

## Artículo científico

# Dinámica de tallos e índice de estabilidad en cinco cultivares de *Urochloa* en condiciones semiáridas

## *Stem dynamics and stability index in five Urochloa cultivars in semi-arid conditions*

FERNANDO LUCIO RUIZ<sup>1</sup>, SANTIAGO JOAQUÍN CANCINO<sup>1</sup>, JONATHAN RAÚL GARAY MARTÍNEZ<sup>2</sup>, YURIDIA BAUTISTA MARTÍNEZ<sup>3</sup>, BENIGNO ESTRADA DROUAILLET<sup>1</sup> AND ANDRÉS GILBERTO LIMAS MARTÍNEZ<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamaulipas, México. [fic.uat.edu.mx](http://fic.uat.edu.mx)

<sup>2</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental las Huastecas, Altamira, Tamaulipas, México. [inifapcirne.gob.mx](http://inifapcirne.gob.mx)

<sup>3</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Cd. Victoria, Tamaulipas, México. [fmvz.uat.edu.mx](http://fmvz.uat.edu.mx)

### Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar los efectos de la temperatura y precipitación sobre la dinámica de tallos y el índice de estabilidad en cinco cultivares del género *Urochloa* en condiciones semiáridas. Los cultivares evaluados fueron Camello I, Camello II, Mulato II, Convert 330 y Cobra, en un diseño completamente al azar con seis repeticiones. La temperatura y precipitación presentes durante el periodo de evaluación estimularon el comportamiento de la dinámica de tallos ( $P < 0.05$ ). Los cultivares Cobra y Mulato II presentaron las mayores densidades de tallos ( $> 4,000$  tallos/m<sup>2</sup> en promedio), como respuesta al mayor número de hijuelos (769 y 718/m<sup>2</sup>, respectivamente), aún con una mortalidad de tallos relativamente alta (336 y 449 tallos/m<sup>2</sup>, respectivamente). El tener los valores máximos de unidades calor acumulados en periodos con poca o nula precipitación, comprometió el índice de estabilidad de la pradera (con valores menores a 1). El corte en el periodo de heladas (noviembre) provocó el incremento del 20 % en la tasa de mortalidad y, por consiguiente, una disminución en el índice de estabilidad de hasta 0.83. Las condiciones ambientales y el crecimiento ininterrumpido en los cultivares de *Urochloa*, provoca la pérdida en la estabilidad de la pradera, debido a la menor tasa de ahijamiento con respecto a la tasa de mortalidad de tallos.

**Palabras claves:** Condiciones ambientales, forraje, sobrevivencia, unidades calor.

### Abstract

The objective of this research was to evaluate the effects of temperature and rainfall on stem dynamics and the stability index in 5 cultivars of the genus *Urochloa* under semi-arid conditions. The cultivars evaluated were Camello I, Camello II, Mulato II, Convert 330 and Cobra, in a completely randomized design with 6 replicates. The temperature and precipitation during the evaluation period stimulated stem dynamics ( $P < 0.05$ ). Cobra and Mulato II cultivars presented densities higher than 4,000 stems/m<sup>2</sup> on average, as a response to the higher number of tillers (769 and 718/m<sup>2</sup>, respectively) even with a relatively high stem mortality (336 and 449 stems/m<sup>2</sup>, respectively). Having the maximum values of accumulated heat units during periods of little or no precipitation compromised the sward stability index (values  $< 1.0$ ). Cuts during the frost period (November) caused a 20 % increase in the mortality rate and, consequently, a

Correspondencia: Santiago Joaquín Cancino, Centro Universitario Adolfo López Mateos, Edificio de Gestión del Conocimiento 4º piso. Cd. Victoria, Tamaulipas, México. C.P. 87149. Correo electrónico: [sjoaquin@docentes.uat.edu.mx](mailto:sjoaquin@docentes.uat.edu.mx)

decrease in the stability index of up to 0.83. The prevalent environmental conditions along with the continuous growth resulted in losses of stability of *Urochloa* cultivars, due to a lower tillering rate with respect to stems' mortality rate.

**Keywords:** Environmental conditions, forage, heat units, plant survival.

## Introducción

Las praderas de pastos perennes representan la fuente más económica para la alimentación de los rumiantes, ya que los animales cosechan su propio alimento y evitan gastos de procesamiento y transporte; además, disminuye los costos de sembrar nuevamente la pradera al tener la capacidad de regenerarse ([Merchant-Fuentes y Solano-Vergara 2016](#)). Esta característica de regeneración se da mediante la capacidad de producir nuevos tallos para sustituir los tallos muertos y así mantener estable la densidad poblacional e incrementar la permanencia de la pradera con los mismos índices de producción ([Ramírez-Reynoso et al. 2011](#)); en este sentido, el tallo es considerado como la unidad principal de crecimiento de los pastos ([Castro et al. 2013](#)). Para lograr esta estabilidad, es importante considerar factores tales como el manejo ([Hernández-Garay et al. 2012](#)) y las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla la pradera ([Rueda et al. 2018](#)). Entre estas últimas se encuentran la temperatura y la precipitación; así, cuando se presentan temperaturas cercanas al óptimo se favorece el crecimiento de las plantas, mientras que, temperaturas por debajo del umbral mínimo limitan el crecimiento y temperaturas por encima del rango óptimo pueden ser perjudiciales, aún más si no se tiene humedad suficiente en el suelo ([Orozco et al. 2012](#)).

Por otra parte, las especies del género *Urochloa* han tenido aceptación por parte de los ganaderos, principalmente, debido a su capacidad de adaptarse a diversas condiciones edafoclimáticas, como suelos ácidos y fertilidad baja e irregularidades en la distribución de las lluvias, además, varias de ellas presentan menor susceptibilidad al ataque de nemátodos y al salivazo (Homoptera: Cercopidae) ([Villalobos-Villalobos y Montiel-Longhi 2015](#)). En cuanto a las temperaturas, se ha determinado que en especies de pastos tropicales como las del género *Urochloa*, la temperatura base por encima de la cual no presentan problemas de crecimiento es de 15 °C ([Moreno et al. 2014](#)).

Antes de exponer especies forrajeras a diferentes condiciones de manejo práctico, es recomendable conocer cómo es la dinámica de los tallos a través del tiempo,

para incrementar la eficiencia de utilización y asegurar la persistencia de estas en respuesta a condiciones ambientales tales como temperatura y precipitación cambiantes. Por ello, el objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de las variaciones estacionales en temperatura y precipitación sobre la dinámica de tallos y el índice de estabilidad en cinco cultivares del género *Urochloa* manejadas en condiciones semiáridas.

