=tasa de acumulación de forraje (kg MS ha⁻¹ d⁻¹); FC=forraje cosechado (kg MS ha⁻¹); t=días transcurridos entre pastoreos.

Composición botánica

En cuanto la determinación de la composición botánica, a mediados de cada estación del año (28 de diciembre de 2021, 15 de abril, 15 de agosto y 30 de diciembre de 2022), del forraje cosechado en los muestreos se tomó una submuestra de aproximadamente 100 g, la cual se separó por especie (pasto mulato, otras gramíneas y malezas), se secaron por separado a 55 °C durante 48 h y se pesaron.

Valor nutritivo

Para esta variable, del forraje cosechado en cada repetición, a mediados de cada época del año, se tomó una muestra de 5 kg de forraje verde (100% hoja), la cual se lavó y depositó en bolsas de papel debidamente etiquetada, se secó en una estufa de aire forzado (55 °C) durante 48 horas y después se molió (malla de 1 mm de diámetro). Posteriormente, se tomaron muestras de ese material para realizar las siguientes determinaciones:

Proteína cruda

Se determinó el contenido de Nitrógeno total de una muestra de cada repetición, mediante el método de Microkjendhal (AOAC, 1990) y el valor de nitrógeno, se multiplicó por 6.25, para obtener el contenido de proteína cruda.

Digestibilidad *in situ* de la materia seca

La materia seca digestible se determinó utilizando la técnica de la bolsa de nylon descrita por Orskov *et al.* (1980). Para ello, de la muestra obtenida en cada repetición, se pesaron 5 g de forraje previamente molido (1 mm) en un molino de martillos marca Thomas Willey, se depositaron en bolsas de nylon (5 x 7 cm), posteriormente, se amarró cada bolsa con una liga para evitar pérdida de muestras, las bolsas se agruparon por tratamiento y se depositaron por duplicado dentro del rumen durante 48 horas; para esto se utilizaron dos bovinos cruzados de *Bos taurus* x *Bos indicus* con un peso vivo de 300 Kg, fistulados en rumen (Colegio de Postgraduados Campaús- Cardenas Tabasco). Después de incubar, las bolsas fueron retiradas y lavadas y se secaron a peso constante en una estufa de aire forzado a 65 ° C y posteriormente se pesaron en una balanza analítica (marca Ohaus modelo Explorer). Así se calculó la digestibilidad de la MS por diferencia entre el peso inicial y el peso final.

Análisis estadístico

Los datos se analizaron utilizando PROC MIXED SAS (2001). Los efectos de intervalo entre defoliaciones, época del año y sus interacciones, fueron considerados fijos y el efecto de bloques se

consideró aleatorio. Las medias de tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($\alpha=0.05$, Steel y Torrie, 1988). La densidad poblacional de tallos durante el estudio, se presenta mediante diagramas, para cada intervalo de corte, utilizando estadística descriptiva de cada generación de tallos.

3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Acumulación de forraje del Pasto Mulato

La frecuencia de pastoreo afectó ($p<0.05$) el rendimiento de forraje en todo el periodo experimental (Cuadro 1); independientemente de la época del año e intensidad de pastoreo, conforme aumentó el intervalo entre pastoreo incrementó el rendimiento de forraje. El rendimiento anual aumento ($p<0.05$) en un 80 y 165% al incrementar el intervalo entre pastoreos de 14 a 21 y 28 días, respectivamente. En la época de lluvias se obtuvo 55% de la producción anual de forraje con 2568, 4634, 6731 kg MS ha⁻¹ para las frecuencias de pastoreo de 14, 21, 28 días, respectivamente, seguido por las épocas de nortes y seca con 28 y 16% del rendimiento anual. En cuanto a la intensidad de pastoreo, el cosechar con menor intensidad incrementó el rendimiento anual en 17% ($p<0.05$) con respecto al más severo (Cuadro 1). Al respecto, diversos autores (Hodgson, 1990; Hernández-Garay *et al.*, 1999) mencionan, que, al cosechar a intensidades ligeras, la pradera presenta buenas reservas de energía y cantidades importantes de hojas residuales, lo que propicia que el índice de crecimiento de nuevas hojas se pueda mantener a nivel alto.

