

## Dinámica poblacional de tallos e índice de estabilidad del pasto llanero

Omar Ramírez Reynoso<sup>1</sup>

Isidro Flores Atilano<sup>2</sup>

Elías Hernández Castro<sup>3</sup>

Adelaido Rafael Rojas García<sup>4</sup>

María de los Ángeles Maldonado Peralta<sup>4§</sup>

José Luis Valenzuela Lagarda<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Centro Regional de Educación Superior de la Costa Chica-Universidad Autónoma de Guerrero. Cruz grande, Florencio Villareal, Guerrero, México. CP. 41800. (omarr@hotmai.com; joseluislagarda@uagro.mx). <sup>2</sup>Maestría en Ciencias Agropecuaria y Gestión Local-Universidad Autónoma de Guerrero-Unidad Tuxpan. Carretera Iguala-Tuxpan km 2.5, Iguala, Guerrero. (Atilano.mvz@hotmail.com). <sup>3</sup>Maestría en Ciencias Agropecuaria y Gestión Local-Universidad Autónoma de Guerrero-Unidad Tuxpan. Carretera Iguala-Tuxpan km 2.5, Iguala, Guerrero. (ehernandez@uagro.mx). <sup>4</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia núm. 2-Universidad Autónoma de Guerrero. Cuajinicuilapa, Guerrero, México. CP. 41940. (rogarcia@uagro.mx).

§Autor para correspondencia: mmaldonado@uagro.mx.

### Resumen

En trópico de México las praderas con pastos constituyen la base de la alimentación de los rumiantes. El objetivo del estudio fue determinar la densidad, tasa de aparición, muerte y la sobrevivencia de la población de tallos del pasto Llanero (*Andropogon gayanus* Kunt) cosechado a diferentes edades de rebrote (ER: 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 d), en dos periodos de crecimiento, época de sequía con riego y época de lluvias. Las ER (tratamientos) se asignaron a cuatro unidades experimentales de 3 m<sup>2</sup>, mediante un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. En ambos periodos de crecimiento, la densidad de tallos se incrementó hasta los 28 días de rebrote posteriormente, disminuyó hasta el final del estudio con mayor intensidad durante el periodo de sequía con riego respecto al de lluvias (325 y 378 tallos m<sup>-2</sup>, respectivamente). Hubo mayor aparición y muerte de tallos en el periodo de sequía con riego (97 a 100 tallos semana<sup>-1</sup>). El índice de estabilidad de la población fue mayor o próximo de uno durante la sequía con riego, mientras que, en lluvias a partir de los 42 días de rebrote, este fue menor que uno. En conclusión, se obtuvo que edades de rebrote de 7 a 28 días no se compromete la estabilidad poblacional de tallos y favorece la persistencia de las praderas. Mayores edades de rebrote durante las lluvias no permiten recuperar la población de tallos, lo que propicia inestabilidad de la población.

**Palabras clave:** población de tallos, supervivencia de tallos, tasa de muerte.

Recibido: abril de 2020

Aceptado: mayo de 2020

## Introducción

En México, las praderas de pastos constituyen la base de la alimentación de los rumiantes en los sistemas de pastoreo, proveen un alimento de bajo costo en relación con los alimentos utilizados en los sistemas estabulados. En estos sistemas, la falta de conocimiento sobre el manejo adecuado de praderas puede ocasionar que los sistemas de producción requieran de mayor inversión (Ramírez *et al.*, 2011).

Praderas de gramíneas están constituidas por poblaciones de plantas, las que, a su vez, están constituidas por tallos, considerados como unidades de crecimiento (Hodgson, 1990; Lemaire, 2001). En praderas perennes, es importante entender que los tallos poseen tiempo de vida limitado, generalmente inferior a un año (Matthew *et al.*, 2000). En este contexto, el rebrote de tallos presenta variaciones en las tasas de aparición y muerte de estos, ya que dependen del manejo de la pradera y la estación del año (Ramírez *et al.*, 2011).