## Materiales y Métodos

El estudio se realizó de febrero a diciembre de 2018 en Güémez, Tamaulipas, México (23°56' 17.55" N, 99°06' 2.45" O), a 167 msnm. El clima del lugar es de tipo BS1 (h')hw ([Vargas et al. 2007](#)). El suelo es de textura arcillosa (11.3; 23.3 y 65.4 % de arena, limo y arcilla, respectivamente), con pH de 8.3, la relación de adsorción de sodio es de 0.19, materia orgánica de 4.2 %, 0.25 % de N y 7.4; 288.6; 1.4 y 0.46 mg/kg de P, K, Fe y Zn, respectivamente ([Garay-Martínez et al. 2018](#)).

Se evaluaron cinco cultivares híbridos del género *Urochloa*, Camello I (GP3207-Papalotla), Camello II (GP3025-Papalotla), Mulato II (CIAT 36087), Convert 330 (Dow Agrosiences) y Cobra (CIAT BR02/1794), que contaban con 18 meses de establecidos, sembrados en hileras con separación de 30 cm, con una densidad de 5 kg/ha<sup>-1</sup> de semilla gámica con 90 % de germinación. Los cultivares estaban distribuidos aleatoriamente en parcelas de 9 m<sup>2</sup> (3 × 3 m). Para iniciar y evaluar lo que ocurre con la dinámica de tallos posterior al corte, se realizó un corte de uniformidad el 24 febrero del 2018 con una intensidad de 10 cm sobre el suelo y en las parcelas se colocó de manera aleatoria cuatro cuadros fijos de alambre de 100 cm<sup>2</sup> (10 × 10 cm) ([Rojas-García et al. 2017](#)). Posteriormente, en el mes de septiembre se realizó nuevamente un corte de uniformidad. Estos cortes se efectuaron para ver en qué medida estos podrían incidir en cambios morfológicos en las plantas que estaban sufriendo efectos de competencia por luz como producto de la acumulación de biomasa aérea.

Dentro de cada cuadro (100 cm<sup>2</sup>), se marcaron los tallos vivos presentes con anillos de alambre del mismo color; luego, cada cuatro semanas, los hijuelos se marcaron

con un nuevo color y se eliminaron los tallos muertos, llevando registro de los conteos en cada muestreo. Estos datos se utilizaron para calcular los cambios en la densidad poblacional de tallos (DPTa), hijuelos nuevos y tallos muertos por metro cuadrado, considerando el porcentaje de cobertura de la pradera. Además, se calcularon la tasa de ahijamiento (TA) y la tasa de mortalidad de tallos (TM) de la siguiente manera; donde:

DPTa= Número total de tallos vivos existentes en cada muestreo

TA= (Número de hijuelos / DPT del muestreo anterior) \* 100

TM= (Número de tallos muertos / DPTa del muestreo anterior) \* 100

La tasa de supervivencia de tallos (TSTa) se obtuvo de manera indirecta por la diferencia de 100 menos la tasa de mortalidad, y el índice de estabilidad de la población de tallos (Pf / Pi) se obtuvo de la siguiente manera ([Rojas-García et al. 2017](#)):

$$Pf / Pi = TSTa (1 + TA)$$

Donde: Pf / Pi muestra la relación entre la población final o actual de tallos respecto a la población anterior observada, considerando la tasa de supervivencia de tallos (TSTa) y la tasa de ahijamiento (TA). Este valor indica el efecto del ahijamiento y la muerte de los tallos con relación a la densidad total, para un periodo determinado, donde: valores próximos o iguales a 1 (0.95 a 1.05), indican una población de tallos estable, y una estabilidad negativa y positiva presenta valores menores a 0.95 y mayores a 1.05, respectivamente.

Las temperaturas máximas y mínimas fueron registradas en la estación meteorológica de la Facultad de Ingeniería y Ciencias ubicada en el mismo lugar donde se realizó el experimento. Para determinar la influencia de la temperatura sobre la dinámica de los tallos, se estimó la suma térmica (unidades calor) entre fechas de muestreo, mediante la siguiente fórmula propuesta por Ferri ([2011](#)):

$$\text{Unidades calor} = \sum_{i=1}^n (T_m - T_b)$$

Donde  $T_m$  es la temperatura media diaria,  $T_b$  es la temperatura base de los pastos tropicales (15 °C) y  $n$  es el número de días transcurrido entre las fechas de muestreo.

Los datos se analizaron mediante el procedimiento PROC GLM del paquete estadístico de SAS (SAS, 2002), en un diseño completamente aleatorizado con seis repeticiones y un arreglo de parcelas divididas en el tiempo, en el que los cultivares constituyeron la parcela principal y la fecha de muestreo las subparcelas. Para la comparación de medias se aplicó la prueba de Tukey ( $P=0.05$ ).

## Resultados

La dinámica de tallos se vio afectada por las condiciones ambientales y la expresión genotípica de cada cultivar. La mayor densidad de tallos se presentó para los cultivares Cobra y Mulato II (4,086 y 4,195 tallos/m<sup>2</sup>, respectivamente), mientras que, los cultivares Camello I, II y Convert 330, tuvieron densidades menores pero similares entre ellas (promedio 3,300 tallos/m<sup>2</sup>;  $P>0.05$ ) (Cuadro 1).

En mayo se observó la mayor densidad de tallos para todos los cultivares, sin diferencias entre ellos ( $P>0.05$ ), mientras que, la menor densidad ocurrió en diciembre, con 4,729 y 1,516 tallos/m<sup>2</sup>, para mayo y diciembre, respectivamente ( $P<0.05$ ); sin embargo, en el mes de diciembre, Camello II y Cobra mostraron densidades superiores a los demás cultivares. La menor densidad de tallos en diciembre se atribuye al efecto de la presencia de temperaturas menores a los 15 °C (Figura 1), las cuales tienen efecto sobre el número de hijuelos y el incremento en el número de tallos muertos (Cuadro 1).

Los cultivares Cobra y Mulato II presentaron el mayor número de hijuelos (769 y 718 tallos/m<sup>2</sup>, respectivamente), seguidos por Convert 330 (638 tallos/m<sup>2</sup>); de manera similar, los cultivares Cobra y Mulato II presentaron la mayor cantidad de tallos muertos (436 y 449 tallos/m<sup>2</sup>, respectivamente). La mayor aparición de hijuelos entre fechas de muestreo se presentó en el mes de mayo (995 tallos/m<sup>2</sup>) y el mayor número de tallos muertos se presentó en julio y noviembre (818 tallos/m<sup>2</sup>, promedio). En el muestreo de mayo, el cultivar Camello II resultó el menos afectado al sumar un total de pérdidas de 626 tallos/m<sup>2</sup>, mientras que, durante el mes de noviembre el cultivar Convert 330 fue quien presentó la menor cantidad de tallos muertos (240 tallos/m<sup>2</sup>).