La época de lluvias presentó condiciones favorables de precipitación y temperatura que estimularon el crecimiento y rendimiento de las plantas (Cuadro 1). En la época de nortes la precipitación no fue el factor limitante, pues las bajas temperaturas, fueron las que afectaron el crecimiento del pasto mulato, dando como resultado una baja producción de forraje (Burton *et al.*, 1988).

La intensidad de pastoreo no presentó efecto ($p>0.05$) en la época de nortes, pero si difirió ($p<0.05$) en las demás épocas en todo el periodo experimental y el mayor rendimiento total y estacional ocurrió al pastorear a una intensidad ligera en todas las épocas. Al respecto, Hodgson, (1990) señala que, con pastoreos ligeros, la pradera mantiene buenas reservas de carbohidratos con una cantidad sustancial de hoja verde que le permite mantener el crecimiento de nuevas hojas a un nivel alto.

Cuadro 1. Acumulación estacional y anual de forraje del pasto *Brachiaria híbrido* (cv. mulato) sometido a diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo (kg MS ha⁻¹).

Tratamientos		Épocas de año			Rendimiento anual
Frecuencia (días)	Intensidad	Nortes	Seca	Lluvias	
14		13347 c	735 c	2568 c	4643 c
21		2344 b	1366 b	4634 b	8352 b
28		3446 a	2123 a	6731 a	12305 a
	Severo	2179 b	1247 b	4364 b	7789 b
	Ligero	2568 a	1569 a	4933 a	9077 a
EEM		68.3	23.2	72.4	
FP		**	**	**	**
IP		ns	**	**	**

Nortes (Nov-Feb), seca (Mar-May), lluvias (Jun-Oct). Severo (9 a 11 cm) y ligero (13 a 15 cm). ns= no significativo; ** $p \leq 0.01$; * $p \leq 0.05$ abc= Medias con distinta literal son diferentes; EEM= Error estándar de la media. FP= Frecuencia de pastoreo, IP=Intensidad de pastoreo.

Al aumentar el intervalo de pastoreo incrementó ($p < 0.05$) el rendimiento de forraje, ya que el mayor ocurrió cuando la pradera se pastoreó cada 28 d, seguido por las frecuencias 21 y 14 d (Cuadro 1). Estos resultados difieren con lo reportado por otros autores (Hodgson, 1990; Hernández-Garay *et al.*, 1999; Lemaire, 2001), quienes observaron mayor efecto de la frecuencia en la acumulación de forraje y menor efecto de la altura de defoliación en diferentes especies de gramíneas, además mencionan que con defoliaciones frecuentes, la pradera aumenta la densidad de tallos pequeños, los cuales no alcanzan a interceptar 95% de la luz incidente, y como consecuencia, en índice de área foliar y crecimiento son menores.

Tasa de acumulación neta de forraje (TANF)

La TANF aumentó conforme incrementó el intervalo entre pastoreo ($p < 0.05$). El intervalo de pastoreo de 28 d presentó 10 y 36% mayor TANF promedio anual que a 21 y 14 d (Cuadro 2). En la época de lluvias se observó la mayor TANF promedio estacional con 36, 44 y 47 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ ($p < 0.05$) para las frecuencias 14, 21 y 28 d, respectivamente (Cuadro 2), seguido por las épocas de nortes y seca. En la época de nortes, al pastorear cada 28 días se observó en 30 y 11%, ($p < 0.05$) respectivamente.

En el presente experimento, los mayores rendimientos y TANF se presentaron durante la época de lluvias debido a la ocurrencia de temperaturas apropiadas para el crecimiento del pasto y presencia de mayor humedad, mientras lo contrario ocurrió en la época seca, cuando se presentaron temperaturas apropiadas para el crecimiento y la ausencia de precipitación fue el factor limitante. En contraste durante la época de nortes, hubo suficiente humedad, pero las bajas temperaturas, no

permitieron que se manifestara el potencial de producción del pasto mulato, esto por efecto de la fotosíntesis para la producción de la biomasa forrajera.

