

DINÁMICA DE TALLOS DEL PASTO *Urochloa* HÍBRIDO CV COBRA EN RESPUESTA AL TIEMPO DE CORTE

TILLER DYNAMICS OF *Urochloa* HYBRID GRASS CV COBRA IN RESPONSE TO CUTTING TIME

Jesús Cámara-Acosta¹, Javier Francisco Enríquez-Quiroz², José Ángel Rueda-Barrientos³, Eusebio Ortega-Jiménez⁴, Jacinto Efrén Ramírez-Briebesca¹ y Juan de Dios Guerrero-Rodríguez^{5*}

¹Colegio de Postgraduados (CP), Campus Montecillo, Programa de Ganadería, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México. ²Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental La Posta, Paso del Toro, Medellín, Veracruz. ³Universidad del Papaloapan, Campus Loma Bonita, Loma Bonita, Oaxaca, México. ⁴CP, Campus Veracruz, Tepetates, Veracruz, México. ⁵CP, Campus Puebla, Santiago Momoxpan, Puebla, México.

*Autor de correspondencia (rjuan@colpos.mx)

RESUMEN

El pasto *Urochloa* híbrido cultivar Cobra es de reciente introducción al trópico mexicano y se desconoce la dinámica del ciclo de vida de los tallos, aspecto relacionado con la producción forrajera y la persistencia. El objetivo del presente estudio fue evaluar el comportamiento de este pasto a cuatro tiempos de corte. Se hipotetizó que realizar cortes de forraje con base en la cantidad de luz interceptada por el dosel favorece la dinámica. Los tratamientos aplicados fueron cortes al alcanzar 90, 95 y 100 % de interceptación luminosa (IL) y un corte a un tiempo fijo. El estudio se estableció en 2017 bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones en Medellín, Veracruz, México. Los tallos se contaron mensualmente en círculos de 20.32 cm de diámetro. Las tasas de aparición de tallos (TAT), supervivencia (TST), muerte (TMT), así como el índice de estabilidad (IE) no fueron afectados ($P > 0.05$) por el tiempo al corte; el efecto mayor fue por la estación del año ($P \leq 0.001$) y sólo se tuvo interacción estación \times tratamientos para TAT e IE ($P \leq 0.05$). La TAT y la TST fueron mayores ($P \leq 0.05$) en verano y otoño entre 62 y 76 %. La TMT menor ($P \leq 0.05$) fue en verano y alcanzó 43 %. La densidad poblacional de tallos (DPT) fue afectada por el tiempo al corte ($P \leq 0.0001$) y la estación ($P \leq 0.0001$), se encontró que cortar a 90 % IL indujo mayor DPT ($P \leq 0.05$) con 2048 tallos m^{-2} , mientras que cortes a tiempo fijo y a 100 % IL tuvieron la menor población (882 y 1271 tallos m^{-2} , respectivamente). La dinámica de tallos en este pasto es mayormente influenciada por las condiciones ambientales de acuerdo con la estación del año; no obstante, realizar cortes a 90 % IL induce mayor DPT.

Palabras clave: Aparición de tallos, interceptación luminosa, muerte de tallos, pasto tropical.

SUMMARY

The *Urochloa* hybrid grass cultivar Cobra was recently introduced to the Mexican tropics and the dynamics of the life cycle of its tillers, an aspect related to forage production and persistence, is largely unknown. The aim of this study was to evaluate its performance at four cutting times. It was hypothesized that carrying out forage cuttings based on the amount of light intercepted by the canopy favors dynamics. The treatments applied were cuts when reaching 90, 95 and 100 % of light interception (LI) and a cut at a fixed time. The trial was established in 2017 under a randomized complete block design with four replications in Medellín, Veracruz, Mexico. Tillers were

counted monthly in circles of 20.32 cm in diameter. Tiller emergence (TER), survival (TSR) and death (TDR), as well as stability index (SI) were not affected ($P > 0.05$) by time to cut; the greatest effect was due to the season of the year ($P \leq 0.001$) and there was only season \times treatments interaction for TER and SI ($P \leq 0.04$). TER and TSR were thigher ($P \leq 0.05$) in Summer and Fall between 62 and 76 %. The lowest TDR ($P \leq 0.05$) was in Summer and reached 43 %. The tiller population density (TPD) was affected by time to cut ($P \leq 0.0001$) and season ($P \leq 0.0001$), it was found that cutting at 90 % LI induced the highest TPD ($P \leq 0.05$) with 2048 stems m^{-2} , while cuttings at a fixed time and at 100 % LI had the lowest (882 and 1271 stems m^{-2} , respectively). Tiller dynamics in this grass is mostly influenced by environmental conditions according to the season of the year; however, cutting at 90 % IL induces greater TPD.

Index words: Light interception, tiller appearance, tiller death, tropical grass.

INTRODUCCIÓN

La persistencia en campo de una especie forrajera o un cultivar es una de las características deseables para su elección como fuente de alimento para los rumiantes. Esta característica se relaciona con la dinámica de la aparición, desarrollo y muerte de tallos (da Silva *et al.*, 2007; Matthew *et al.*, 2013), proceso fisiológico importante para mantener estable la población de plantas (Matthew *et al.*, 2000). Este proceso es afectado por diversos factores referentes a la misma planta y a las condiciones ambientales en las que se encuentra el manejo del pastoreo (de Carvalho *et al.*, 2006). Tanto la frecuencia como la intensidad del pastoreo son reguladores importantes en la densidad poblacional de tallos (DPT). da Silva *et al.* (2007) indicaron que los pastoreos frecuentes e intensos, en manejo rotacional o continuo, incrementan la renovación de tallos, reducen la vida media del tallo y favorecen la tasa de aparición y elongación de hojas. Tal condición genera aparición de tallos jóvenes, que son de mejor calidad nutritiva para los rumiantes que los maduros.