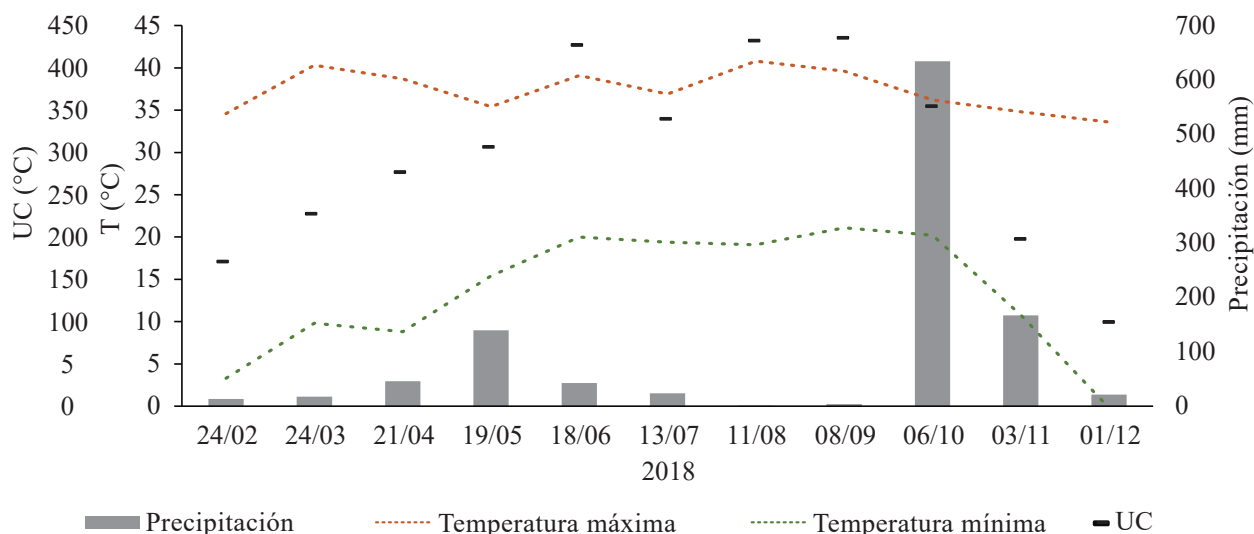
Se registraron diferencias en la tasa de ahijamiento y la tasa de mortalidad entre cultivares y entre los promedios de las fechas de muestreo ( $P<0.05$ ; Cuadro 2). En todos los cultivares se observó una disminución en la tasa de ahijamiento conforme avanzó el tiempo a partir de junio, derivado de la estimulación por el corte de uniformidad realizado al inicio del experimento, el cual produjo incrementos entre 25 y 29 % en los meses de marzo a mayo, mostrando el mismo comportamiento para todos los cultivares ( $p>0.05$ ). No obstante, posterior al segundo corte de uniformidad realizado en el mes de septiembre, no se logró detectar ese mismo comportamiento.

Independientemente de los cultivares, en los meses de julio, septiembre, noviembre y diciembre se presentó la

**Cuadro 1.** Cambios en la densidad poblacional, ahijamiento y muerte de tallos en cultivares de *Urochloa* en intervalo de muestreo de cuatro semanas, en condiciones semiáridas.

Fecha de muestreo	Cultivar					Promedio
	Camello I	Camello II	Cobra	Convert 330	Mulato II	
Densidad poblacional de tallos (Tallos/m <sup>2</sup> )						
24-feb	2,091 <sup>a</sup>	2,003 <sup>a</sup>	2,717 <sup>a</sup>	2,891 <sup>a</sup>	2,952 <sup>a</sup>	2,531 <sup>E</sup>
24-mar	2,617 <sup>a</sup>	2,527 <sup>a</sup>	3,448 <sup>a</sup>	3,455 <sup>a</sup>	3,580 <sup>a</sup>	3,125 <sup>DE</sup>
21-abr	3,229 <sup>a</sup>	3,150 <sup>a</sup>	4,423 <sup>a</sup>	4,416 <sup>a</sup>	4,521 <sup>a</sup>	3,948 <sup>ABC</sup>
19-may	3,858 <sup>a</sup>	4,099 <sup>a</sup>	4,947 <sup>a</sup>	5,186 <sup>a</sup>	5,555 <sup>a</sup>	4,729 <sup>A</sup>
18-jun	3,823 <sup>a</sup>	3,918 <sup>a</sup>	4,952 <sup>a</sup>	4,729 <sup>a</sup>	5,488 <sup>a</sup>	4,582 <sup>AB</sup>
13-jul	3,617 <sup>a</sup>	4,071 <sup>a</sup>	5,135 <sup>a</sup>	3,610 <sup>a</sup>	4,839 <sup>a</sup>	4,254 <sup>AB</sup>
11-ago	3,706 <sup>a</sup>	3,933 <sup>a</sup>	4,451 <sup>a</sup>	3,607 <sup>a</sup>	4,918 <sup>a</sup>	4,123 <sup>ABC</sup>
08-sep	3,337 <sup>a</sup>	3,631 <sup>a</sup>	4,351 <sup>a</sup>	3,142 <sup>a</sup>	4,686 <sup>a</sup>	3,829 <sup>BCD</sup>
06-oct	3,648 <sup>a</sup>	3,838 <sup>a</sup>	4,472 <sup>a</sup>	3,277 <sup>a</sup>	4,936 <sup>a</sup>	4,034 <sup>ABC</sup>
03-nov	2,989 <sup>a</sup>	3,157 <sup>a</sup>	4,007 <sup>a</sup>	3,172 <sup>a</sup>	3,416 <sup>a</sup>	3,348 <sup>DC</sup>
01-dic	1,234 <sup>b</sup>	1,802 <sup>a</sup>	2,040 <sup>a</sup>	1,242 <sup>b</sup>	1,260 <sup>b</sup>	1,516 <sup>F</sup>
Promedio	3,104 <sup>b</sup>	3,284 <sup>b</sup>	4,086 <sup>a</sup>	3,521 <sup>b</sup>	4,195 <sup>a</sup>	
Hijuelos (Tallos/m <sup>2</sup> )						
24-feb	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>G</sup>
24-mar	602 <sup>a</sup>	672 <sup>a</sup>	730 <sup>a</sup>	609 <sup>a</sup>	723 <sup>a</sup>	667 <sup>CD</sup>
21-abr	762 <sup>a</sup>	670 <sup>a</sup>	1,005 <sup>a</sup>	1,005 <sup>a</sup>	1,020 <sup>a</sup>	892 <sup>BC</sup>
19-may	701 <sup>a</sup>	1,073 <sup>a</sup>	1,008 <sup>a</sup>	1,079 <sup>a</sup>	1,112 <sup>a</sup>	995 <sup>A</sup>
18-jun	294 <sup>ab</sup>	108 <sup>b</sup>	503 <sup>a</sup>	243 <sup>ab</sup>	439 <sup>a</sup>	317 <sup>EF</sup>
13-jul	309 <sup>c</sup>	579 <sup>ab</sup>	795 <sup>a</sup>	289 <sup>c</sup>	394 <sup>bc</sup>	473 <sup>DE</sup>
11-ago	399 <sup>a</sup>	258 <sup>a</sup>	388 <sup>a</sup>	272 <sup>a</sup>	441 <sup>a</sup>	351 <sup>DEF</sup>
08-sep	89 <sup>a</sup>	107 <sup>a</sup>	286 <sup>a</sup>	177 <sup>a</sup>	268 <sup>a</sup>	185 <sup>EF</sup>
06-oct	417 <sup>a</sup>	566 <sup>a</sup>	503 <sup>a</sup>	301 <sup>a</sup>	361 <sup>a</sup>	429 <sup>DEF</sup>
03-nov	179 <sup>a</sup>	92 <sup>a</sup>	156 <sup>a</sup>	135 <sup>a</sup>	173 <sup>a</sup>	147 <sup>F</sup>
01-dic	61 <sup>a</sup>	181 <sup>a</sup>	373 <sup>a</sup>	15 <sup>a</sup>	16 <sup>a</sup>	129 <sup>F</sup>
Promedio	536 <sup>c</sup>	573 <sup>bc</sup>	769 <sup>a</sup>	638 <sup>abc</sup>	718 <sup>ab</sup>	
Tallos muertos (Tallos/m <sup>2</sup> )						
24-feb	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	0 <sup>F</sup>
24-mar	76 <sup>b</sup>	149 <sup>a</sup>	0 <sup>c</sup>	4 <sup>bc</sup>	95 <sup>ab</sup>	73 <sup>D</sup>
21-abr	150 <sup>a</sup>	47 <sup>b</sup>	29 <sup>b</sup>	45 <sup>b</sup>	74 <sup>b</sup>	69 <sup>E</sup>
19-may	72 <sup>b</sup>	124 <sup>b</sup>	484 <sup>a</sup>	310 <sup>ab</sup>	78 <sup>b</sup>	213 <sup>D</sup>
18-jun	328 <sup>b</sup>	289 <sup>b</sup>	498 <sup>ab</sup>	700 <sup>a</sup>	507 <sup>ab</sup>	464 <sup>BC</sup>
13-jul	516 <sup>cd</sup>	426 <sup>d</sup>	626 <sup>c</sup>	1,408 <sup>a</sup>	1,042 <sup>b</sup>	803 <sup>A</sup>
11-ago	309 <sup>b</sup>	396 <sup>b</sup>	1,073 <sup>a</sup>	275 <sup>b</sup>	412 <sup>b</sup>	493 <sup>B</sup>
08-sep	458 <sup>b</sup>	408 <sup>b</sup>	386 <sup>b</sup>	642 <sup>a</sup>	500 <sup>ab</sup>	479 <sup>BC</sup>
06-oct	106 <sup>b</sup>	359 <sup>b</sup>	383 <sup>b</sup>	166 <sup>a</sup>	110 <sup>a</sup>	225 <sup>D</sup>
03-nov	838 <sup>b</sup>	773 <sup>b</sup>	621 <sup>b</sup>	240 <sup>c</sup>	1,693 <sup>a</sup>	833 <sup>A</sup>
01-dic	355 <sup>b</sup>	290 <sup>b</sup>	694 <sup>a</sup>	376 <sup>b</sup>	425 <sup>b</sup>	428 <sup>C</sup>
Promedio	291 <sup>c</sup>	296 <sup>c</sup>	436 <sup>a</sup>	382 <sup>b</sup>	449 <sup>a</sup>	

