

Recambio de tejido de hojas en *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 con diferente manejo de la defoliación

Daniel Martínez Méndez¹

Javier Francisco Enríquez Quiroz^{2§}

Valentín Alberto Esqueda Esquivel³

Eusebio Ortega Jimenez⁴

¹Campus Montecillo-Colegio de Postgraduados. Carretera México-Texcoco km 36.5, Montecillo, Texcoco, México. CP. 56230. Tel. 595 1121293. (danielmartmend@gmail.com). ²Campo Experimental La Posta-INIFAP. Carretera Federal Veracruz-Córdoba km 22.5, Tel. 01800 0882222, ext. 87310. ³Campo Experimental Cotaxtla- INIFAP. Carretera Federal Veracruz-Córdoba km 34.5, Veracruz. Tel. 01800 0882222, ext. 87215. (esqueda.valentin@inifap.gob.mx). ⁴Campus Veracruz-Colegio de Postgraduados. Carretera Xalapa-Veracruz km 88.5, Tepetates, Manlio Fabio Altamirano, Veracruz. Tel. 2292010770, ext. 64312. (eortegaj@colpos.mx).

§Autor para correspondencia: enriquez.javier@inifap.gob.mx.

Resumen

Se evaluó la defoliación en el recambio de tejido de *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 mediante cortes a 9, 12 y 15 cm de altura, cosechada a 3, 4 y 5 y 5, 6 y 7 semanas en lluvias y nortes, respectivamente. Cada siete días se midió: tasa de aparición de hojas (TAH), tasa de elongación foliar (TEF), tasa de senescencia foliar (TSF) y crecimiento neto foliar (CNF) y la densidad de tallos (DT) cada mes. En lluvias, la mayor TAH fue de 0.097 hojas tallo⁻¹ día⁻¹ con cortes a 15 cm, cada tres semanas, en nortes 0.044 hojas tallo⁻¹ día⁻¹ con cortes a 9 cm y 0.047 hojas tallo⁻¹ día⁻¹ cada siete semanas. Las mayores TEF y CNF ocurrieron con cortes a 15 cm; en lluvias de 1.85 y 1.81, y en nortes de 0.53 y 0.45 cm tallo⁻¹ día⁻¹, respectivamente. En lluvias las mayores TEF ocurrieron en la semana dos del rebrote (1.8 cm tallo⁻¹ día⁻¹), mientras que en nortes fue en la semana tres de rebrote (0.45, 0.5 y 0.46 cm tallo⁻¹ día⁻¹). La TSF se incrementó de la semana cuatro en adelante en ambas épocas. La DT fue máxima a tres y cuatro semanas en lluvias y nortes, a cinco y seis semanas. El mayor crecimiento foliar ocurrió en cortes a 15 cm de altura a las tres semanas del rebrote, independientemente del intervalo entre cortes y época del año y la mayor densidad de tallos a tres y cuatro semanas en lluvias y cinco y seis semanas en nortes.

Palabras clave: *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 cv. Isleño, manejo de defoliación, recambio de tejido en hojas.

Recibido: enero de 2020

Aceptado: marzo de 2020

Introducción

El género *Brachiaria* (Trin.) Griseb. (syn. *Urochloa* P. Beauv.), se ha expandido rápidamente en las áreas tropicales de México, sustituyendo a los utilizados tradicionalmente ‘Guinea’ [*Megathyrsus maximus* (Jacq.) B. K. Simon & S. W. L. Jacobs], ‘Pangola’ (*Digitaria decumbens* Stent.) y ‘Estrella Africana’ (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst) (Cruz *et al.*, 2011). Una de las especies de este género con mayor aceptación, es el pasto Isleño (*B. humidicola* CIAT 6133), debido a su alta producción de forraje y semilla, buena adaptación a terrenos inundados y suelos ácidos, tolerancia a la mosca pinta y resistencia al pastoreo (Enríquez *et al.*, 2011).

La mayoría de los pastizales en México se utilizan para el pastoreo de ganado, lo que ocasiona la defoliación de los pastos, que posteriormente experimentan un recambio de tejido al desarrollar hojas y tallos nuevos. El recambio de tejido, determinado mediante un análisis del crecimiento en las hojas y tallo, asociado con la población de tallos, es útil para entender la respuesta de las plantas al manejo de la defoliación (Menezes *et al.*, 2003).

La unidad básica de producción de forraje en una pradera es el tallo, que está constituido por una cadena de fitómeros (unidades de nudo, entrenudo, hoja y yema axilar) en diferente etapa de desarrollo. Cada fitómero, después de su formación en el meristemo apical, tiene un ciclo de vida, envejece, muere y es reemplazado por fitómeros nuevos.

Las yemas axilares del fitómero pueden desarrollar un tallo nuevo, llamado tallo hijo, que reemplaza a los tallos muertos, debido al continuo reemplazo, la población de tallos de una pradera puede mantenerse estable (Carlassare y Karsten, 2003). La tasa de reemplazo y senescencia de tallos depende de las condiciones ambientales, del manejo de la pradera y de la densidad de tallos (Hirata y Pakiding, 2004).