En varios pastos se ha estudiado la dinámica de tallos. En *Urochloa brizantha* cultivar Marandu, Sbrissia *et al.* (2010) observaron diferencias en la densidad de población, tasas de aparición y muerte de tallos en praderas con intensidades de pastoreo de 10, 20, 30 y 40 cm de altura, siendo la primer altura, la que tuvo mayores tasas de aparición y muerte, promediando 31 y 27 tallos por 100 tallos cada 30 d. Fialho *et al.* (2012), en la misma especie y variedad, pero en manejo rotacional, a 25 y 35 cm de altura de pastoreo y fertilización con N (50 y 200 kg ha⁻¹) encontraron un incremento de la DPT con la altura de 25 cm de 244 tallos m⁻² con respecto a la altura de 35 cm, mientras que el N no afectó la tasa de muerte de tallos. Diferencias entre cultivares han sido reportadas por Luna *et al.* (2016), quienes al cosechar a 30 d los cultivares MG5 y Piata de *Urochloa brizantha*, encontraron diferencias en la DPT de 172 tallos m⁻², pero no en las tasas de aparición, muerte e índice de estabilidad; así mismo, se han encontrado respuestas positivas en la densidad de tallos, TAT y TST en *U. brizantha* cuando se cosechó a 95 % IL con 10 cm de intensidad de pastoreo (Portela *et al.*, 2011).

Un pasto que comienza a introducirse a la región tropical de México es el cultivar Cobra, clon apomítico de una población sintética, tetraploide e híbrido triple entre *Urochloa ruziziensis* × *U. decumbens* × *U. brizantha*) (Pizarro, 2013). Este pasto es perenne, de crecimiento erecto y amacollado, con rendimientos promedios entre 10284 y 2778 kg MS ha⁻¹ en temporada de lluvias y seca, respectivamente (Pizarro, 2013). Su contenido proteico es entre 11 y 13 % a los 30 d, su digestibilidad es de alrededor de 69 %, con tolerancia a la sequía y a la quema (Enríquez *et al.*, 2016). Sobre la dinámica de crecimiento, no se cuenta con información en México, por lo que el objetivo de la presente investigación fue evaluar la tasa de aparición, muerte y supervivencia de tallos, así como el índice de estabilidad a diferentes tiempos de cosecha, considerando que dichos parámetros pueden mejorar si se cosecha el forraje con base en las cantidades de luz interceptada por el dosel.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación y condiciones ambientales del estudio

La investigación se efectuó en el Campo Experimental La Posta del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, en Paso del Toro, Medellín, Veracruz, México (19° 02' N, 96° 08' O y altitud de 16 msnm). El suelo del lugar es vertisol, con pH de 6.9, textura franco arcillo arenosa y un contenido de materia orgánica de 2.6 %. De acuerdo con García (2004), el clima del área es cálido subhúmedo con lluvias en verano (Aw1), con temperaturas media, máxima y mínima de 25.4, 31.3 y 19.5

°C, respectivamente, precipitación pluvial anual de 1336.8 mm y 1379.5 mm de evaporación anual. Se tuvieron las siguientes condiciones climatológicas durante el periodo experimental: precipitación de 1822 mm, evaporación de 1097 mm, temperatura máxima promedio de 32 °C, temperatura mínima promedio de 20 °C y temperatura media de 23 °C (Figura 1).

Establecimiento y manejo agronómico del experimento

Se utilizó una pradera establecida de pasto Cobra. Al inicio del experimento (13 de julio de 2017) se fertilizó con la fórmula 150-50-50 de N, P y K, usando como fuentes urea, fosfato diamónico y cloruro de potasio como fuentes; primero, se aplicó la mitad del N y todo el P y K, mientras que la mitad restante de N se aplicó el 5 de octubre de 2017 (final del periodo de lluvias). Para controlar malezas de hoja ancha se aplicó el herbicida Picloran + 2,4-D (ácido 4-amino-3,5,6-tricloropicolínico + ácido 2,4-diclofenoxiacético) por única ocasión al inicio del experimento. A mediados de octubre se aplicó el insecticida Cipermetrina [3-(2,2-diclorovinil)-2,2-dimetilciclopropano carboxilato de 1-ciano-1-(3-fenoxibencil)metilo] para combatir la plaga 'salivazo' (*Prosapia simulans*). El corte de uniformización se realizó el 24 de junio de 2017 a 15 cm de altura residual.

Tratamientos y mediciones

Los tratamientos fueron cortes de forraje en el tiempo en que se alcanzó 90, 95 y 100 % de IL en el dosel y un corte a tiempo fijo dependiendo de la estación del año (a 28 d en primavera-verano y a 35 d en otoño-invierno) distribuidos en un diseño en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental constó de una superficie en forma de cuadro de 9 m². Para las mediciones de interceptación luminosa se utilizó un ceptómetro lineal (AccuPAR Model LP-80, Decagon Devices, Inc., Pullman, Washington, EUA) calibrado a las coordenadas y a la arquitectura de la hoja. Se realizaron cinco lecturas en diferentes ubicaciones de la unidad experimental, alrededor del mediodía (12:00-13:00 h) para captar la energía de los rayos solares en posición perpendicular al cultivo. Con las lecturas de la radiación fotosintéticamente activa (PAR), medidas por encima (PAR_o) y por debajo (PAR_d) del dosel, se obtuvieron los porcentajes interceptación de cada unidad experimental, promediando las cuatro repeticiones para tomar la decisión de corte con tijeras del forraje producido. Para medir la densidad poblacional de tallos, se colocó al azar un aro de PVC de 20.32 cm de diámetro a nivel del suelo por unidad experimental. Cada mes durante un año se contaron los tallos basales. En cada conteo los tallos encontrados se identificaron con un alambre de color específico, mientras que a los tallos muertos se les retiró