Literales diferentes entre cultivares (a, b, c) y entre fechas de muestreo (A, B, C, D, E, F), indican diferencia estadística significativa (Tukey P=0.05)



**Figura 1.** Temperaturas máxima y mínima, precipitación y unidades calor (UC) acumulada para cada fecha de muestreo.

**Cuadro 2.** Tasa de ahijamiento y mortalidad de tallos en cultivares de *Urochloa*, a intervalo de muestreo de cuatro semanas, en condiciones semiáridas.

Fecha de muestreo	Cultivar					Promedio
	Camello I	Camello II	Cobra	Convert 330	Mulato II	
Tasa de ahijamiento (%)						
24-mar	34.60 <sup>a</sup>	36.53 <sup>a</sup>	27.94 <sup>a</sup>	22.40 <sup>a</sup>	28.33 <sup>a</sup>	27.88 <sup>A</sup>
21-abr	34.28 <sup>a</sup>	29.59 <sup>a</sup>	29.25 <sup>a</sup>	30.25 <sup>a</sup>	27.59 <sup>a</sup>	29.55 <sup>A</sup>
19-may	23.19 <sup>a</sup>	34.56 <sup>a</sup>	22.62 <sup>a</sup>	24.21 <sup>a</sup>	24.54 <sup>a</sup>	25.77 <sup>A</sup>
18-jun	8.26 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>	9.92 <sup>a</sup>	4.51 <sup>a</sup>	7.80 <sup>a</sup>	6.80 <sup>BC</sup>
13-jul	7.95 <sup>b</sup>	15.36 <sup>a</sup>	16.45 <sup>a</sup>	5.66 <sup>b</sup>	6.95 <sup>b</sup>	10.44 <sup>BC</sup>
11-ago	11.61 <sup>a</sup>	6.44 <sup>a</sup>	7.68 <sup>a</sup>	9.32 <sup>a</sup>	11.04 <sup>a</sup>	8.58 <sup>BC</sup>
08-sep	2.77 <sup>c</sup>	2.85 <sup>bc</sup>	6.57 <sup>a</sup>	4.95 <sup>abc</sup>	5.13 <sup>ab</sup>	4.38 <sup>BC</sup>
06-oct	13.59 <sup>a</sup>	15.63 <sup>a</sup>	13.24 <sup>a</sup>	9.88 <sup>a</sup>	10.09 <sup>a</sup>	11.70 <sup>B</sup>
03-nov	4.65 <sup>a</sup>	2.45 <sup>a</sup>	3.44 <sup>a</sup>	4.22 <sup>a</sup>	3.17 <sup>a</sup>	3.72 <sup>C</sup>
01-dic	1.87 <sup>a</sup>	7.23 <sup>a</sup>	9.60 <sup>a</sup>	0.76 <sup>a</sup>	0.69 <sup>a</sup>	3.56 <sup>C</sup>
Tasa de mortalidad (%)						
24-mar	4.39 <sup>a</sup>	9.25 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	1.56 <sup>a</sup>	2.97 <sup>a</sup>	3.33 <sup>EF</sup>
21-abr	6.02 <sup>a</sup>	2.08 <sup>a</sup>	0.81 <sup>a</sup>	1.45 <sup>a</sup>	1.90 <sup>a</sup>	2.45 <sup>F</sup>
19-may	2.23 <sup>a</sup>	4.54 <sup>a</sup>	10.93 <sup>a</sup>	8.11 <sup>a</sup>	1.96 <sup>a</sup>	5.18 <sup>DEF</sup>
18-jun	8.89 <sup>a</sup>	7.21 <sup>a</sup>	9.90 <sup>a</sup>	13.20 <sup>a</sup>	10.69 <sup>a</sup>	9.71 <sup>CDEF</sup>
13-jul	14.55 <sup>a</sup>	10.53 <sup>a</sup>	12.47 <sup>a</sup>	32.77 <sup>a</sup>	20.41 <sup>a</sup>	17.31 <sup>AB</sup>
11-ago	8.30 <sup>b</sup>	9.72 <sup>b</sup>	22.24 <sup>a</sup>	7.02 <sup>b</sup>	7.72 <sup>b</sup>	11.23 <sup>BCDE</sup>
08-sep	14.02 <sup>a</sup>	9.88 <sup>a</sup>	10.18 <sup>a</sup>	16.36 <sup>a</sup>	12.79 <sup>a</sup>	12.10 <sup>ABCD</sup>
06-oct	3.70 <sup>a</sup>	9.71 <sup>a</sup>	7.91 <sup>a</sup>	5.83 <sup>a</sup>	2.34 <sup>a</sup>	5.99 <sup>DEF</sup>
03-nov	23.43 <sup>ab</sup>	21.08 <sup>ab</sup>	14.17 <sup>ab</sup>	7.40 <sup>b</sup>	31.55 <sup>a</sup>	19.99 <sup>A</sup>
01-dic	12.19 <sup>a</sup>	12.71 <sup>a</sup>	17.76 <sup>a</sup>	12.40 <sup>a</sup>	13.36 <sup>a</sup>	12.69 <sup>ABC</sup>