La menor TANF se presentó a los 14 d, en todo el periodo experimental, y pudo deberse a que el pastoreo fue más intenso y la cantidad de hojas presentes después del pastoreo era reducida y la intercepción de luz fue menor, por lo que el rebrote fue lento y dependió de las reservas de carbohidratos. Diversos investigadores (Richards, 1993; Hirata y Pakiding, 2004, Cândido *et al.* 2006) encontraron que cuando las gramíneas son sometidas a frecuencias de pastoreo fijas y frecuentes se reduce la tasa de crecimiento, y se presenta una continua reducción de las reservas de nutrimentos. Con respecto a la intensidad de pastoreo, la mayor TANF promedio anual se obtuvo con pastoreo ligero, superando en 18% a la registrada con pastoreo severo (Cuadro 2). Similar comportamiento se observó en todas las épocas del año, en donde el pastoreo ligero superó en 18, 25 y 13% al severo ($p < 0.05$) durante nortes, seca y lluvias, respectivamente. Lo anterior se pudo deber a que en el pastoreo severo hubo menor área foliar remanente para realizar la fotosíntesis (Hodgson, 1990), lo que afectó la velocidad de rebrote del pasto Mulato.

Cuadro 2. Cambio estacional y anual de la tasa de acumulación neta de forraje del pasto *Brachiaria híbrido* (cv. mulato) sometido a diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo ($\text{kg MS ha}^{-1} \text{ día}^{-1}$).

Tratamientos		Épocas del año			Promedio
Frecuencia (días)	Intensidad	Nortes	Seca	Lluvias	anual
14	Severo	21 a	14 c	33 c	23 c
	Ligero	25 a	21 b	39 bc	28 bc
	Promedio	23	17	36	25
21	Severo	25 a	20 b	40 abc	28 bc
	Ligero	30 a	23 ab	47 ab	33 ab
	Promedio	27	21	44	31
28	Severo	28 a	23 ab	45 ab	32 ab
	Ligero	33 a	28 a	50 a	37 a
	Promedio	30	25	47	34
Promedio	Severo	25	19	40	28
	Ligero	29	24	45	33
EEM		0.58	0.38	0.78	0.77
Frecuencias de pastoreo (FP)		ns	**	**	*
Intensidad de pastoreo (IP)		ns	**	**	*
Interacción (FP X IP)		ns	ns	ns	ns

Nortes (Nov-Feb), seca (Mar-May), lluvias (Jun-Oct). Intensidad: Severo (9 a 11 cm) y ligero (13 a 15 cm). ns= No significativo; ** $p \leq 0.01$; * $p \leq 0.05$ abc= Medias con distinta literal son diferentes. EEM= Error estándar de la media.

Componentes morfológicos

En este experimento se observó efecto de frecuencia e intensidad ($p < 0.01$) de pastoreo en todas las estaciones del año. La frecuencia de pastoreo de 28 d presentó 74 y 141% mayor acumulación anual de hojas que a los 21 y 14 d (Cuadro 3). La mayor acumulación de hojas se presentó en la época de lluvias y aumentó 75 y 135% al incrementar el intervalo de pastoreo de 14

a 21 y 28 d, respectivamente (Cuadro 3). Los cambios en la composición morfológica en la época de lluvias se debieron a que las condiciones edáficas y climáticas favorecieron el crecimiento de las hojas, lo cual concuerda con Festo *et al.* (2003), quienes encontraron que las hojas incrementan su aparición, cuando existen temperatura entre 20 a 32.5 °C, pero disminuye cuando la temperatura supera los 35 °C. Por otra parte, la acumulación de tallos presentó efecto ($p < 0.01$) de frecuencia en las épocas de nortes y lluvias y efecto de intensidad en la época de lluvias ($p < 0.01$). En las épocas de nortes y seca no se presentaron efectos de intensidad de pastoreo ($p > 0.01$). La mayor acumulación de tallos se observó en la época de lluvias con un aumento de 116 y 318% al ampliar el intervalo de pastoreo de 14 a 21 y 28 d, respectivamente; seguido por la época de nortes (Cuadro 4). Al realizar el pastoreo ligero la acumulación de tallos aumentó 22 y 20% con respecto al pastoreo severo para las épocas de lluvias y nortes.