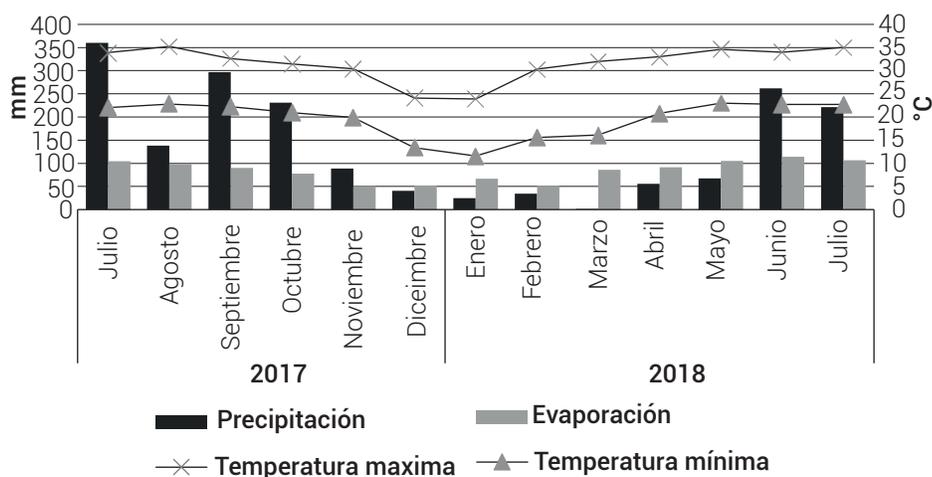


Figura 1. Condiciones meteorológicas durante el período experimental.

tal marcación. Se consideró tallo muerto al que presentó el mayor porcentaje de senescencia (medido en peso seco de material muerto), y tallo nuevo, al que tuvo dos o tres hojas en desarrollo. Se colocó un cuadro fijo de 1 m² de área por cada unidad experimental y cada mes se contabilizó el número de plantas presentes para registrar la densidad poblacional de plantas. El número de tallos vivos y muertos se multiplicó por el promedio del número de plantas por m² para estimar el número de tallos por m². Con el número total de tallos vivos en cada muestreo (DT) se calculó la tasa de aparición de tallos (TAT) dividiendo el número de tallos nuevos entre la DT del muestreo anterior y el resultado multiplicado por 100; para la tasa de mortalidad de tallos (TMT) el número de tallos muertos se dividió entre la DT del muestreo anterior y el resultado se multiplicó por 100 (de Carvalho *et al.*, 2006).

Con base en las ecuaciones de Bahmani *et al.* (2003), la tasa de supervivencia de tallos (TST) fue igual a 100 – TMT, y el índice de estabilidad de la población de tallos (Pf/Pi) fue igual a TST (1 + TAT).

Análisis estadístico

Las variables se analizaron como medidas repetidas en el tiempo mediante el procedimiento GLIMMIX de SAS versión 9.4 (SAS Institute, 2018). Se consideraron efectos fijos al tiempo al corte, mes de conteo (así como la estación cuando se conjuntaron los valores de los meses correspondientes de conteo) y sus interacciones; el efecto de bloques se consideró aleatorio. La comparación de medias fue mediante intervalos de confianza generados con la opción DIFF del procedimiento GLIMMIX de SAS ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tasa de aparición de tallos

La tasa de aparición de tallos no fue afectada por tiempo al corte ($P = 0.537$), pero hubo interacción tiempo al corte por mes de conteo ($P = 0.04$); así mismo, ésta dependió del mes de conteo ($P \leq 0.0001$). Las tasas mayores de aparición se encontraron en verano (agosto y septiembre) y otoño de 2017 en un intervalo de 62 a 76 % (Cuadro 1). A medida que hubo restricciones de humedad y la temperatura aumentó, los valores de la TAT descendieron en promedio a 12.1 %. Los cortes y las aplicaciones de fertilizante estimularon la aparición de tallos hasta el mes de diciembre de 2017; después, debido a la disminución de las temperaturas registradas en ese mes, seguidas de bajas precipitaciones y alta evaporación, no se estimuló la aparición de tallos, independientemente de los tiempos al corte al que fue sometido el pasto.

Ramírez *et al.* (2011) encontraron que el pasto *Panicum maximum* cv Mombaza, al ser sometido a los intervalos de corte de tres, cinco y siete semanas, no mostró diferencias en la TAT; esta tasa fue influenciada por la época del año, donde el valor mayor se encontró en la época de lluvias, comparado con la época de seca (38 vs 4.6 tallos/100 tallos por mes, respectivamente), comportamiento similar al encontrado en la presente investigación; sin embargo, el pasto *P. maximum* cv Tanzania manejado en los momentos de pre-pastoreo con 90 y 95 % IL y a alturas post-pastoreo de 30 y 50 cm, presentó las mayores tasas de aparición de tallos al ser cosechado más frecuentemente (90 % IL), independiente de la altura residual (Zanine *et al.*, 2013). Estos valores fueron justificados por la capacidad del