Literales diferentes entre cultivares (a, b, c) y entre fechas de muestreo (A, B, C, D, E, F), indican diferencia estadística significativa (Tukey P=0.05)

mayor mortalidad con valores promedio de 17.31; 12.10; 19.99 y 12.69 %, respectivamente (Cuadro 2), lo cual puede estar asociado a la competencia por espacio y al efecto del estrés por temperaturas altas, la poca o nula disponibilidad de humedad y la exposición a temperaturas menores a 10 °C en las etapas finales del año (Figura 1).

La tasa de sobrevivencia de tallos tendió a disminuir con el tiempo (Cuadro 3), teniendo porcentajes superiores al 90 % en la mayor parte de muestreos ( $P < 0.05$ ), sin presentar diferencias entre cultivares ( $P > 0.05$ ); sin embargo, en el mes de noviembre se detectaron diferencias entre cultivares, donde el híbrido Convert 330 resultó menos afectado con una permanencia de la población de tallos superior al 92 % respecto a la fecha anterior, mientras que Mulato II mostró la mayor afectación de la densidad de tallos con pérdidas del 32 %.

Al evaluar de manera conjunta el efecto del ahijamiento y la mortalidad sobre la densidad total de tallos, se mostró una disminución en el índice de estabilidad conforme avanzó el tiempo (Cuadro 3); no obstante, fue en julio, septiembre, noviembre y diciembre cuando se comprometió la estabilidad de la población, con índices inferiores a 0.95, como resultado de las mayores tasas de mortalidad respecto a las tasas de ahijamiento. Cabe resaltar, que en los meses mencionados los cultivares presentaron el mismo comportamiento, excepto en el mes de noviembre, donde el cultivar Mulato II resultó más afectado, con un índice de estabilidad de 0.70. Este comportamiento puede deberse también a la falta de defoliación, dado que cuando se tiene intervalos largos entre cortes, se estimula la disminución en la densidad de tallos por la competencia

**Cuadro 3.** Tasa de sobrevivencia e índice de estabilidad de tallos en cultivares de *Urochloa*, a intervalo de muestreo de cuatro semanas, en condiciones semiáridas.

Fecha de muestreo	Cultivar					Promedio
	Camello I	Camello II	Cobra	Convert 330	Mulato II	
Tasa de sobrevivencia (%)						
24-mar	95.60 <sup>a</sup>	90.75 <sup>a</sup>	100.00 <sup>a</sup>	98.31 <sup>a</sup>	97.03 <sup>a</sup>	96.34 <sup>AB</sup>
21-abr	93.98 <sup>a</sup>	97.92 <sup>a</sup>	99.19 <sup>a</sup>	98.55 <sup>a</sup>	98.10 <sup>a</sup>	97.54 <sup>A</sup>
19-may	97.77 <sup>a</sup>	95.46 <sup>a</sup>	89.07 <sup>a</sup>	91.89 <sup>a</sup>	98.04 <sup>a</sup>	94.44 <sup>ABC</sup>
18-jun	91.11 <sup>a</sup>	92.79 <sup>a</sup>	90.10 <sup>a</sup>	86.80 <sup>a</sup>	89.31 <sup>a</sup>	90.02 <sup>ABCD</sup>
13-jul	85.45 <sup>a</sup>	89.47 <sup>a</sup>	87.53 <sup>a</sup>	67.23 <sup>a</sup>	79.59 <sup>a</sup>	81.85 <sup>EF</sup>
11-ago	91.70 <sup>a</sup>	90.28 <sup>a</sup>	77.76 <sup>b</sup>	92.98 <sup>a</sup>	92.28 <sup>a</sup>	89.00 <sup>BCDE</sup>
08-sep	85.98 <sup>a</sup>	90.12 <sup>a</sup>	89.82 <sup>a</sup>	83.64 <sup>a</sup>	87.21 <sup>a</sup>	87.35 <sup>CDEF</sup>
06-oct	96.30 <sup>a</sup>	90.29 <sup>a</sup>	92.09 <sup>a</sup>	94.17 <sup>a</sup>	97.66 <sup>a</sup>	94.10 <sup>ABC</sup>
03-nov	76.57 <sup>ab</sup>	78.92 <sup>ab</sup>	85.83 <sup>ab</sup>	92.60 <sup>a</sup>	68.45 <sup>b</sup>	80.47 <sup>F</sup>
01-dic	87.81 <sup>a</sup>	87.29 <sup>a</sup>	82.24 <sup>a</sup>	87.60 <sup>a</sup>	86.64 <sup>a</sup>	86.31 <sup>DEF</sup>
Índice de estabilidad (%)						
24-mar	1.29 <sup>a</sup>	1.22 <sup>a</sup>	1.28 <sup>a</sup>	1.21 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	1.25 <sup>A</sup>
21-abr	1.26 <sup>a</sup>	1.27 <sup>a</sup>	1.28 <sup>a</sup>	1.28 <sup>a</sup>	1.25 <sup>a</sup>	1.27 <sup>A</sup>
19-may	1.20 <sup>a</sup>	1.28 <sup>a</sup>	1.09 <sup>a</sup>	1.15 <sup>a</sup>	1.22 <sup>a</sup>	1.19 <sup>A</sup>
18-jun	0.99 <sup>a</sup>	0.95 <sup>a</sup>	0.99 <sup>a</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>	0.96 <sup>BC</sup>
13-jul	0.92 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	1.02 <sup>a</sup>	0.71 <sup>a</sup>	0.85 <sup>a</sup>	0.91 <sup>CD</sup>
11-ago	1.03 <sup>a</sup>	0.96 <sup>ab</sup>	0.84 <sup>b</sup>	1.01 <sup>a</sup>	1.02 <sup>a</sup>	0.97 <sup>BC</sup>
08-sep	0.88 <sup>a</sup>	0.93 <sup>a</sup>	0.96 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.91 <sup>CD</sup>
06-oct	1.09 <sup>a</sup>	1.05 <sup>a</sup>	1.04 <sup>a</sup>	1.03 <sup>a</sup>	1.07 <sup>a</sup>	1.06 <sup>B</sup>
03-nov	0.80 <sup>ab</sup>	0.80 <sup>ab</sup>	0.88 <sup>ab</sup>	0.96 <sup>a</sup>	0.70 <sup>b</sup>	0.83 <sup>D</sup>
01-dic	0.90 <sup>a</sup>	0.92 <sup>a</sup>	0.90 <sup>a</sup>	0.88 <sup>a</sup>	0.87 <sup>a</sup>	0.89 <sup>CD</sup>