Para el caso de los tallos, el rendimiento incrementó cuando aumento el intervalo entre pastoreos de 14 a 28 d, lo cual concuerda con lo observado por otros autores (Hernández *et al.*, 2000), quienes mencionan que la proporción de hojas en el forraje cosechado disminuyeron al aumentar el intervalo entre cosechas, debido a un mayor crecimiento del tallo, cuando hay condiciones ambientales favorables para el crecimiento de las plantas (época de lluvias); en contraste, durante la época de nortes, la elongación del tallo es inhibida por las bajas temperaturas, mientras que en el periodo de seca, el déficit de agua (Sage y Kubein, 2007) es el factor limitante del crecimiento vegetal y por consiguiente de la escasa contribución en el rendimiento del tallo.

Cuadro 3. Acumulación estacional y anual de componente morfológico (Hoja) del pasto *Brachiaria híbrido* (cv. mulato), sometido a diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo.

Tratamientos		Épocas del año			
Frecuencia (días)	Intensidad	Nortes	Seca	Lluvias	Rendimiento anual
14	Severo	1097 e	583 d	2065 c	3746 e
	Ligero	1324 de	883 d	2355 c	4562 e
	Promedio	1211	729	2210	4154
21	Severo	1859 cd	1248 c	3603 b	6711 d
	Ligero	2164 bc	1489 c	4061 b	7714 c
	Promedio	2011	1368	3832	7212
28	Severo	2527 ab	1890 b	5058 a	9476 b
	Ligero	2900 a	2312 a	5337 a	10549 a
	Promedio	2713	2101	5197	10012
Promedio	Severo	1828	1240	3575	6644
	Ligero	2129	1561	3917	7608
EEM		52.7	22.4	54.9	79.1
Frecuencias de pastoreo (FP)		**	**	**	**
Intensidad de pastoreo (IP)		*	**	*	**
Interacción (FP x IP)		ns	ns	ns	ns

Nortes (Nov-Feb), seca (Mar-May), lluvias (Junio-Octubre). Severo (9 a 11 cm) y ligero (13 a 15 cm). ns= no significativo; ** $p \leq 0.01$; * $P \leq 0.05$, abcde= Medias con distinta literal son diferentes. EEM= Error estándar de la media.

Cuadro 4. Acumulación estacional y anual de componente morfológico (Tallos) del pasto *Brachiaria híbrido* (cv. mulato), sometido a diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo (kg MS ha⁻¹).

Tratamientos		Épocas del año			
Frecuencia (días)	Intensidad	Nortes	Seca	Lluvias	Rendimiento anual
14		117 c	ξ	352 c	469 c
21		289 b	ξ	762 b	1051 b
28		671 a	ξ	1473 a	2145 a
	Severo	319 a	ξ	4360 b	1072 b
	Ligero	399 a	ξ	4929 a	1372 a
EEM		23.3	ξ	45.0	42.1
	Frecuencias de pastoreo (FP)	**	ξ	**	**
	Intensidad de pastoreo (IP)	ns	ξ	*	*

Nortes (Nov-Feb), seca (Mar-May), lluvias (Jun-Oct). Severo (9 a 11 cm) y ligero (13 a 15 cm). ns= no significativo; ** $p \leq 0.01$; * $P \leq 0.05$; $\xi = 100\%$ hoja; abc= Medias con distinta literal son diferentes. EEM= Error estándar de la media. FP= Frecuencia de pastoreo, IP= Intensidad de pastoreo.