cultivar para generar nuevas hojas, factor estrechamente relacionado con la aparición de tallos. Este mismo patrón fue encontrado en el pasto *U. brizantha* cv Brizantha al ser manejado a alturas de pastoreo de 10, 20, 30 y 40 cm. Sbrissia *et al.* (2010) reportaron las tasas mayores en la altura de 10 cm, pues permitió la entrada de luz a la base del dosel y estimuló este parámetro. Esta tendencia no se presentó en el pasto Cobra, posiblemente por la mayor restricción de humedad en el suelo, lo que indujo que el crecimiento fuera muy lento, afectando la acumulación suficiente de carbohidratos de reserva en las raíces para ser usados en la formación de nuevos tallos después de la cosecha (da Silva *et al.*, 2007), a pesar de que el dosel permitía la entrada de luz a la base del tallo (Matthew *et al.*, 2000; Sbrissia *et al.*, 2010; Zanine *et al.*, 2013). Adicionalmente, en los cortes con base en intercepción luminosa, las TAT bajas posiblemente fueron influenciadas por la sombra causada por las alturas del dosel. Estos tiempos de corte alcanzaron alturas superiores a 30 cm, las cuales superan la altura recomendada para cultivares de porte amacollado de esta misma especie (Sbrissia *et al.*, 2010); por lo tanto, la aparición de tallos sólo ocurría en los primeros días después de que las unidades experimentales eran cosechadas a la altura residual establecida (15 cm); una vez que se superaban los 30 cm de altura, la calidad de luz en la base era menor, lo que no permitió la estimulación de las yemas basales para la formación de tallos (Matthew

et al., 2000; Sbrissia *et al.*, 2010).

Tasa de muerte de tallos

La tasa de muerte de tallos no fue afectada por el tiempo al corte ($P = 0.3602$) ni por la interacción tiempo al corte \times mes de conteo ($P = 0.1394$), el efecto que se tuvo fue debido al mes de conteo ($P \leq 0.0001$). En parte del otoño, invierno y primavera se registraron tasas mayores ($P \leq 0.05$) de muerte de tallos (88.1 % en promedio) y la menor se registró en verano, cuando los tratamientos con los valores más bajos promediaron una TAT de 43 % (Cuadro 2). Los porcentajes bajos de la TMT en los primeros meses del otoño fueron causados por la presencia de la plaga denominada 'salivazo', que ocasionó la muerte de tallos reproductivos, principalmente en los tiempos al corte basados en intercepción luminosa. Para el corte a tiempo fijo se tuvo la presión adicional de cosechas frecuentes que debilitaron aún más a los tallos. A finales de invierno y principios de primavera, las tasas altas de muerte de tallos, entre ellos los jóvenes, se debieron principalmente a la sequía.

En el pasto Cobra, las TMT fueron superiores a las TAT. Datos similares fueron reportados por Freitas *et al.* (2012) en *U. brizantha* cv Piatá con manejo diferido. Estos autores encontraron altas TMT en periodos de diferimiento cortos

Cuadro 1. Medias de la tasa de aparición de tallos (%) por mes de conteo de pasto *Urochloa* híbrido cv Cobra a cuatro tiempos al corte del forraje.

Mes/Año	Tiempos al corte				Medias por estación	
	90 % IL	95 % IL	100 % IL	Fijo		
Ago/2017	56.9 *	38.6 ns	39.0 ns	63.3 *	V	63 a
Sep/2017	76.9 *	94.2 *	43.3 ns	74.0 *		
Oct/2017	32.4 ns	81.2 *	64.6 *	15.9 ns	O	45 b
Nov/2017	60.0 *	94.9 *	68.9 *	41.2 ns		
Dic/2017	22.5 ns	10.8 ns	21.6 ns	19.1 ns	I	11 c
Ene/2018	17.7 ns	18.9 ns	14.9 ns	11.2 ns		
Feb/2018	10.1 ns	14.1 ns	18.7 ns	4.7 ns		
Mar/2018	5.3 ns	5.8 ns	1.9 ns	4.7 ns	P	10 c
Abr/2018	8.2 ns	11.1 ns	34.3 ns	18.4 ns		
May/2018	4.4 ns	7.3 ns	9.0 ns	3.7 ns		
Jun/2018	15.8 ns	2.2 ns	1.5 ns	11.7 ns		
Media	28.2 ns	34.5 ns	28.9 ns	20.22 ns		
EEM	5.35	7.81	5.55	4.18		

*: $P \leq 0.0001$, NS: no significativo, EEM: error estándar de la media, IL: intercepción luminosa. Medias con letras iguales entre estaciones del año no son significativamente diferentes de acuerdo con intervalos de confianza generados con la opción DIFF, procedimiento GLIMMIX de SAS ($P \leq 0.05$).

Cuadro 2. Medias de tasa de muerte de tallos (%) por mes de conteo del pasto *Urochloa* híbrido cv Cobra sometido a cuatro tiempos al corte del forraje.

Mes/Año	Tiempos al corte				Medias por estación	
	90 % IL	95 % IL	100 % IL	Fijo		
Ago/2017	42.2 *	41.2 *	63.2 *	50.2 *	V	51 c
Sep/2017	76.9 *	44.6 *	25.2 ns	61.8 *		
Oct/2017	88.0 *	90.7 *	75.3 *	72.6 *	O	84 b
Nov/2017	72.9 *	80.5 *	96.9 *	64.0 *		
Dic/2017	96.0 *	97.0 *	83.1 *	95.6 *	I	92 a
Ene/2018	94.3 *	95.5 *	96.2 *	98.3 *		
Feb/2018	91.8 *	90.1 *	86.6 *	82.0 *	P	83 b
Mar/2018	94.0 *	91.8 *	94.0 *	90.2 *		
Abr/2018	92.0 *	85.0 *	83.7 *	91.1 *		
May/2018	86.3 *	83.7 *	85.8 *	79.1 *		
Jun/2018	75.3 *	73.1 *	86.3 *	78.4 *		
Media	82.6 ns	79.42 ns	79.7 ns	78.7 ns		
EEM	1.841	2.736	2.485	2.000		

*: $P \leq 0.0001$, NS: no significativo, EEM: error estándar de la media, IL: intercepción luminosa. Medias con letras iguales entre estaciones del año no son significativamente diferentes de acuerdo con intervalos de confianza generados con la opción DIFF, procedimiento GLIMMIX de SAS ($P \leq 0.05$).