El ciclo de crecimiento de las hojas consiste en periodo de extensión activa seguido de la maduración, senescencia y muerte a menos que éstas sean cortadas o pastoreadas (Hodgson, 1990). La relación entre la elongación, envejecimiento y senescencia de las hojas es esencial para mantener la productividad de una pradera (Bircham y Hodgson, 1983; Lemaire *et al.*, 2009). El elemento del clima que más influye en la tasa de aparición y elongación de hojas es la temperatura.

Cuando ésta se incrementa, la tasa de aparición y elongación de hojas aumenta (Berone *et al.*, 2007), resultando en un crecimiento más rápido de las hojas durante la primavera y verano, que en el otoño e invierno (McKenzie *et al.*, 1999). La temperatura óptima de crecimiento de los pastos tropicales es de alrededor de 30 °C y a temperaturas inferiores de los 15 a 17 °C, el crecimiento se restringe y puede detenerse (Da Silva *et al.*, 2008).

La frecuencia e intensidad de defoliación afectan la tasa de producción de nuevo tejido (Lemaire *et al.*, 2009) y la morfología de la planta (Lemaire, 2001), ya que ésta tiene que reajustar su metabolismo para la formación de hojas nuevas (Da Silva *et al.*, 2015).

El principal efecto de la defoliación es la disminución de la longitud de las láminas de las hojas (Duru y Ducrocq, 2000a; Duru y Ducrocq 2000b) cuando el índice de área foliar es menor a 1, el rebrote depende de las reservas de carbohidratos y proteínas que la planta asigna a los meristemos

del tallo para la formación de área foliar nueva (Richards, 1993; Lemaire, 2001). La tasa de aparición de hojas se afecta negativamente con la intensidad de defoliación; cuando se remueven todas las hojas de un tallo, la tasa de aparición de hojas se reduce de 15 a 20% (Davies, 1974).

Por su parte, el tamaño del tallo y la tasa de elongación de las hojas se incrementan con defoliaciones ligeras (Lemaire, 2001; Berone *et al.*, 2007) y la senescencia en las hojas aumenta al ampliarse el intervalo entre las defoliaciones (Menezes *et al.*, 2003). En las regiones costeras del Golfo de México, a través del año se presentan fluctuaciones de la temperatura, precipitación pluvial y radiación solar, elementos del clima que están fuertemente asociados con el crecimiento de los pastos. Estas variaciones dan origen a tres épocas en el año: lluvias, nortes y seca.

En lluvias (junio a noviembre), la temperatura y precipitación pluvial son altas; en nortes (octubre a febrero), hay alta nubosidad y las temperaturas son bajas, y en la época seca (febrero a mayo), las temperaturas son altas y hay escasez de lluvia. Lo anterior, ocasiona una marcada estacionalidad en la producción de forraje, correspondiendo de 65 a 70% a la época de lluvias, de 13 a 21% a la de nortes y de 8 a 14% a la época seca (Martínez *et al.*, 2008).

No hay información sobre el efecto estacional de diferentes prácticas de manejo en el recambio de tejido del pasto *B. humidicola* CIAT 6133, en la región tropical de la vertiente del Golfo de México, por lo que, el objetivo fue evaluar el efecto de tres intensidades y tres frecuencias de corte en el recambio de tejido de este pasto, durante las épocas de lluvias y nortes, en Isla, Veracruz.

Materiales y métodos

Localización y descripción del sitio experimental

El experimento se condujo en una pradera de *B. humidicola* CIAT 6133 cv. Isleño, establecida en 1988 y sometida a diferentes manejos, en el Sitio Experimental Papaloapan del INIFAP, ubicado en el km, 66 de la carretera Cd. Alemán-Sayula, en el municipio de Isla, Veracruz, a 18° 06' de latitud norte, 95° 32' de longitud oeste y 65 m de altitud.

El clima de la región es Aw₀ (García, 1988), el más seco de los cálidos subhúmedos, con lluvias en verano, precipitación anual promedio de 1 000 mm y temperatura media anual de 25.7 °C. El suelo es Acrisol órtico de textura franco arenosa, con pH de 4.0 a 4.7, pobre en materia orgánica, nitrógeno, calcio y potasio, y con un contenido de medio a alto de fósforo y magnesio (Enríquez y Romero, 1999).

Tratamientos y diseño experimental

Se evaluaron nueve tratamientos, resultantes de la combinación de tres alturas de corte: 9, 12 y 15 cm con respecto al nivel del suelo, y tres intervalos de corte: tres, cuatro y cinco semanas en la época de lluvias y cinco, seis y siete semanas en la época de nortes. Los tratamientos se distribuyeron aleatoriamente, mediante un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 3 x 3, con tres repeticiones. Las unidades experimentales midieron 2 m de largo x 1.5 m de ancho (3 m²). Los bloques se ubicaron en forma perpendicular a la pendiente del terreno.