Literales diferentes entre cultivares (a, b, c) y entre fechas de muestreo (A, B, C, D, E, F), indican diferencia estadística significativa (Tukey  $P = 0.05$ )

por luz, dado que se presentan tallos de mayor altura y hojas más grandes (Cruz-Hernández et al. 2017b).

Respecto a la acumulación de la temperatura media diaria por encima de la temperatura base (15 °C) o unidades calor, los valores más altos se detectaron para los muestreos realizados en los meses de junio a octubre, acumulando más de 300 °C entre cada muestreo (Figura 1), factor determinante en el comportamiento del índice de estabilidad de tallos. No obstante, en el muestreo realizado en agosto, la precipitación tuvo la mayor acumulación con más de 600 mm, y esto sumado al corte de uniformidad realizado después del muestreo de julio, propició un incremento en la estabilidad de la pradera. Al respecto, Cruz-Hernández et al. (2017a) mencionan que, aunque se tengan las temperaturas óptimas para el desarrollo de las praderas, el déficit hídrico en períodos de sequía limita el desarrollo y producción de forraje.

## Discusión

La distribución de la precipitación en el área de estudio siguió un patrón estacional (Figura 1), lo cual influyó en las actividades fisiológicas determinantes de la dinámica de tallos (Cruz-Hernández et al. 2017b); así mismo, la temperatura es un factor importante en el desarrollo fotosintético (Sage y Kubien 2007), aún más relevante cuando la estacionalidad de las precipitaciones no es muy marcada (Rodrigues et al. 2013). En el caso particular de este estudio hubo lluvias todos los meses excepto en agosto-setiembre, pero los niveles más altos de precipitación se presentaron en octubre-noviembre, cuando las temperaturas tendieron a ser más bajas. De igual manera, la ausencia de cortes frecuentes durante las etapas de desarrollo repercutió en la dinámica poblacional de tallos, ya que la interacción entre cortes y épocas del año produce cambios en los procesos morfogénicos (Ramírez-Reynoso et al. 2010).

En general, el comportamiento de la densidad de tallos (Cuadro 1) corresponde a lo ocurrido en los pastos manejados bajo corte, dado que después de realizada la defoliación, se estimuló la regeneración y se mantuvo por un tiempo la densidad en el espacio ocupado, pero luego ocurrió muerte de tallos como resultado de la competencia por espacio, tal como ha sido reportado por Ramírez-Reynoso et al. (2020).

En este estudio, se observó un incremento en el número de tallos en la primera fase hasta el muestreo realizado en mayo (Cuadro 2), como producto de una tasa de ahijamiento superior a la tasa de mortalidad; pero, posteriormente ocurrió una disminución en la densidad

de tallos debido a que las tasas de ahijamiento fueron muy bajas o nulas, y de esa manera fueron incapaces de compensar el incremento de las tasas de mortalidad. Lo mismo sucedió para el conteo realizado en el mes de octubre, donde la defoliación estimuló una mayor tasa de ahijamiento en relación con la tasa de mortalidad, sin embargo, este efecto fue pasajero, debido probablemente a la menor disponibilidad de unidades calor necesarias para estimular el crecimiento, más aún que en los meses posteriores se presentaron no solo temperaturas más bajas que afectan negativamente la tasa fotosintética (Sage y Kubien 2007), sino también una menor cantidad y calidad de radiación fotosintéticamente activa, lo cual inhibe la emergencia de hijuelos (Flores-Santiago et al. 2018).

El incremento en las tasas de ahijamiento observado en los cultivares de *Urochloa* (Cuadro 2) en las fases iniciales del estudio se debieron a la presencia de condiciones ambientales adecuadas y al corte de uniformidad realizado al inicio, lo cual estimuló la activación de yemas axilares y basales mediante la recepción de luz en la base de los tallos (Difante et al. 2008). Comúnmente esto sucede en las épocas de primavera y verano, cuando se tiene niveles adecuados de temperatura y precipitación, pero puede suceder en otras épocas si se dan condiciones ambientales adecuadas para el crecimiento de los pastos (Caminha et al. 2010). En el caso particular de este estudio, en los últimos meses del año se produjo afectación en la densidad de tallos por las mayores tasas de mortalidad, en comparación con las de ahijamiento, debido a las bajas temperaturas y menor luminosidad, pese a que había suficiente humedad en el suelo. Resultados similares fueron reportados por Maldonado-Peralta et al. (2019), quienes encontraron una disminución en la densidad de tallos en pasto Cuba OM-22, atribuido a la disminución en la presencia de la luz solar directa en los estratos inferiores donde se encuentran los nuevos tallos, como producto del incremento en el área foliar, lo cual resultó en la muerte de esos tallos (Cruz-Hernández et al. 2017b). Por otro lado, Rojas-García et al. (2016) mencionan que en pasturas de pasto ovido (*Dactylis glomerata* L.) solo y asociado con ryegrass perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens*) una densidad de 30 plantas/m<sup>2</sup> favorece el crecimiento, y que la densidad de tallos puede ser afectada por la manipulación de la defoliación, en términos de la intensidad y frecuencia de corte. Sin embargo, ese tipo de información no está disponible para los cultivares de *Urochloa* incluidos en este estudio.

Un aspecto importante para considerar cuando se analiza la estabilidad de las pasturas (Cuadro 3) es el

balance entre el número de tallos muertos y la tasa de aparición de hijuelos (Cuadro 2), pues si esta última es alta podrían compensar las pérdidas por mortalidad. Al respecto, Ramírez-Reynoso et al. (2011) y Caminha et al. (2010) encontraron mayores tasas de sobrevivencia en la época de sequía en comparación a la época de lluvias para *Megathyrus maximus* cv. Mombasa y *Urochloa brizantha*, por lo que, el recambio de tallos se constituye en un mecanismo de adaptación para mantener estable la población y ayudar en la persistencia de la especie cuando enfrenta condiciones críticas.