(1-30 d), atribuidas al recambio constante de tallos; sin embargo, al prolongarse los periodos (61-90 y 91-120 d) este parámetro se incrementó, superando a la tasa de aparición de tallos, hasta llegar al punto donde la población de tallos no pudo ser mantenida. Rueda *et al.* (2018) hicieron mención sobre el efecto negativo del déficit hídrico en el suelo sobre la muerte de tallos, más en los aéreos que en los basales en la especie *Cenchrus purpureus*, donde los promedios mayores se encontraron en la época seca en todos los cultivares. En ryegrass (*Lolium perenne*) se observó un comportamiento similar, donde a mayor acumulación de forraje, las altas TMT se deben a la mortalidad de tallos jóvenes en los estratos bajos del dosel, causada por el sombreo (Edwards y Chapman, 2011). Estos reportes concuerdan con lo observado en el presente estudio, donde los tallos muertos en primavera ocurrieron en mayor grado en tallos jóvenes que en maduros. La mayor muerte de tallos maduros fue en otoño, debido a la decapitación de tallos reproductivos (Matthew *et al.*, 2013). Por tanto, la regulación del pastoreo, el sombreo y la competencia inter-específica de tallos por luz o nutrientes es necesaria para un buen manejo (da Silva *et al.*, 2007; Sbrissia *et al.*, 2010).

Tasa de supervivencia

La tasa de supervivencia no fue afectada por el tiempo al corte ($P = 0.3603$), ni de interacción del tiempo al corte \times mes de conteo ($P = 0.1394$), los efectos mayores se debieron al mes de conteo ($P \leq 0.0001$) y por tanto a la estación. Los porcentajes mayores se encontraron en los meses del verano de 2017 y los menores principalmente en invierno del mismo año, con una disminución de 84 %, para aumentar en 112 % en primavera de 2018 (Cuadro 3).

La supervivencia de tallos es uno de los mecanismos de las plantas forrajeras para asegurar la perennidad de la pradera. Este mecanismo presenta variación entre especies, cultivares (Luna *et al.*, 2016), tipos de tallos (Freitas *et al.*, 2012) y etapa fenológica (Stivani *et al.*, 2014). Luna *et al.* (2016) reportaron diferencias entre cultivares del género *Urochloa*, donde el cv. Piatá obtuvo mayor promedio que el MG5 (0.80 y 0.66 tallos d^{-1} , respectivamente) al ser cosechados cada 30 d. Comportamiento similar se encontró en el cv. Piatá con manejo diferido (Freitas *et al.*, 2012). Este cultivar presentó la tasa más baja al ser cosechado a frecuencia de 30 d; cuando el tiempo a cosecha aumentó, la sobrevivencia también aumentó, principalmente en tallos basales. En el mismo tenor, *Urochloa decumbens* cv. Basilisk no presentó diferencias entre tallos basales y aéreos al ser manejado a dos intensidades (5 y 10 cm

de altura residual) y dos alturas pre-pastoreo (95 y 100 % IL), pero sí entre estaciones, aumentando cuando las condiciones ambientales fueron adversas (Portela *et al.*, 2011). Los autores recomendaron en este cultivar cortes a 95 % IL y 10 cm altura residual por proporcionar altas tasa de aparición y sobrevivencia de tallos. Stivani *et al.* (2014) enfatizaron que la combinación entre las tasas de aparición y supervivencia pueden sostener la población de tallos en determinadas situaciones, como ocurrió en la presente investigación.

Índice de estabilidad

El índice de estabilidad no fue afectado por tiempo al corte ($P = 0.6069$), pero sí por el mes de conteo ($P \leq 0.001$) y la interacción entre el tiempo al corte \times el mes de conteo ($P = 0.0223$). En otoño y en verano de 2017 se registraron los valores mayores del IE en un intervalo de 1.2 a 1.5 y los menores ocurrieron en invierno y primavera (Cuadro 4) las cuales tuvieron las condiciones ambientales más críticas.

De acuerdo con Bahmani *et al.* (2003), el índice de estabilidad indica el efecto combinado del nacimiento y muerte de tallos en relación con la población total en un periodo determinado. Así, valores iguales o mayores a 1.0 indican una estabilidad entre las tasas de muerte y aparición de tallos, mientras que valores menores indican un desequilibrio, situación presentada principalmente en

invierno y primavera.

Al aumentar los días de descanso, el IE declinó debido al incremento en la muerte de tallos y la reducción en su aparición (Freitas *et al.*, 2012), situación que se presentó en los momentos de cosecha con base interceptación luminosa; sin embargo, esto fue contrario a lo reportado por Fialho *et al.* (2012), quienes mencionaron que la estabilidad en praderas de Brizantha fue dada por valores altos en la tasa de aparición de tallos, sobre todo en praderas manejadas a 25 cm de altura pre-pastoreo y con dosis de 200 N kg ha⁻¹. Zanine *et al.* (2013) concluyeron que el manejo rotacional aplicado a praderas de pasto Tanzania modificó los patrones de la población de tallos; sin embargo, esto no afectó el índice de estabilidad. En el presente estudio los valores menores correspondieron a marzo, abril y mayo, cuando las condiciones climáticas fueron adversas.