Existen diferencias entre especies y cultivares, para lograr la estabilidad en la densidad poblacional de tallos (Maldonado *et al.*, 2019) y favorecer la persistencia de las praderas, por lo que, es importante conocer las tasas aparición y muerte de tallos para cada pasto y condición de uso lo que, permite identificar recomendaciones específicas de manejo para optimizar la dinámica de población de tallos, condición básica para garantizar la persistencia de la población de plantas en las praderas; a través, del tiempo (Fialho *et al.*, 2012).

Autores (Portela *et al.*, 2011; Rojas *et al.*, 2017a) consignan que, la evaluación en la demografía de tallos, están asociadas a mediciones de crecimiento y estructura de plantas en condiciones de corte (Giacomini *et al.*, 2009; Sousa *et al.*, 2010; Ramírez *et al.*, 2011) o pastoreo (Hernández *et al.*, 2014), son de importancia para mayor producción y persistencia de las gramíneas.

El pasto llanero es una gramínea perenne introducida a México en 1986 por el INIFAP (CIAT, 1989) y difundida como una especie resistente a suelos de baja fertilidad y a lugares que sufren restricción hídrica, debido a que, presenta un sistema radicular profundo, además presenta un rebrote rápido como consecuencia de una alta tasa de aparición de tallos (Machado *et al.*, 2010).

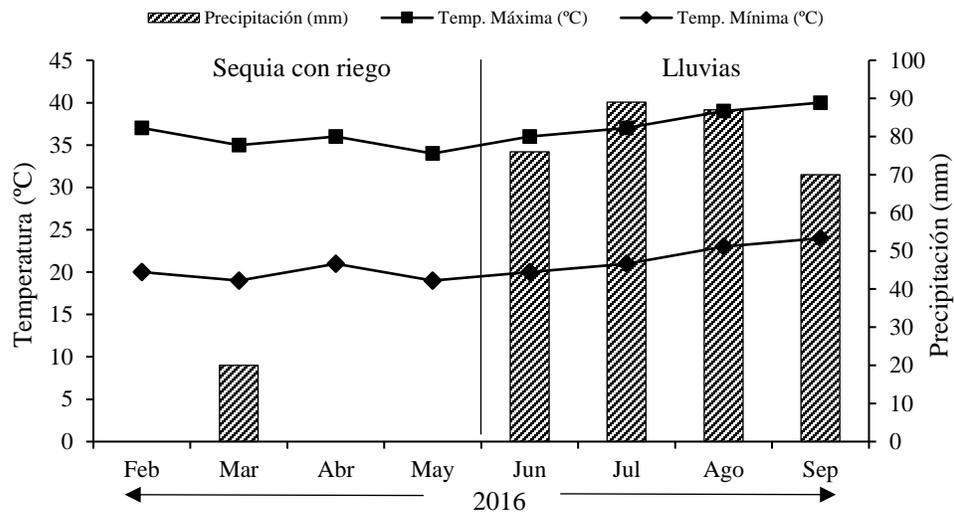
Este pasto, manejado a intervalos de defoliaciones fijos e intensidades de cosecha de 1 a 3 m, provocan una excesiva acumulación de tallos y senescencia precoz, lo que reduce la producción de biomasa y obstaculiza el consumo animal; presenta valores más altos de densidad de tallos en primavera y con intensidades de defoliación de 30 cm (Sousa *et al.*, 2010). Por lo anterior, el objetivo de la presente investigación fue un análisis de crecimiento y determinar la mejor tasa de crecimiento, muerte, aparición y estabilidad de la población de tallos del pasto llanero.