Valor nutritivo

Digestibilidad *in situ* de la materia seca y contenido de proteína cruda

La digestibilidad *in situ* de la materia seca (*DISMS*) del pasto mulato no presentó efecto de intensidad de pastoreo ($p > 0.05$) en todas las épocas evaluadas (Cuadro 5). Solo registró efecto de frecuencia en las épocas de nortes y lluvias ($p < 0.05$). La *DISMS* disminuyó al aumentar el intervalo entre pastoreos, en todas las épocas del año. Durante la época de lluvias la *DISMS* decreció en 11 y 21% al aumentar el intervalo de pastoreo de 14 a 21 y 28 d, respectivamente. En la época de nortes, la disminución fue 11 y 25% y en seca, el intervalo de pastoreo de 14 días superó en 14 y 19% ($P < 0.05$) al de 21 y 28 d.

A excepción de la época de nortes de ambos ciclos, el contenido de proteína cruda (PC), no presentó efecto de frecuencia de pastoreo durante todo el periodo de evaluación (Cuadro 5). La intensidad de pastoreo no afectó ($p > 0.05$), en ninguna evaluación el contenido de proteína cruda. La nula diferencia, tanto en la *DISMS*, como en el contenido de PC pudo deberse al método utilizado en la recolección del material vegetal, ya que solo se cosecho el forraje que se encontraba por arriba de la altura de pastoreo, lo cual ocasionó que este fuese integrado por hoja, la cual es más digestible que el tallo y el material muerto (Cuadros 3 y 4).

Los resultados mostraron que los cambios en *DISMS* con incrementos en la frecuencia de pastoreo fueron paralelos con los cambios en el contenido de proteína cruda. Al respecto, Hodgson (1990) señala que conforme la edad de rebrote aumenta el valor nutritivo disminuye. Praderas defoliadas más frecuente y severamente, potencialmente proporcionan plantas con mayor tasa de recambio de tejido (Hernández-Garay *et al.* 2000), con mayor cantidad de hojas jóvenes, con mayor PC y *DISMS* (Cuadro 5). Similar tendencia fue observada por Flores *et al.* (2008), en *B. brizantha* cv marandu y xaraés pastoreados a 15, 25 y 40 cm de masa de forraje residual. Ellos publicaron mayores valores de DIVMO y PC en praderas manejadas a 15 y 25 cm de altura de forraje residual

comparados con aquellos registrados a 40 cm de altura. Euclides *et al.* (2009) registró menores valores de PC (8%) y DIVMO (50.6%) y mayores valores de FDN de la masa de hojas bajo pastoreo simulado en *B. brizantha* cv marandu, piatã y xaraés comparados con los observados en este estudio. Marcelino *et al.* (2006) en *B. brizantha* cv. Marandu observaron que conforme el intervalo de defoliación aumenta la cantidad de tallo y material muerto también incrementan resultando en un menor valor nutritivo del forraje.

Otros experimentos realizados con pasto mulato muestran disminución en el contenido de PC (9 a 16%) y digestibilidad *in vitro* (55 a 62%), al aumentar la edad de la planta de 23 a 30 días (Argel *et al.*, 2006). Similar comportamiento se obtuvo en este experimento al aumentar el intervalo de pastoreo de 14 a 21 y 28 días en todas las épocas del año. Este comportamiento se ha observado en otras especies de forrajes como maralfalfa, esto debido que al aumentar la edad de la planta de 3 a 9 semanas la digestibilidad disminuyó a 10.35 unidades de digestibilidad (Clavero y Razz, 2009) y en el caso de *B. Brizantha* al cosechar a los 21 y 42 d la digestibilidad disminuyó de 61.0 a 47.7% (Rodríguez *et al.*, 2004).

Cuadro 5. Cambios estacionales en el contenido de materia seca digestible (MSD) y de proteína del pasto *Brachiaria híbrido* (cv. mulato) sometido a diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo.