Densidad poblacional de tallos

El número de cortes fue diferente entre tratamientos. Los tiempos al corte a 90, 95, 100 % IL y el de tiempo fijo tuvieron cinco, cuatro, tres y 10 cortes, respectivamente. El tiempo al corte de 90 % IL tuvo la mayor DPT, mientras que el de corte a tiempo fijo fue el de menores valores (Figura 2). Se inició con una población promedio de 638 ± 314 tallos m⁻², de la cual, al mes de febrero, los tiempos al corte a 90, 95 y 100 % IL registraron un incremento de 220, 116 y 73 %

Cuadro 3. Medias de la tasa de supervivencia de tallos (%) por mes de conteo del pasto *Urochloa* híbrido cv Cobra en cuatro tiempos al corte del forraje.

Mes/Año	Tiempos al corte				Medias por estación	
	90 % IL	95 % IL	100 % IL	Fijo		
Ago/2017	57.7 *	58.7 *	36.8 *	49.7 *	V	49 a
Sep/2017	23.9 ns	55.3 *	74.7 *	38.1 *		
Oct/2017	11.9 ns	9.2 *	24.6 NS	27.3 ns	O	16 b
Nov/2017	27.1 *	19.4 ns	3.0 ns	35.9 *		
Dic/2017	3.9 ns	2.9 ns	16.8 ns	4.3 ns		
Ene/2018	5.6 ns	4.4 ns	3.8 ns	1.6 ns	I	8 c
Feb/2018	8.1 ns	9.9 ns	13.3 ns	17.9 ns		
Mar/2018	5.9 ns	8.1 ns	6.0 ns	9.7 ns		
Abr/2018	7.9 ns	14.9 ns	16.2 ns	8.8 ns	P	17 b
May/2018	13.6 ns	16.2 ns	14.1 ns	20.8 ns		
Jun/2018	24.6 ns	26.8 *	13.7 ns	21.5 ns		
Media	17.3 ns	20.5 ns	20.2 ns	21.4 ns		
EEM	4.02	5.38	4.93	3.83		

*: $P \leq 0.0001$, NS: no significativo, EEM: error estándar de la media, IL: interceptación luminosa. Medias con letras iguales entre estaciones del año no son significativamente diferentes de acuerdo con intervalos de confianza generados con la opción DIFF, procedimiento GLIMMIX de SAS ($P \leq 0.05$).

Cuadro 4. Medias del índice de estabilidad (Pf/Pi) por mes de conteo del pasto *Urochloa* híbrido cv Cobra a cuatro tiempos al corte del forraje.

Mes/Año	Tiempos al corte				Medias por estación	
	90 % IL	95 % IL	100 % IL	Fijo		
Ago/2017	1.0 *	0.8 *	1.0 *	1.1 *		
Sep/2017	1.5 *	1.4 *	0.7 ns	1.0 *	V	1.1 b
Oct/2017	1.2 *	1.7 *	1.4 *	0.6 ns		
Nov/2017	1.3 *	1.7 *	1.6 *	0.8 *	O	1.3 a
Dic/2017	1.2 *	1.1 *	1.1 *	0.8 *		
Ene/2018	1.1 *	1.1 *	1.1 *	0.8 *	I	1.0 bc
Feb/2018	1.0 *	1.0 *	1.0 *	0.6 ns		
Mar/2018	0.9 *	0.9 *	0.9 *	0.7 ns		
Abr/2018	1.0 *	0.9 *	1.2 *	0.8 *	P	0.9 c
May/2018	0.9 *	0.9 *	0.9 *	0.6 ns		
Jun/2018	0.9 *	0.7 ns	0.9 *	0.6 ns		
Media	1.1 ns	1.1 ns	1.0 ns	0.8 ns		
EEM	0.25	0.50	0.49	0.53		

*: $P \leq 0.0001$, NS: no significativo, EEM: error estándar de la media, IL: intercepción luminosa. Medias con letras iguales entre estaciones del año no son significativamente diferentes de acuerdo con intervalos de confianza generados con la opción DIFF, procedimiento GLIMMIX de SAS ($P \leq 0.05$).

(2048, 1449 y 1271 tallos m^{-2}), respectivamente. El manejo de cortes a tiempos fijos, por su parte, sólo aumentó 75 % al mes de enero (882 tallos m^{-2}). La presencia del "salivazo" se observó en los primeros meses de evaluación (agosto y septiembre) y disminuyó la población de tallos, siendo el tratamiento de 100 % IL el más afectado, pues tuvo menor disturbio del dosel y proporcionó más sombra a la plaga. Este tratamiento se recuperó después de la aplicación del insecticida, pero propició que los días de descanso para el siguiente corte se prolongaran.

Gastal y Lemaire (2015) explicaron que en pastoreos frecuentes e intensos se aumenta la renovación de tallos, pues se activan las yemas axilares en la base del tallo al propiciarse la entrada de luz. Este efecto fue más visible cuando se cortó a 90 % IL, ya que obtuvo la mayor DPT; sin embargo, el mantenimiento en la demografía de tallos en esta investigación fue efecto de la combinación entre las tasas de aparición y supervivencia, puesto que la mortalidad de tallos superó a la aparición, caso contrario ocurrió en el corte a tiempo fijo, donde los cortes frecuentes no provocaron el mismo efecto, posiblemente por menor acumulación de carbohidratos de reserva (da Silva *et al.*, 2007; Gastal y Lemaire, 2015).

El factor que mayormente modificó la DPT fue la sequía en los meses de primavera 2018. A partir del mes donde se

registró la mayor cantidad de tallos siguió un decremento en la DPT de alrededor de 81, 62, 83 y 82 % para los tratamientos de 90, 95, 100 % IL y el de cortes a tiempo fijo, respectivamente, ocasionado por estrés hídrico, como lo mostró la respuesta de enrollamiento longitudinal de hojas, ello permitió aun obtener tasas de aparición y sobrevivencia de tallo en esa época y así mantener la DPT. En el tratamiento de corte a tiempo fijo la altura residual impuesta permitió conservar altura de vaina suficiente para proteger hojas fotosintéticamente activas, y así minimizar los efectos de los cortes en el flujo de carbono (Lemaire, 2001).