Los cortes se realizaron manualmente con cuchillo. El experimento se condujo del 30 de mayo de 2004 al 15 de marzo de 2005, durante las épocas de lluvias y nortes. Durante el periodo de conducción del experimento no se aplicaron fertilizantes ni plaguicidas a la pradera y su desarrollo fue exclusivamente bajo condiciones de temporal. Los datos de temperatura y precipitación pluvial mensuales del periodo de evaluación se obtuvieron de la estación meteorológica del Sitio Experimental Papaloapan del INIFAP.

Variables evaluadas

Tasa de aparición de hojas (TAH)

En cada parcela experimental se trazó un transecto de 1 m en el cual se seleccionaron cinco tallos de manera aleatoria, aproximadamente cada 20 cm, se marcó la segunda hoja madura presente en cada tallo con pintura de color blanco, después de realizar el corte correspondiente. El día anterior al siguiente corte se contaron las hojas nuevas presentes en cada tallo. La TAH (hojas tallo⁻¹ día⁻¹) se obtuvo al dividir el número de hojas aparecidas entre el número de días de cada intervalo de corte.

Crecimiento de hojas

La elongación, senescencia y crecimiento neto foliar se determinaron conforme a la metodología de Bircham y Hodgson (1983). A mediados de la estación de lluvias y nortes se trazó un transecto de 1 m, en el cual se seleccionaron aleatoriamente cinco tallos cada 20 cm, los cuales se identificaron con anillos de plástico al día siguiente del corte. Se midió la longitud de la lámina verde de cada hoja, desde la lígula hasta el ápice en hojas verdes y hasta la base del tejido clorótico en hojas en proceso de senescencia, en el caso de hojas inmaduras, la longitud fue desde el ápice de la hoja hasta la base de la hoja previa.

Estas determinaciones se hicieron cada semana hasta un día antes del siguiente corte, con una regla graduada en milímetros. Debido a que sólo se registró la lámina verde, la senescencia se obtuvo de manera indirecta por la diferencia de las longitudes de las hojas senescentes en mediciones sucesivas. La tasa de elongación foliar (TEF) se determinó por la diferencia entre la longitud final (LF) y la longitud inicial (LI) de las hojas en expansión, dividida entre el número de días de entre mediciones (ND): $TE = (LF - LI)/ND$.

La tasa de senescencia (TSF) se determinó por la diferencia entre la longitud inicial (LIHM) y la longitud final (LFHM) de las hojas maduras, dividida por el número de días entre mediciones (ND): $TSF = (LIHM - LFHM)/ND$. El crecimiento neto foliar (CNF) se calculó como la diferencia entre la tasa de elongación foliar (TEF) y la tasa de senescencia foliar (TSF): $CNF = TEF - TSF$.

Densidad de tallos

Al inicio del estudio (30 de mayo), se colocó un cilindro de pvc de 20 cm diámetro y 5 cm de altura en cada parcela. Todos los tallos dentro del área de cada cilindro fueron marcados y contados inmediatamente después de que se asignaron los tratamientos en las parcelas; para esto, se utilizaron anillos de plástico de color azul de 0.5 cm de diámetro y 1 cm de longitud. Cada cuatro semanas se realizaron conteos del número de tallos vivos y muertos, los tallos nuevos se marcaron con un color diferente en cada evaluación. Con los datos individuales de cada círculo se calculó la cantidad de tallos por metro cuadrado.

Análisis estadístico

A cada variable en estudio se le aplicó un análisis de varianza usando PROC GLM de SAS, y prueba de medias de Tukey (Steel *et al.*, 1997; SAS Institute, 2002). Los datos de aparición de hojas se analizaron por época del año, El análisis de los datos de crecimiento de hojas se hizo por estación en arreglo de parcelas divididas, donde la parcela grande fueron los tratamientos y la parcela chica las semanas. La variable de densidad de tallos se analizó por mes.

Resultados y discusión

Características climáticas durante el periodo experimental

En la estación de lluvias la precipitación pluvial fue de 1 134 mm y la temperatura media de 27.7 °C, mientras que, en la época de nortes, la precipitación pluvial fue de 201 mm y temperatura media de 23 °C (Figura 1).