Tratamientos		Épocas del año		
Frecuencia (días)	Intensidad	Nortes	Seca	Lluvias
		MSD (g kg ⁻¹ MS)		
14		715 a	695 a	648 a
21		643 ab	610 a	581 ab
28		568 b	586 a	535 b
EEM	Severo	664 a	633 a	595 a
	Ligero	620 a	627 a	581 a
		12.5	23.9	15.1
		*	ns	*
	FP	ns	ns	ns
	IP			
		Proteína (g kg ⁻¹ MS)		
14		118 a	117 a	108 a
21		109 ab	107 a	96 a
28		92 b	95 a	88 a
EEM	Severo	109 a	108 a	100 a
	Ligero	104 a	105 a	94 a
		3.0	3.6	3.8
		*	ns	ns
	FP	ns	ns	ns
	IP			

Nortes (Nov-Feb), seca (Mar-May), lluvias (Jun-Oct). Severo (9 a 11 cm) y ligero (13 a 15 cm). ns= no significativo; ** $p \leq 0.01$; * $p \leq 0.05$; abc= Medias con distinta literal son diferentes. MSD= Materia seca digestible; EEM= Error estándar de la media. FP= Frecuencia de pastoreo, IP= Intensidad de pastoreo.

Altura de la planta

Con respecto a la altura del pasto Mulato, presentó efecto de frecuencia e intensidad de pastoreo ($p < 0.05$) en todo el periodo experimental (Cuadro 6). Durante la época de nortes la altura del pasto, se incrementó en un 44 y 78% al ampliar el intervalo de pastoreo de 14 a 21 y 28 d, respectivamente. En la época de lluvias la altura incrementó en un 57 y 67% al ampliar el intervalo

de pastoreo de 14 a 21 y 28 d, respectivamente. Por lo tanto, la magnitud fue menor durante la época seca con valores superiores de 38 y 56% al aumentar el intervalo de 14 a 21 y 28 d. A pesar de la estación del año, la altura del pasto mulato con el pastoreo ligero siempre supero a la del severo (Cuadro 6). Por lo que, al pastorear ligeramente la altura de la planta fue 8, 10 y 16% mayor en las épocas de nortes, seca y lluvias ($p < 0.05$) que con el severo.

Por otra parte, se observó que en la altura de la planta se presentó una clara variación en las diferentes épocas del año, por efecto del manejo y de las condiciones ambientales, en donde los valores más bajos se observaron en las épocas de seca y nortes en ambos ciclos. Otros investigadores encontraron similar comportamiento en pasto buffel, en donde la mayor altura de la planta se observó en primavera y disminuyó durante el verano, otoño e invierno (Beltran *et al.*, 2005). Al cosechar a una altura mayor a 30 cm, según Dubeux *et al.* (2006) existe mayor rendimiento de forraje, con menor valor nutritivo, debido a un incremento en el contenido de fibra. Al respecto Difante *et al.* (2008) evaluaron dos alturas de corte (15 y 30 cm) en pasto campin-marandu y observaron mejor respuesta al cosechar a 15 cm de altura, también a esta altura de corte, se presentó mayor aparición y mortalidad de tallos (1,46 tallos/100 tallos/días y 0,368 tallos/100 tallos/día respectivamente) y menor variación en la densidad de población de tallos. Por otro lado, Pérez *et al.* (2004), al evaluar al pasto mulato, encontraron que, al cosechar a 15 y 25 cm de altura, la concentración de nitrógeno fue mayor en hojas (6.67 y 6.98 % respectivamente).

Cuadro 6. Altura (cm) del pasto *Brachiaria híbrido* (cv. mulato), por estación sometidos a diferentes frecuencias e intensidades de pastoreo (mg tallo).