El índice de estabilidad de la población de tallos mostró que las praderas de los cultivares de *Urochloa* en los primeros meses de evaluación incrementaron y mantuvieron el número de tallos, pero disminuyeron posteriormente, resultando en índices de estabilidad inferiores a 1. Este mismo comportamiento fue reportado por Ramírez-Reynoso et al. (2020) con el pasto Llanero (*Andropogon gayanus* Kunth) que con intervalos de corte de hasta 28 días no se comprometió la estabilidad de la especie, mientras que, intervalos de más de 42 días resultaron en índices de estabilidad menores a 1.0. En el caso de este estudio, es posible que el mantener las plantas de *Urochloa* sin defoliación hasta el mes de mayo (lo que representó 84 días de rebrote) no comprometió la persistencia de la pradera, pero la respuesta para los cortes de octubre fue diferente, sugiriendo que en ese período de año no se debería realizar defoliaciones tan tardías, y con alturas de corte a los 10 cm sobre el suelo, ya que las temperaturas bajas y la falta de tolerancia de estas especies a intensidades severas compromete la estabilidad de la pradera (Habermann et al. 2019).

En cuanto a la acumulación de unidades calor, se ha reportado que a medida que esta se incrementa, aumenta de manera lineal la materia seca total, con una mayor proporción de tallos que de hojas, estas últimas esenciales como determinantes de la calidad nutritiva del forraje. En un estudio con *Megathyrus coloratum* L., cultivar Verde, Ferri (2011) observó que el porcentaje de proteína disminuyó en 8 unidades en por ciento a medida que se incrementó la acumulación térmica o unidades calor hasta valores cercanos a los 1,800 °C. En este estudio, la acumulación de unidades calor entre el corte de uniformidad inicial y el realizado en el mes de septiembre fue mayor a los 2,600 °C, habría que preguntarse cuánto puede haber afectado esto la calidad nutritiva, pero con seguridad debería efectuarse un aprovechamiento más temprano mediante la defoliación, para no afectar la calidad ni la persistencia de los cultivares estudiados.

Este estudio fue desarrollado en parcelas pequeñas manejadas bajo corte, pero el siguiente paso es evaluar bajo pastoreo el efecto del manejo y los factores ambientales asociados a las épocas del año sobre la dinámica y estabilidad de tallos en algunos de estos cultivares, de manera similar a los estudios realizados en el pasto *Megathyrus maximus* cv. Mombasa (Montagner et al. 2012) y *Urochloa* híbrido cv. Mulato (Silva et al. 2017).

## Conclusiones

El incremento en la temperatura medida mediante la acumulación de unidades calor y la distribución de la precipitación, aunado a intervalos largos entre cortes, resultan en una disminución en el índice de estabilidad, debido a la menor tasa de ahijamiento respecto a la tasa de mortalidad de tallos en los cinco cultivares de *Urochloa* (Camello I, Camello II, Mulato II, Convert 330 y Cobra).

## Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por la beca otorgada al primer autor, a la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Autónoma de Tamaulipas y al Grupo Papalotla, por las facilidades otorgadas para realizar esta investigación.

## Referencias

(Nota de los editores: Enlaces verificados el 3 de enero de 2023).

- Caminha FO; Silva SC da; Paiva AJ; Pereira LET; Mesquita P de; Guarda VA. 2010. Stability of tiller population of continuously stocked marandu palisade grass fertilized with nitrogen. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 45(2):213–220. (En Portugués). doi: [10.1590/S0100-204X2010000200013](https://doi.org/10.1590/S0100-204X2010000200013)
- Castro-Rivera R; Hernández-Garay A; Ramírez-Reynoso O; Aguilar-Benítez G; Enríquez-Quiroz JF; Mendoza-Pedroza SI. 2013. Crecimiento en longitud foliar y dinámica de población de tallos de cinco asociaciones de gramíneas y leguminosa bajo pastoreo. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 4(2):201–215. [bit.ly/3WvDRLt](https://doi.org/bit.ly/3WvDRLt)
- Cruz-Hernández A; Hernández-Garay A; Chay-Canul AJ; Mendoza-Pedroza SI; Ramírez-Vera S; Rojas-García AR; Ventura-Ríos J. 2017a. Componentes del rendimiento y valor nutritivo de *Urochloa humidicola* cv. Chetumal a diferentes estrategias de pastoreo. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas 8(3):599–610. doi: [10.29312/remexca.v8i3.34](https://doi.org/10.29312/remexca.v8i3.34)
- Cruz-Hernández A; Hernández-Garay A; Vaquera-Huerta H; Chay-Canul A; Enríquez-Quiroz J; Ramírez-Vera