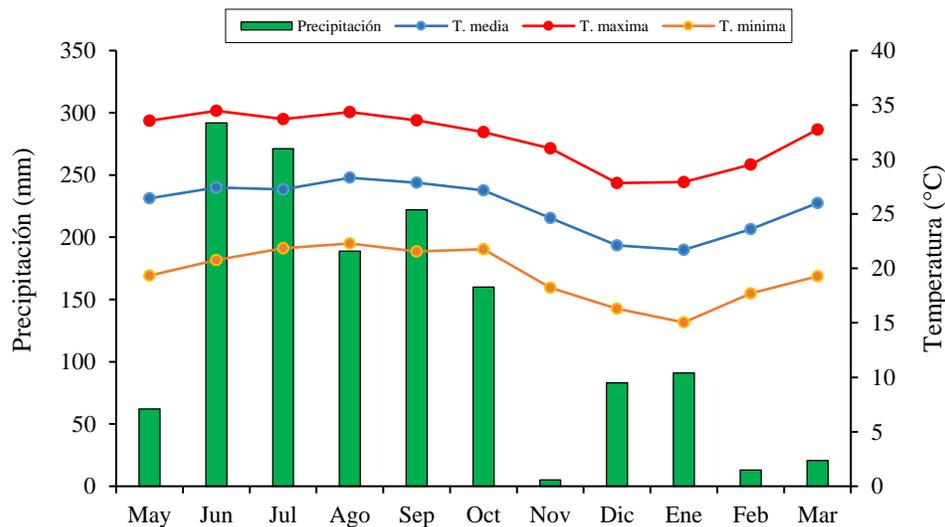


Figura 1. Distribución de la precipitación pluvial y temperatura durante el periodo de estudio (mayo 2004 a marzo de 2005) en el Sitio Experimental Papaloapan, Isla, Veracruz.

Tasa de aparición de hojas

La TAH fue afectada por la estación del año, así como por la altura y el intervalo de corte ($p \leq 0.05$). La TAH fue 2.3 veces mayor en la época de lluvias que en la de nortes (Cuadro 1), esta diferencia es similar a las reportadas en el pasto Bahía (*Paspalum notatum*) (Hirata y Pakiding, 2004) entre el verano e invierno.

La diferencia se debe a que la temperatura es menor en el invierno que en el verano, siendo uno de los elementos del clima que más afecta la TAH, aunque también, pueden tener efecto el fotoperiodo y la radiación solar (Duru y Ducrocq, 2000a; Duru y Ducrocq, 2000b).

Cuadro 1. Tasa de aparición de hojas (hojas tallo⁻¹ día⁻¹) en *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 a diferentes alturas de corte en las épocas de lluvias y nortes.

Época	Altura de corte (cm)			Promedio
	9	12	15	
Lluvias	0.09 b	0.09 b	0.097 a	0.092 A
Nortes	0.044 a	0.04 ab	0.037 b	0.04 B

Literales minúsculas comparan medias en fila, literales mayúsculas comparan medias en la misma columna, diferente literal indica diferencias significativas ($p \leq 0.05$) por la prueba de Tukey.

La TAH tuvo una respuesta diferente a la altura de corte entre épocas del año, en lluvias se observó mayor TAH al cosechar a 15 cm de altura, y en nortes, con cortes a 9 cm. El efecto del intervalo de cortes en la TAH también fue diferente entre épocas (Cuadro 2) en lluvias, la TAH fue mayor en cortes a tres y cuatro semanas, mientras que, en nortes, la mayor TAH ocurrió en el intervalo de cortes a siete semanas, que fueron 25 y 27% superior a los intervalos de cinco y seis semanas.

Cuadro 2. Tasa de aparición de hojas (hojas tallo⁻¹ día⁻¹) en las épocas de lluvias y nortes a diferentes intervalos de corte (IC) en *Brachiaria humidicola* CIAT 6133.

IC (semanas)	Lluvias	IC (semanas)	Nortes
3	0.097 a	5	0.037 b
4	0.095 a	6	0.037 b
5	0.084 b	7	0.047 a
Promedio	0.092	Promedio	0.04

Literales comparan medias en la misma columna, diferente literal indica diferencias significativas ($p \leq 0.05$) por la prueba de Tukey.

Los resultados en la TAH encontrados en este estudio son diferentes a los reportados en pasto Guinea, por Montagner *et al.* (2012), quienes no encontraron efecto de la altura de defoliación sobre la tasa de aparición de hojas, pero sí de la estación del año, esto se debe a que no hubo una competencia intensa por luz entre tallos, debido que las defoliaciones se hicieron al 95% de intercepción de luz. Además de la cantidad y calidad de luz, la TAH se favorece con la disponibilidad de fotosintatos en la planta (Davies, 1974), los cuales están relacionados con el índice de área foliar, la mayor TAH se alcanzó con cortes a 15 cm en la época de lluvias, que probablemente favorece la formación del área foliar y mayor síntesis de fotosintatos en la planta (Cuadro 3).

Cuadro 3. Recambio de tejido del pasto *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 en las épocas de lluvias y nortes a diferentes alturas de corte.