Tratamientos		Épocas de año		
Frecuencia (días)	Intensidad	Nortes	Seca	Lluvias
14	Severo	17 d	16 c	20 d
	Ligero	19 d	17 c	23 c
	Promedio	18	16	21
21	Severo	24 c	21 b	31 b
	Ligero	27 bc	22 ab	35 a
	Promedio	26	22	33
28	Severo	31 ab	24 ab	32 b
	Ligero	34 a	26 a	38 a
	Promedio	32	25	35
Promedio	Severo	24	20	27
	Ligero	26	22	32
EEM		0.9	0.9	0.7
FP		**	**	**
IP		**	*	**
Interacción (FP X IP)		Ns	ns	ns

Nortes (Nov-Feb), seca (Mar-May), lluvias (Jun-Oct). Severo (9 a 11 cm) y ligero (13 a 15 cm). ns= no significativo; ** $p \leq 0.01$; * $p \leq 0.05$; abcd= Medias con distinta literal son diferentes. EEM= Error estándar de la media, FP= Frecuencia de pastoreo, IP= Intensidad de pastoreo.

4 CONCLUSIONES

El potencial forrajero del pasto Mulato fue influenciado por la época del año, con mayor acumulación de forraje, tasa de crecimiento y contenido de fibra al ser pastoreado a una intensidad ligera (cada 28 días).

REFERENCIAS

- AOAC. 1990. Association of Official Analytical Chemists, Official Methods of Analysis. 15 (Ed.). Washington, D.C. USA.
- Argel, J.P.; Miles, W.J.; Guiot, D.J. y Lascano, E.C. 2006. Gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos (*Brachiaria híbrido* CIAT 36061) Cultivar Mulato. Folleto CIAT. 24 p.
- Beltrán, L.S., Pérez, P.J., Hernández, G.A., García, M.E. y Herrera, H.J.G. 2005. Respuesta fisiológica del pasto buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) a diferentes alturas de defoliación. Rev. Agrociencia, 36(005):547-556.
- Briske, D. D. and Richards, J. H. 1993. Physiology of plants recovering from defoliation. Proceeding of the XVII International Grassland Congress: New Zealand and Australia. 85-94 pp.
- Burton, W.; Hook, D.S.; Butler J.L. and Hellwing R.E. 1988. Effect of temperature, day length and solar radiation on production of coastal bermudagrass. Agron J 80 (4):557-560.
- Cândido, D.M.J.; Silva, G.R.; Neiva, M.J.N.; Facó, O.; Benevides I.Y. e Farias F.S. 2006. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia pastejado por ovinos sob três períodos de descanso. Revista Brasileira de Zootecnia, 35(6): 2234-2242.
- Clavero, T. y Razz, R. 2009. Valor nutritivo del pasto maralfalfa (*Pennisetum purpureum* x *Penisetum glaucum*) en condiciones de defoliación. Rev. Fac. Agron. 26(1): 78-87
- Cruz, H.A.; Hernández-Garay, A.; Enríquez, Q.J.F.; Gómez-Vázquez, A.; Ortega, J.E. y Maldonado, G.N.M. 2011. Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato (*Brachiaria híbrido* 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 2(4): 429-443.
- Difante, S. G.; Nascimento, J. D.; Da Silva, C. S.; Euclides, V. P. B.; Zanine, M. A; e Adese B. 2008. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia 37 (2):189-196.
- Dubeux, J. C.; Sollenberger, L. E.; Vendramini, J. M.; Stewart, R. L. and Interrante, S.M. 2006. Litter mass, deposition rate, and chemical composition in bahiagrass pasture managed at different intensities. Crop Sci 46 (3): 1299-1304.
- Enríquez, Q. F.; Meléndez N. F. J y Bolaños, A. E. D. 1999. Libro Técnico No 7. Tecnología para la producción y manejo de forrajes tropicales en México. INIFAP- Veracruz. México. 262 p.
- Euclides, V.P.B.; Macedo, M. C. M.; Valle, C. B. Difante, G. S.; Barbosa, R. A. and Cacere, E. R. 2009. Valor nutritivo da forragem e produção animal em pastagens de *Brachiaria brizantha*. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 44(1):98-106.
- Festo, J. M.; Sabed, N. A. and Jeremy, A. R. 2003. The impact of temperature on leaf appearance in bamba groundnut landraces. Journal Crop Science. 43 (4): 1375-1379.
- Flores, R.S.; Euclides, V.P.B.; Abrão, M.P.C.; Galbeiro, S.; Difante, G.S.; Barbosa, R.A. 2008. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins marandu e xaraés submetidos a intensidades de pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia. 37(8): 1355- 1365.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª ed. Ed. Limusa. México. 217 p.
- Hernández, G.A.; Martínez, H.P.A.; Mena, U.M.; Pérez, P.J. y Enríquez, Q.J.F. 2002. Dinámica del rebrote en pasto insurgente (*Brachiaria brizantha* Hochst. stapf.) pastoreado a diferente asignación en la estación de lluvia. Téc Pec Méx 40 (2): 193-205.