- S. 2017b. Componentes morfogénicos y acumulación del pasto mulato a diferente frecuencia e intensidad de pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8(1):101–109. doi: [10.22319/rmcp.v8i1.4310](https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i1.4310)
- Difante GS; Nascimento JD; Silva SC da; Euclides VPB; Zanine AM; Adese B. 2008. Tillering dynamics of marandu palisadegrass submitted to two cutting heights and three cutting intervals. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37(2):189–196. (En Portugués). doi: [10.1590/S1516-35982008000200003](https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000200003)
- Ferri CM. 2011. The seasonal and inter-annual patterns of biomass accumulation and crude protein in kleingrass (*Panicum coloratum*) in the semiarid Pampean region of Argentina. *Ciencia e Investigación Agraria* 38(2):191–198. [10.4067/S0718-16202011000200003](https://doi.org/10.4067/S0718-16202011000200003)
- Flores-Santiago EJ; Hernández-Garay A; Guerrero-Rodríguez JD; Vaquera-Huerta H; Cadena-Villegas S; Mendoza-Pedroza SI. 2018. Dinámica poblacional de planta y tallos de ballico perenne (*Lolium perenne* L.) solo y asociado con pasto ovilla (*Dactylis glomerata* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). *Acta Universitaria* 28(1):30–37. doi: [10.15174/au.2018.1587](https://doi.org/10.15174/au.2018.1587)
- Garay-Martínez JR; Joaquin-Cancino S; Estrada-Drouaillet B; Martínez-González JC; Joaquín-Torres BM; Limas-Martínez AG; Hernández-Melendez J. 2018. Acumulación de forraje de pasto buffel e híbridos de *Urochloa* a diferente edad de rebrote. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 5(15):573–581. doi: [10.19136/era.a5n15.1634](https://doi.org/10.19136/era.a5n15.1634)
- Habermann E; Oliveira EAD de; Contin DR; Delvecchio G; Vicedo DO; Moraes MA de; Prado RM; Costa KAP; Braga MR; Martinez CA. 2019. Warming and water deficit impact leaf photosynthesis and decrease forage quality and digestibility of a C4 tropical grass. *Physiologia Plantarum* 165(2): 383–402. doi: [10.1111/ppl.12891](https://doi.org/10.1111/ppl.12891)
- Hernández-Garay A; Martínez-Hernández PA; Zaragoza-Esparza J; Vaquera-Huerta H; Osnaya-Gallardo F; Joaquín Torres BM; Velazco-Zebadúa ME. 2012. Caracterización del rendimiento de forraje de una pradera de alfalfa-ovillo al variar la frecuencia e intensidad de pastoreo. *Revista Fitotecnia Mexicana* 35(3):259–266. [bit.ly/3E2qxak](https://bit.ly/3E2qxak)
- Maldonado-Peralta MA; Rojas-García A; Sánchez-Santillán P; Bottini-Luzardo MB; Torres-Salado N; Ventura-Ríos J; Joaquín-Cancino S; Luna-Guerrero MJ. 2019. Análisis de crecimiento de pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* × *Pennisetum glaucum*) en el trópico seco. *Agroproductividad* 12(9):17–22. doi: [10.32854/agrop.v0i0.1445](https://doi.org/10.32854/agrop.v0i0.1445)
- Merchant-Fuentes I; Solano-Vergara JJ. 2016. Las praderas, sus asociaciones y características: una revisión. *Acta Agrícola y Pecuaria* 2(1):1–11. [bit.ly/3ZwFaLN](https://bit.ly/3ZwFaLN)
- Montagner DB; Nascimento Júnior DD; Vilela HH; Sousa BML; Euclides VPB, Silva SC da; Carlotto MN. 2012. Tillering dynamics in pastures of guinea grass subjected to grazing severities under intermittent stocking. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41(3):544–549. doi: [10.1590/S1516-35982012000300010](https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000300010)
- Moreno LSB; Pedreira CGS; Boote KJ; Alves RR. 2014. Base temperature determination of tropical *Panicum* spp. grasses and its effects on degree-day-based models. *Agricultural and Forest Meteorology* 186(2014):26–33. doi: [10.1016/j.agrformet.2013.09.013](https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2013.09.013)
- Orozco-Jarma A; Maza-Angulo L; Pineda-Pérez A; Hernández-Ciodaro J. 2012. Aspectos fisiológicos y bromatológicos de *Bracharia humidicola*. *Revista CES Medicina Veterinaria y Zootecnia* 7(1):89–99. [bit.ly/3FTAGr7](https://bit.ly/3FTAGr7)
- Ramírez-Reynoso O; Hernández-Garay A; Silva SC da; Pérez-Pérez J; Souza Junior SJ; Castro-Rivera R; Enríquez-Quiroz JF. 2010. Características morfogénicas y su influencia en el rendimiento del pasto mombaza, cosechado a diferentes intervalos de corte. *Tropical and Subtropical Agroecosystems* 12(2):303–311. [bit.ly/3zX2BT0](https://bit.ly/3zX2BT0)
- Ramírez-Reynoso O; Silva SC da; Hernández-Garay A; Enríquez-Quiroz JF; Pérez-Pérez J; Quero-Carrillo AR; Herrera-Haro JG. 2011. Rebrote y estabilidad de la población de tallos en el pasto *Panicum máximum* cv. “mombaza” cosechado en diferentes intervalos de corte. *Revista Fitotecnia Mexicana* 34(3):213–220. doi: [10.35196/rfm.2011.3.213](https://doi.org/10.35196/rfm.2011.3.213)
- Ramírez-Reynoso O; Flores-Atilano I; Hernández-Castro E; Rojas-García AR; Maldonado-Peralta MA; Valenzuela-Lagarda JL. 2020. Dinámica poblacional de tallos e índice de estabilidad de pasto llanero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 24:23–34. doi: [10.29312/remexca.v0i24.2355](https://doi.org/10.29312/remexca.v0i24.2355)
- Rodrigues JC; Souza PJOP de; Lima RT de. 2013. Estimate of base temperature and thermal requirement in mango for the northeast of Pará. *Revista Brasileira de Fruticultura* 35(1):143–150. (En portugués). doi: [10.1590/S0100-29452013000100017](https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000100017)
- Rojas-García AR; Hernández-Garay A; Quero-Carrillo AR; Guerrero-Rodríguez JD; Ayala W; Zaragoza-Ramírez JL; Trejo-Lopez CP. 2016. Persistencia de *Dactylis glomerata* L. solo y asociado con *Lolium perenne* L. y *Trifolium repens* L. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7(4):885–895. doi: [10.29312/remexca.v7i4.262](https://doi.org/10.29312/remexca.v7i4.262)
- Rojas-García AR; Ventura-Ríos J; Hernández-Garay A; Joaquín-Cansino S; Maldonado-Peralta MA; Reyes-Vázquez I. 2017. Dinámica poblacional de tallos de ovilla (*Dactylis glomerata* L.) solo y asociado con ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias* 8(4):419–428. doi: [10.22319/rmcp.v8i4.4646](https://doi.org/10.22319/rmcp.v8i4.4646)
- Rueda JA; Ortega-Jiménez E; Enríquez-Quiroz JF; Palacios-Torres RE; Ramírez-Ordoñez S. 2018. Tiller population dynamics in eight cultivars of Elephant grass during undisturbed growth. *African Journal of Range and Forage Science* 35(2):109–119. doi: [10.2989/10220119.2018.1477832](https://doi.org/10.2989/10220119.2018.1477832)
- Sage RF; Kubien DS. 2007. The temperature response of C3 and C4 photosynthesis. *Plant, Cell and Environment* 30(9):1086–1106. doi: [10.1111/j.1365-3040.2007.01682.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2007.01682.x)

Silva SC da; Chiavegato MB; Pena KS; Silveira MCT; Barbero LM; Junior SJS; Rodrigues CS; Limão VA; Pereira LET. 2017. Tillering dynamics of Mulato grass subjected to strategies of rotational grazing management. *The Journal of Agricultural Science*, 155(7):1082–1092. doi: [10.1017/S0021859617000223](https://doi.org/10.1017/S0021859617000223)  
Vargas TV; Hernández REM; Gutiérrez LJ; Plácido DCJ; Jiménez

CA. 2007. Clasificación climática del Estado de Tamaulipas, México. *Ciencia UAT* 2(2):15–19. [bit.ly/3hqOjDL](https://bit.ly/3hqOjDL)  
Villalobos-Villalobos L; Montiel-Longhi M. 2015. Características taxonómicas de pastos *Brachiaria* utilizados en Costa Rica. *Nutrición Animal Tropical* 9(1):39–56. doi: [10.15517/nat.v9i1.19391](https://doi.org/10.15517/nat.v9i1.19391)

(Recibido para publicación 12 de mayo de 2020 aceptado 17 de octubre de 2022; publicado 31 de enero 2023)

© 2023



*Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* is an open-access journal published by *International Center for Tropical Agriculture (CIAT)*, in association with *The Tropical Crops Genetic Resources Institute of The Chinese Academy of Tropical Agricultural Sciences (TCGRI-CATAS)*. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license.