Época	Altura de corte (cm)			Promedio
	9	12	15	
Tasa de elongación (cm tallo ⁻¹ día ⁻¹)				
Lluvias	1.34 b	1.35 b	1.85 a	1.51 A
Nortes	0.37 b	0.35 b	0.53 a	0.42 B
Tasa de senescencia (cm tallo ⁻¹ día ⁻¹)				
Lluvias	0.036 a	0.036 a	0.042 a	0.038 A
Nortes	0.064 a	0.048 a	0.073 a	0.062 B

Época	Altura de corte (cm)			
	9	12	15	Promedio
	Crecimiento neto (cm tallo ⁻¹ día ⁻¹)			
Lluvias	1.3 b	1.32 b	1.81 a	1.47 A
Nortes	0.31 b	0.31 b	0.46 a	0.36 B

Literales minúsculas comparan medias en filas, literales mayúsculas comparan medias en la misma columna, diferente literal indica diferencias significativas ($p \leq 0.05$) por la prueba de Tukey.

En la época de nortes, la TAH se incrementó al disminuir la altura de corte, contrario a lo sucedido en la estación de lluvias; esta respuesta diferente de la planta se debe a que en la época de nortes, el crecimiento del pasto fue muy lento debido a la disminución de la temperatura (Figura 1) y la competencia por luz no ocurre, siendo la longitud del pseudo-tallo (tubo formado por las vainas de las hojas), lo que influye en la TAH: a mayor longitud del pseudo-tallo, las hojas demoran más en surgir arriba de la hoja anterior (Duru y Ducrocq, 2000a). La disminución de la TAH al aumentarse el intervalo de corte, en la época de lluvias en *B. humidicola* CIAT 6133 se explica por el hecho de que al crecer la planta, la cantidad y calidad de luz que llega a su parte inferior, disminuye causando la elongación del pseudo-tallo, ya que la hoja en formación tiene que recorrer una mayor distancia, y tardan más tiempo en emerger, resultando en un aumento en el tiempo de crecimiento de cada hoja (Duru y Ducrocq, 2000a; Duru y Ducrocq, 2000b; Lemaire, 2001; Anasenko *et al.*, 2006).

En la época de nortes, debido al poco crecimiento, no se presenta la elongación del tallo al aumentar el intervalo de corte, siendo otro factor el que modificó la TAH, muy probablemente la reserva de carbohidratos estructurales; para entender mejor esta respuesta y determinar el intervalo de cortes más adecuado, se requiere realizar más estudios en este pasto.

Crecimiento de hojas

La época del año y la altura de corte afectaron ($p \leq 0.05$) la tasa de elongación foliar (TEF) y el crecimiento neto foliar (CNF) (Cuadro 3). La tasa de senescencia foliar (TSF) sólo fue afectada ($p \leq 0.05$) por el intervalo de corte (Cuadro 4). En la época de lluvias, la TEF y el CNF fueron de 1.51 y 1.47 cm tallo⁻¹ día⁻¹ y en la de nortes, de 0.42 y 0.36 cm tallo⁻¹ día⁻¹, respectivamente. Por otra parte, la mayor TEF y CNF se obtuvo de cortes a 15 cm de altura en ambas épocas del año.

En la época de lluvias, la TEF con cortes a 15 cm de altura del forraje residual fue superior a la TEF con cortes a 9 y 12 cm, 8 y 37%, respectivamente. En el CNF, las diferencias fueron similares (Cuadro 3). En la época de nortes, la TEF con cortes a 15 cm de altura fue 43 y 50% mayor a las obtenidas a 9 y 12 cm a su vez, el CNF de 15 cm fue superior 50% al CNF obtenido a las alturas de 9 y 12 cm. La TSF se incrementó al aumentarse el intervalo de cortes (Cuadro 4).

Cuadro 4. Recambio de tejido del pasto *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 en las épocas de lluvias y nortes a diferentes intervalos de corte (IC).

IC (Semanas)	Lluvias	IC (Semanas)	Nortes
	Tasa de elongación (cm tallo ⁻¹ día ⁻¹)		
3	1.66 a	5	0.41 a
4	1.61 a	6	0.44 a
5	1.35 a	7	0.41 a

IC (Semanas)	Lluvias	IC (Semanas)	Nortes
Tasa de senescencia (cm tallo ⁻¹ día ⁻¹)			
3	0.009 b	5	0.048 a
4	0.044 ab	6	0.05 a
5	0.051 a	7	0.082 b
Crecimiento neto (cm tallo ⁻¹ día ⁻¹)			
3	1.65 a	5	0.37 a
4	1.57 a	6	0.39 a
5	1.29 a	7	0.33 a

Literales comparan medias en la misma columna, diferente literal indica diferencias significativas ($p \leq 0.05$) por la prueba de Tukey.

Las mayores TEF y CNF se presentaron en la época de lluvias, éstas superaron en 360 y 410% a las obtenidas en la época de nortes, resultados similares fueron reportados por Ramírez *et al.* (2010), quienes indican que la tasa de crecimiento neto foliar fue 144% mayor en la época de lluvias en comparación con la de sequía. Estas diferencias se deben a que en la época de lluvias se presentan condiciones favorables de humedad, fotoperiodo y temperatura para el crecimiento de las plantas, incrementándose las tasas de aparición y elongación de hojas (Lemaire, 2001; Anasenko *et al.*, 2006).