## Materiales y métodos

### Localización y periodo del estudio

El estudio se realizó en el rancho ‘Aztlan’ (16° 43’ 26” latitud norte y 99° 07’ 24” longitud oeste), ubicado en el municipio de Florencio Villarreal, Guerrero, México. El estudio comprendió dos condiciones; riego semanalmente por aspersion (17 de febrero a 12 de abril 2016) y temporal (20 de julio a 13 de septiembre de 2016).

El clima es Awo, que corresponde a cálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 2004), con temperatura y precipitación media anual de 27 °C y 1 100 mm, a 40 m de altitud (CONAGUA, 2010). Los datos mensuales de precipitación y temperaturas máximas y mínimas, presentes durante el periodo experimental (Figura 1), se obtuvieron de la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) ubicada a 1 000 m del área experimental.



**Figura 1. Datos mensuales de precipitación y temperaturas máximas y mínimas, durante el periodo de estudio, en el Municipio de Florencio Villareal, Guerrero, México.**

## Manejo de praderas

En un área de 387.75 m<sup>2</sup> de superficie (23.5 x 16.5 m), se establecieron cuatro bloques de 33 m<sup>2</sup> (11 X 3 m), separadas 1.5 m entre ellas. Se utilizó material vegetativo (cepas jóvenes) a razón de 2 500 kg ha<sup>-1</sup>, distribuidos con una distancia entre hileras y plantas de 50 cm, aproximadamente. El 03 de octubre de 2015, se sembró el pasto llanero mediante un sistema de labranza mínima, que consistió en la limpieza manual para eliminar la biomasa emergida, por la pendiente irregular del terreno los bloques se establecieron en un diseño completamente al azar, con cuatro repeticiones.

Posteriormente los bloques se dividieron en 10 unidades experimentales de 3 m<sup>2</sup> (1 x 3 m). Se utilizaron ocho edades de rebrote (ER; 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días), como tratamientos. Al inicio de la investigación se realizó un corte de uniformización a 10 cm de altura. La maleza se controló mediante la aplicación de 2-4 D + Picloram.

## VARIABLES ESTUDIADAS

### Dinámica poblacional

Para determinar la aparición y muerte de tallos, al inicio de cada periodo de crecimiento, en la parte central de la unidad experimental, se delimitó un área de 1 m<sup>2</sup>, en la cual se registraron el número de plantas y se seleccionó una planta representativa en cuanto a altura promedio de las plantas, en la que se marcaron los tallos vivos con anillos de un mismo color y se consideró como población inicial.

Posteriormente, cada semana para cada periodo de crecimiento, los tallos nuevos se marcaron con anillos de diferente color, para cada generación y se retiraron los anillos de los tallos muertos y se contabilizaron. Estos valores se multiplicaron por el número de plantas por m<sup>2</sup>, con estos datos se estimaron: la densidad poblacional de tallos (DPT; tallos m<sup>-2</sup>) y sus respectivas tasas semanales de aparición (TAT) y muerte (TMT) (tallos 100 tallos<sup>-1</sup>), mediante la metodología descrita por Rojas *et al.* (2017).

$$DPT = \text{N}^\circ \text{ de tallos vivos existentes en cada muestreo, TAT} = \text{TMT} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de tallos muertos}}{\text{DPT del muestreo anterior}} (100)$$

Tasa de sobrevivencia de tallos La tasa de sobrevivencia de tallos (TST) se obtuvo de manera indirecta mediante la ecuación: TST= 100-TMT.

### Índice de estabilidad

Para calcular el índice de estabilidad de la población de tallos, se utilizó la ecuación descrita por Bahmani *et al.* (2003),  $P_f/P_i = \text{TSP} (1 + \text{TAP})$ .

Donde:  $P_f/P_i$  corresponde a la población actual o final de tallos ( $P_f$ ); expresada como proporción de la población original o inicial de tallos ( $P_i$ ) para un determinado período. TSP y TAP corresponden respectivamente a la tasa de sobrevivencia y tasa de aparición de tallos para el mismo período.