CONCLUSIONES

Los cortes de forraje del pasto Cobra basados en intercepción luminosa y a tiempo fijo no afectaron las tasas de aparición, muerte, sobrevivencia y estabilidad de tallos. Estas tasas fueron mayormente influenciadas por las condiciones ambientales, principalmente de humedad y temperatura, de acuerdo con las estaciones del año, con las cuales se generó una interacción. La densidad poblacional de tallos mostró mayores cambios por efecto de los tiempos al corte de forraje probados, donde cortar a 90% IL produjo mayor cantidad por metro cuadrado, mientras que al cortar a tiempo fijo y a 100% IL se compromete tal producción.

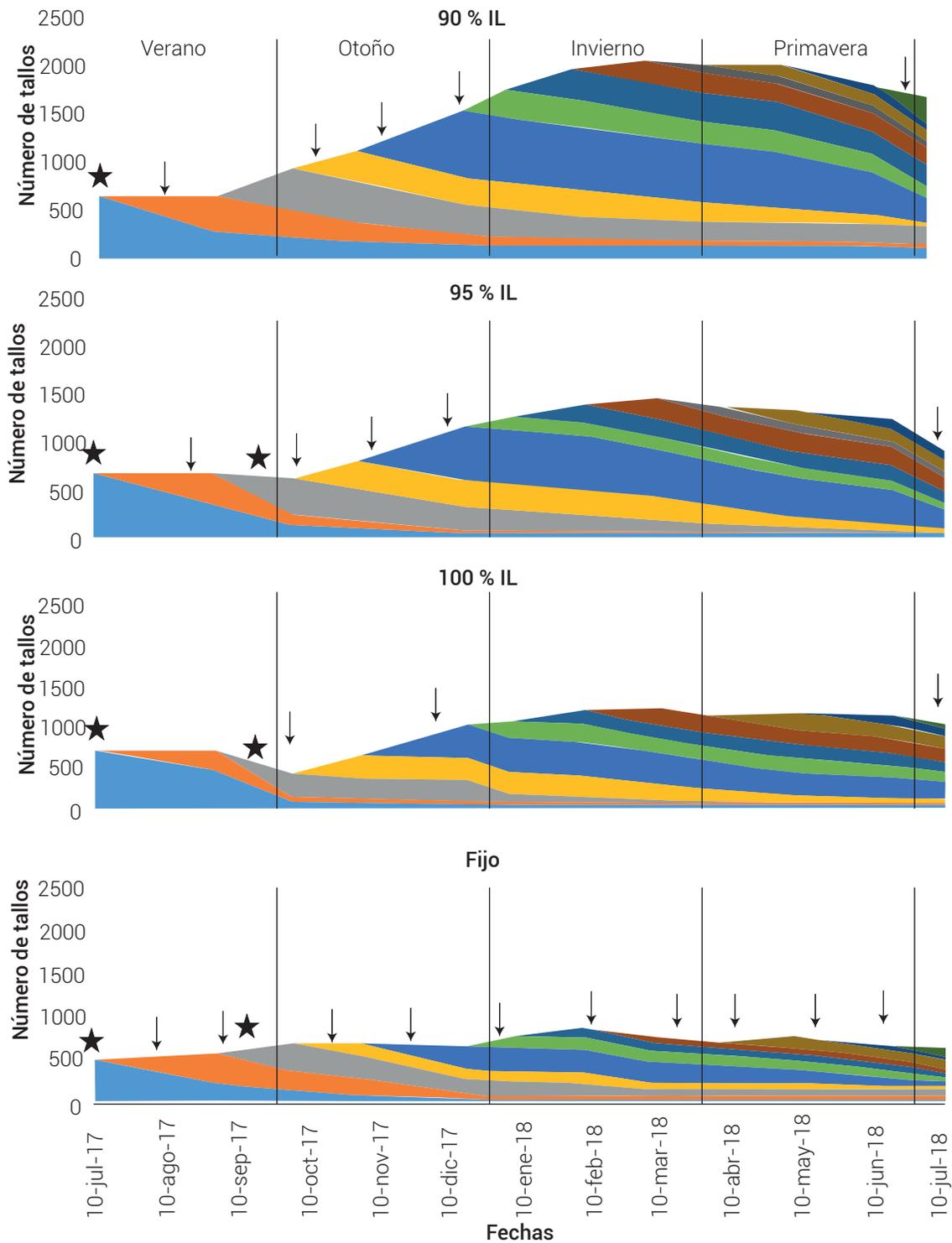


Figura 2. Densidad poblacional mensual de tallos del pasto Cobra a cuatro tiempos de corte. Las estrellas indican la fertilización y las flechas las fechas de corte.

AGRADECIMIENTOS

Al estimado profesor Dr. Alfonso Hernández Garay (QEPD), por sus valiosas aportaciones en el inicio de la realización de la presente investigación.