La TSF de la época de nortes fue 63% mayor a la de lluvias, por su parte, la mayor senescencia en la época de nortes probablemente se deba al efecto de las bajas temperaturas y viento, condiciones que prevalecen durante esta época. En ambas épocas, las mayores TEF y CNF con la altura de corte a 15 cm, se debe a que al incrementar la altura de corte queda mayor área foliar residual y carbohidratos solubles (Kim *et al.*, 2001), lo que favorece mayor crecimiento de la planta, manifestándose en mayor tasa de elongación de las hojas.

El incremento de la TEF con la mayor altura de corte también se explica por la morfología de las hojas: aquellas con mayor longitud de lámina foliar, tienen una TEF más acelerada que las de menor longitud (Durand *et al.*, 1999; Brandão de Carvalho *et al.*, 2013). Diversos estudios indican que la longitud de la lámina foliar se incrementa en plantas con pseudo tallo largo (Duru y Ducrocq, 2000a; Duru y Ducrocq, 2000b; Lemaire, 2001), lo cual sucedió en los cortes a 15 cm de altura en ambas épocas del año, siendo más notoria la diferencia en el tamaño de hojas entre alturas de cortes, en la época de lluvias.

El aumento en la TSF al incrementarse el intervalo de cortes en ambas épocas del año es congruente a lo reportado por Velasco-Zebadúa *et al.* (2005) en el pasto ballico perenne y a los resultados obtenidos en pasto Mombaza (Ramírez *et al.*, 2009). Esto se debe a que, al incrementarse el intervalo de corte, las hojas maduran y aumenta la senescencia.

La TEF, la TSF y el CNF, variaron significativamente ($p \leq 0.05$) con la semana de rebrote (Cuadro 5). En lluvias, las mayores TEF y CN se presentaron en la semana 2 (1.8 y 1.78 cm tallo⁻¹ día⁻¹), la tasa de senescencia se incrementó en las semanas 4 y 5. En la época de nortes, las mayores TEF y CNF se registraron en las primeras tres semanas (0.453, 0.496 y 0.463 cm tallo⁻¹ día⁻¹) y disminuyeron al aumentar la edad del rebrote, la TSF fue mayor en las semanas 6 y 7, lo que coincide por lo indicado por Dias-Filho (2000) en el mismo pasto.

Cuadro 5. Recambio de tejido en *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 por semana en las épocas de lluvias y nortes.

Semana	Tasa de elongación	Tasa de senescencia (cm tallo ⁻¹ día ⁻¹)	Crecimiento neto
Lluvias			
1	1.55 b	0.01 c	1.54 b
2	1.8 a	0.02 c	1.78 a
3	1.55 b	0.02 c	1.53 b
4	1.2 c	0.09 b	1.11 c
5	1.04 c	0.13 a	0.91 d
Nortes			
1	0.45 ab	0.01 c	0.44 a
2	0.5 a	0.02 c	0.48 a
3	0.46 a	0.02 c	0.44 a
4	0.39 bc	0.07 c	0.32 b
5	0.39 bc	0.08 bc	0.31 b
6	0.33 cd	0.14 ab	0.19 c
7	0.29 d	0.19 a	0.1 c

Literales diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

Densidad de tallos

La densidad de tallos no mostró cambios significativos por efecto de la altura de corte, ni por la interacción intervalo de corte con altura ($p \geq 0.05$), pero sí por la frecuencia de corte ($p \leq 0.05$) (Cuadro 6). En la época de lluvias (mayo a octubre), la población de tallos aumentó, llegando al máximo en el mes de octubre. En la época de nortes, la densidad de tallos disminuyó en noviembre y aumentó en los siguientes meses; la mayor densidad se obtuvo en marzo, independientemente de la frecuencia y altura de corte.

Cuadro 6. Densidad de tallos (número m⁻²) mensual en *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 a diferentes intervalos de corte.

IC (semanas)	Lluvias 2004					
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre
3	2 923 ab	3 166 b	3 323 a	3 326 a	3 436 a	4 274 a
4	3 557 a	3 778 a	3 675 a	3 547 a	3 213 a	4 071 a
5	2 279 b	2 392 c	2 851 b	2 665 b	2 991 a	3 340 b
EE	306	228	182	256	259	261
Nortes 2004-2005						
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	
5	3 833 a	4 185 a	4 617 a	5 339 a	5 695 a	
6	4 004 a	4 143 a	4 666 a	5 405 a	5 749 a	
7	3 059 b	3 255 b	3 573 b	4 134 b	4 452 b	
EE	266	298	356	432	479	

IC= intervalo de cortes. Literales diferentes en la misma columna son estadísticamente diferentes ($p \leq 0.05$).