- Hernández, G.A.; Matthew, C. and Hodgson, J. 1999. Tiller size/density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index. *Grass and For Sci* 54 (4): 347-356.
- Hernández-Garay A.; Mathew, C. and Hodgson J. 2000. The influence of defoliation height on dry-matter partitioning and CO₂ exchange of perennial ryegrass miniature swards. *Grass Forage Sci* .55 (4): 372-376.
- Hirata, M. and Pakiding, W. 2004. Tiller dynamics in bahia grass (*Paspalum notatum*): an analysis of responses to nitrogen fertilizer rate, defoliation intensity and season. *Trop Grasslands*. 38: 100-111.
- Hodgson, J. 1990. *Grazing management. Science into practice*. Ed. Harlow, England: Longman Scientific & Technical. 203 p.
- Jaramillo, V. V. 1994. *Revegetación y reforestación de las áreas ganaderas en las zonas tropicales de México*. SARCH. 38 p.
- Lemaire, G. 2001. Ecophysiology of grasslands: Dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: *Proc. XIX International Grasslands Congress*. Sao Paulo Brasil:29-37.
- Marcelino, K.R.A.; Junior D.N.; Silva, S. C.; Euclides, V.P.B. e Fonseca D.M. 2006. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. *R. Bras. Zootec*. 35 (6): 2243-2252.
- Martínez, M.D; Hernández, G.A.; Enríquez, Q.J.F.; Pérez, P.J.; González, M.S.S. y Herrera, H.J.G. 2008. Producción de forraje y componentes del rendimiento del pasto *Brachiaria humidicula* CIAT 6133 con diferente manejo de la defoliación. *Téc. Pec. Méx.* 46(4): 427-438.
- Orskov, E.R.; Hovell, F. D. and Mould, F. 1980. The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. *Trop. Anim. Prod.* 5(3): 195-213.
- Palma, L.DJ y Cisneros D.J. 2000. *Plan de uso sustentable de los suelos de Tabasco*. Vol. I. 2ª Ed. Fundación Produce Tabasco, A.C. Villahermosa, Tabasco. 115 p.
- Pérez, A. J.; García, M. E.; Enríquez, Q. J.; Quero C. A.; Pérez, P. J. y Hernández, G. A. 2004. Análisis de crecimiento, área foliar específica y concentración de nitrógeno en hoja de pasto "mulato" (*Brachiaria* híbrido, cv.). *Tec. Pec. Mex.* 42 (3): 447-458.
- Rodrigues, D. C. 2004. *Produção de forragem de cultivares de Brachiaria brizantha (Hochst ex A. Rich) Stapf e modelagem de respostas produtivas em função de variáveis climáticas*. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. 94 p.
- Sage, F.R. and Kubien, S.D. 2007. The temperature response of C₃ and C₄ photosynthesis. *Plant Cell and Environment*. 30: 1086-1106.
- Statistical Analysis System Institute (Sas). 2001. *Sas User's Guide: Statistics*. Version 8. Cary, N.C. Cdroom.
- Steel, R. G. y Torrie J. H. 1988. *Bioestadística. Principios y Procedimientos*. 2ª, ed, McGraw Hill. México. 622 p.