BIBLIOGRAFÍA

- Bahmani I., E. R. Thom, C. Matthew, R. J. Hooper and G. Lemaire (2003) Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivar, season, nitrogen fertiliser, and irrigation. *Australian Journal of Agricultural Research* 54:803-817, <https://doi.org/10.1071/AR02135>
- da Silva S. C., D. N. Júnior, A. F. Sbrissia e L. E. T. Pereira (2007) Dinâmica de população de plantas forrageiras em pastagens. In: Memórias IV Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem e II Simpósio Internacional sobre Produção Animal em Pestejo. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. pp:75-100.
- de Carvalho C. A. B., D. S. C. Paciuolo, R. O. P. Rossiello e F. Deresz (2006) Dinâmica do perfilhamento em capim-elefante sob influência da altura do resíduo pós-pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 41:145-152, <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2006000100020>
- Edwards G. R. and D. F. Chapman (2011) Plant responses to defoliation and relationships with pasture persistence. *Pasture Persistence-Grassland Research and Practice Series* 15:39-46, <https://doi.org/10.33584/rps.15.2011.3221>
- Enríquez Q. J. F., V. A. Esqueda E., F. E. Cab J. y J. F. Villanueva A. (2016) Banco de Germoplasma de Especies Forrajeras Tropicales del INIFAP en Veracruz. Libro Técnico Núm. 18. INIFAP. Medellín de Bravo, Veracruz, México. 104 p.
- Fialho A. C., S. C. da Silva, F. M. A. Gimenes, M. B. Gomes, A. Berndt and L. Gerdes (2012) Tiller population density and tillering dynamics in marandu palisade grass subjected to strategies of rotational stocking management and nitrogen fertilization. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 34:245-251, <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v34i3.13739>
- Freitas C. A. S., B. M. L. Sousa, M. E. R. Santos, G. O. Rocha, M. C. T. da Silveira, H. H. Vilela e B. D. Faria (2012) Dinâmica do perfilhamento do capim-piatã diferido. In: XXII Congresso Brasileiro de Zootecnia. 14-18 de maio 2012. Universidad Federal de Mato Grosso. Cuiabá, Mato Grosso, Brasil. pp:1-3.
- García E. (2004) Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (Para Adaptarlo a las Condiciones de la República Mexicana). 5ª edición. Instituto de Geografía, UNAM. México, D. F. 90 p.
- Gastal F. and G. Lemaire (2015) Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilization in pasture: review of the underlying ecophysiological processes. *Agriculture* 5:1146-1171, <https://doi.org/10.3390/agriculture5041146>
- Lemaire G. (2001) Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: Proceedings XIX International Grasslands Congress. São Pedro, São Paulo, Brazil. pp:29-37.
- Luna A. A., G. S. Difante, D. B. Montagner, J. V. Emerenciano Neto, I. M. M. de Araujo and L. S. Fernandes (2016) Tillering dynamic and structural characteristics of tropical grasses under cutting management. *Bioscience Journal* 32:1008-1017, <https://doi.org/10.14393/BJ-v32n4a2016-32944>
- Matthew C., S. G. Assuero, C. K. Black and N. R. S. Hamilton (2000) Tiller dynamics of grazed swards. In: Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. G. Lemaire, J. Hodgson, A. de Moraes, C. Nabinger and P. C. F. de Carvalho (eds.). CAB. Wallingford, UK. pp:127-150, <https://doi.org/10.1079/9780851994529.0127>
- Matthew C., M. G. Agnusdei, S. G. Assuero, A. F. Sbrissia, O. Scheneiter and S. C. da Silva (2013) State of knowledge in tiller dynamics. In: Proceedings of the 22nd International Grassland Congress. September 15-19, 2013. Sydney, Australia. pp:1041-1044.
- Pizarro E. A. (2013) Un nuevo híbrido para el mundo tropical- *Brachiaria* híbrida cv. CIAT BR02/1752 "Cayman". Pasturas de América. <http://www.pasturasdeamerica.com/articulos-interes/notas-tecnicas/brachiaria-hibrida-cayman/> (Marzo 2017).
- Portela J. N., C. G. S. Pedreira e G. J. Braga (2011) Demografia e densidade de perfilhos de capim-braquiária sob pastejo em lotação intermitente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 46:315-322, <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000300013>
- Ramírez R. O., S. C. da Silva, A. Hernández G., J. F. Enríquez Q., J. Pérez P., A. R. Quero C. y J. G. Herrera H. (2011) Rebrote y estabilidad de la población de tallos en el pasto *Panicum maximum* CV. 'Mombaza' cosechado en diferentes intervalos de corte. *Revista Fitotecnia Mexicana* 34:213-220, <https://doi.org/10.35196/rfm.2011.3.213>
- Rueda J. A., E. Ortega-Jiménez, J. F. Enríquez-Quiroz, R. E. Palacios-Torres and S. Ramírez-Ordoñez (2018) Tiller population dynamics in eight cultivars of elephant grass during undisturbed growth. *African Journal of Range and Forage Science* 35:109-119, <https://doi.org/10.2989/10220119.2018.1477832>
- Sbrissia A. F., S. C. da Silva, D. O. L. Sarmento, L. K. Molan, F. M. E. Andrade, A. C. Gonçalves and A. V. Lupinacci (2010) Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. *Plant Ecology* 206:349-359, <https://doi.org/10.1007/s11258-009-9647-7>
- SAS Institute (2018) User's Guide. Release 6.04. SAS Institute, Inc. Cary, North Carolina, USA. 1848 p.
- Stivani S. C. B., M. G. da Rocha, L. Pötter, V. S. Hampel, M. B. Alves and P. R. Salvador (2014) Tiller dynamics of ryegrass managed under two stocking rates. *Acta Scientiarum. Animal Sciences* 36:279-283, <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v36i3.22912>
- Zanine M. A., D. N. Júnior, B. M. L. Sousa, M. C. T. da Silveira, W. L. da Silva and M. E. R. Santos (2013) Tillering dynamics in Guinea grass pastures subjected to management strategies under rotational grazing. *Revista Brasileira de Zootecnia* 42:155-161, <https://doi.org/10.1590/S1516-35982013000300002>