En relación con el intervalo de corte, a excepción del mes de septiembre, se presentaron diferencias entre intervalos de corte, la menor densidad se presentó al cosechar cada 5 semanas en la época de lluvias y cada 7 semanas en la de nortes, y no hubo diferencias entre los cortes de 3 y 4 semanas en lluvias y 5 y 6 semanas en nortes. En pasto *Panicum maximum* cv. Mombaza, Ramírez *et al.* (2011) reportaron que, durante la época seca, la densidad de tallos en cortes a intervalos de 3 semanas fue mayor en 26 y 42% que en cortes a 5 y 7 semanas.

Estas diferencias se explican por el hecho de que, a mayores intervalos de corte, la altura de las plantas es mayor y se modifica la estructura de la pradera, se incrementa la competencia por luz durante el periodo de rebrote y el sombreado limita la luz que llega a las yemas inhibiendo su actividad y se reduce la formación de nuevos tallos. A su vez, los cortes frecuentes favorecen la cantidad y calidad de luz que penetra en la base del dosel, condiciones que promueven la activación de las yemas axilares localizadas en la base de los tallos remanentes, las cuales darán origen a nuevos tallos (Matthew *et al.*, 2000; Lemaire, 2001).

Conclusiones

La tasa de aparición de hojas y el crecimiento neto foliar es mayor en la época de lluvias que en la de nortes. El mayor crecimiento neto foliar ocurre al cosechar a 15 cm de altura, independientemente de la época del año e intervalo de corte. La mayor tasa de elongación foliar ocurre en las tres primeras semanas de rebrote y la tasa de senescencia se incrementa en rebrotes de más de cuatro semanas en las épocas de lluvias y nortes. La tasa de senescencia foliar se incrementa al aumentar el intervalo de corte. La mayor tasa de senescencia ocurre a intervalos de corte de 5 semanas en la época de lluvias y 7 semanas en la de nortes. La población de tallos es menor cuando el forraje se cosecha a intervalos de 5 semanas en la época de lluvias y 7 semanas en la de nortes.

Literatura citada

- Anasenko, M. K. R.; Nascimento, J. D.; Carneiro, S. S.; Batista, E. V. P. e Miranda, F. D. 2006. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. *Rev. Bras. Zootec.* 35(6):2243-2252.
- Berone, G. D.; Lattanzi, F. A.; Colabelli, M. R. and Agnusdei, M. G. 2007. A comparative analysis of the temperature response of leaf elongation in *Bromus stamineus* and *Lolium perenne* plants in the field: Intrinsic and size-mediated effects. *Annals Bot.* 100(4):813-820.
- Bircham, J. S. and Hodgson, J. 1983. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. *Grass and Forage Sci.* 38(4):323-331.
- Brandão de Carvalho, C. A.; Fernandes, P. B.; Campos Paciuлло, D. S. and Miranda Gomide, A. M. 2013. Morphogenetic and structural characteristics of clones of elephant grass managed under intermittent stocking. *In: Proceedings 22nd International Grassland Congress.* Michal, L. D.; Millar, D. G.; Badgery, B. W. and Broadfood, M. K. (Eds.). Sidney, Australia. 1070-1071 pp.
- Carlassare, M. and Karsten, H. D. 2003. Species population dynamics in a mixed pasture under two rotational sward grazing height regimes. *Agron. J.* 95(4):844-854.

- Cruz, L. P. I.; Hernández, G. A.; Enríquez, Q. J. F.; Mendoza, P. S. I.; Quero, C. A. R. y Joaquín, T. B. M. 2011. Desempeño agronómico de genotipos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt en el trópico húmedo de México. *Rev. Fitotec. Mex.* 34(2):123-131.
- Davies, A. 1974. Leaf tissue remaining after cutting and regrowth in perennial ryegrass. *J. Agric. Sci.* 82(1):165-172.
- Da Silva, C. S.; Nascimento, J. D. e Batista, E. V. P. 2008. Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo. Viosa, M.G. Brasil. 115 p.
- Da Silva, C. S.; Sbrissia, F. A. y Pereira T. E. L. 2015. Ecophysiology of C₄ forage Grasses- Understanding plant growth for optimizing their use and management. *Agriculture.* 5(3):598-625.
- Dias-Filho, M. B. 2000. Growth and biomass allocation of the C₄ grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. *Pesquisa Agropec. Bras.* 35(12):2335-2341.
- Durand, J.; Schäufele, R. and Gastal, F. 1999. Grass leaf elongation as a function of developmental stage and temperature: morphological analysis and modelling. *Annals Bot.* 83(5):577-588.
- Duru, M. and Ducrocq, H. 2000a. Growth and senescence of the successive leaves on a cocksfoot tiller. Effect of nitrogen and cutting regime. *Annals Bot.* 85(5):645-653.
- Duru, M. and Ducrocq, H. 2000b. Growth and senescence of successive grass leaves on a tiller. Ontogenic development and effect of temperature. *Annals Bot.* 85(5):635-643.
- Enríquez, Q. J. F. y Romero, M. J. 1999. Tasa de crecimiento estacional a diferentes edades de rebrote de 16 ecotipos de *Brachiaria* spp. en Isla, Veracruz. *Agrociencia.* 33(2):141-148.
- Enríquez, Q. J. F.; Meléndez, N. F.; Bolaños, A. E. D. y Esqueda, E. V. A. 2011. Producción y manejo de forrajes tropicales. INIFAP. CIRGOC. Campo Experimental La Posta. Medellín de Bravo, Ver., México. Libro técnico núm. 28. 404 p.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 4ª. (Ed.). México, DF. 217 p.
- 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. *Tropical Grasslands.* 38(2):100-111.
- Hodgson, J. 1990. Grazing management: science into practice. Longman handbooks in agriculture. Harlow, Essex, UK. 203 p.
- Kim, T. H.; An, K. W. and Jung W.-J. 2001. Effects of daily herbage allowance on the organic reserves at the end of grazing and the accumulation of herbage during regrowth. *Austr. J. Agric. Res.* 52(9):883-890.
- Lemaire, G. 2001. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. *In: Proceedings XIX International Grasslands Congress.* Gomide, J. A.; Mattos, W. R. S. and da Silva, S. C. (Eds.). FEALQ. Piracicaba, São Paulo, Brasil. 29-37 pp.
- Lemaire, G.; Da Silva, S. C.; Agnusdei, M.; Wade, M. and Hodgson, J. 2009. Interactions between leaf lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a review. *Grass Forage Sci.* 64(4):341-353.
- 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 *B. humidicola* CIAT 6133 con diferente manejo de la defoliación. *Téc. Pec. Méx.* 46(4):427-438.
- Matthew, C.; Assuero, S. G.; Black, C. K. and Sackville, H. N. R. 2000. Tiller dynamics of grazed swards. *In: Grassland ecophysiology and grazing ecology.* Lemaire, G.; Hodgson, J.; Moraes, A.; Nabinger, C. and Carvalho, P. C. F. (Eds.). CAB International. Wallingford, UK. 127-150 pp.

- McKenzie, B. A.; Kemp, P. D.; Moot, D. J.; Matthew, C. and Lucas, R. J. 1999. Environmental effects on plant growth and development. *In: New Zealand pasture and crop science*. White, J. and Hodgson, J. (Eds.). Oxford University Press. Auckland, New Zealand. 29-44 pp.
- Menezes, S. P.; Alvares, B. M. A. and Corsi, M. 2003. Morphogenetic characteristics and management of Tanzania grass. *Pesquisa Agropec. Bras.* 38(8):991-997.
- Montagner, D. B.; Nascimento, J. D.; Lana, S. B. M.; Vilela, H. H.; Teixeira, S. M. C.; Batista, E. V. P.; Carneiro, S. and Neves, C. M. 2012. Morphogenesis in guinea grass pastures under rotational grazing strategies. *Rev. Bras. Zootec.* 41(4):883-888.
- Ramírez, R. O.; Carneiro, S. S. C.; Hernández, G. A.; Enríquez, Q. J. F.; Pérez, P. J.; Quero, C. A. R. y Herrera, H. J. G. 2011. Rebrote y estabilidad de la población de tallos en el pasto *Panicum maximum* cv. 'Mombaza' cosechado en diferentes intervalos de corte. *Rev. Fitotec. Mex.* 34(3):213-220.
- Ramírez, R. O.; Hernández, G. A.; Carneiro, S. S. C.; Pérez, P. J.; Enríquez, Q. J. F.; Quero, C. A. R.; Herrera, H. J. G. y Cervantes, N. A. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Téc. Pec. Méx.* 47(2):203-213.
- Ramírez, R. O.; Hernández, G. A.; Carneiro, S. S. C.; Pérez, P. J.; Souza, J. S. J.; Castro, R. R. y Enríquez, Q. J. F. 2010. Características morfológicas y su influencia en el rendimiento del pasto Mombaza, cosechado a diferentes intervalos de corte. *Trop. Subtrop. Agroecosys.* 12(2):303-311.
- Richards, J. H. 1993. Physiology of plant recovering from defoliation. *In: Proceedings of the XVII International Grasslands Congress*. Baker, J. M.; Crush, R. J. and Humphreys, R. L. (Eds.). Palmerston North, New Zealand. 85-94 pp.
- SAS Institute. 2002. User's Guide: Statistics Version 9.0. SAS Institute. Cary, NC, USA.
- Steel, R. G. D.; Torrie, J. H. and Dickey, D. A. 1997. Principles and procedures of statistics: a biometrical approach. 3rd (Ed.). McGraw-Hill. New York, NY, USA. 672 p.
- Velasco-Zebadúa, M. E.; Hernández-Garay, A. y González-Hernández, V. A. 2005. Rendimiento y valor nutritivo del ballico perenne (*Lolium perenne* L.) en respuesta a la frecuencia de corte. *Téc. Pec. Méx.* 43(2):247-258.