La interpretación de este índice se basa en que los valores iguales o próximos a uno (0.95 a 1.05) indican una población de tallos estable, en la que el número de tallos prácticamente no varía, aunque es resultado de un equilibrio dinámico. Los valores inferiores a uno (<0.95) indican inestabilidad negativa, donde la población de tallos tiende a disminuir a través del tiempo y los valores superiores a uno (>1.05) representan la condición inversa (Bahmani *et al.*, 2003).

### Análisis estadístico

El análisis estadístico de los datos se realizó con el procedimiento Proc Mixed del paquete estadístico SAS (SAS Institute, 2004). Para seleccionar la matriz de varianza y covarianza se utilizó el criterio de información de Akaike (Wolfinger y O'Connell, 1993). Los efectos de edad de rebrote, periodos de crecimiento y sus interacciones se consideraron fijos y el efecto de bloques se consideró aleatorio.

Las medias de las causas de variación (tratamientos, periodo de estudio y su interacción) se estimaron con el procedimiento Lsmmeans y la comparación entre ellas se hizo por medio de la probabilidad de la diferencia (PDIFF) con la prueba de 't' de Student, a un nivel de significancia de 5%. Para el análisis de la densidad de tallos se utilizó como covariable la población inicial (primera densidad registrada, posterior al corte de uniformidad) de cada periodo de crecimiento.

## Resultados y discusión

### Dinámica poblacional

Hubo efecto de ER ( $p < 0.0001$ ) para la densidad de tallos; efecto de ER ( $p < 0.0001$ ) en la tasa de aparición de tallos y, efecto de ER ( $p < 0.0010$ ), periodo de crecimiento ( $p = 0.0212$ ) e interacción (ER x periodo de crecimiento;  $p = 0.0306$ ) para la tasa de muerte de tallos. Los promedios muestran que la densidad de tallos aumentó de 318 a 401 tallos  $m^{-2}$  del día 7 al 35 de rebrote, posteriormente disminuyó hasta el final del estudio (56 días: 352 tallos  $m^{-2}$ ) (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Densidad y tasas de aparición y muerte de tallos del pasto Llanero, cosechado a diferentes edades de rebrote.**

ER (días)	Sequía con riego	Lluvia	Promedio
	Densidad de tallos (tallos $m^{-2}$ )		
7	292 B	344 B	318 E
14	336 A	386 B	361 CD
21	360 A	427 A	394 AB
28	364 A	445 A	405 A
35	357 A	445 A	401 A
42	349 A	421 A	385 B
49	341 A	399 B	370 C
56	325 A	378 B	352 D
Promedio	341	405 AB	
EEM	67.9	67.9	4.6
	Tasas de aparición (tallos 100 tallos $^{-1}$ semana $^{-1}$ )		
7	22.7 A	6.7 B	14.7 A
14	16.7 A	20 A	18.3 A
21	14 A	17.7 A	15.8 A
28	3 BC	5 BC	4 B
35	0 C	1 BC	0.5 B
42	0.5 C	0 C	0.2 B
49	0.2 C	0 C	0.1 B
56	0.5 C	0 C	0.2 B
Promedio	7.2	6.3	
EEM	4.2	2.2	2.1
	Tasas de muerte (tallos 100 tallos $^{-1}$ semana $^{-1}$ )		
7	1 Cb	8.5 Aa	4.7 A

ER (días)	Sequía con riego	Lluvia	Promedio
14	1.2 Ca	3.7 BCa	2.5 BC
21	7.2 Aa	4.5 ABCa	5.8 A
28	2.5 BCa	1 Ca	1.7 C
35	2.2 BCa	1.2 Ca	1.7 C
42	2.7 BCa	6.2 ABa	4.5 AB
49	3 BCa	7 ABa	5 A
56	5 Aba	7 ABa	6 A
Promedio	3.1 b	4.9 a	
EEM	0.9	1.5	0.7

Medias con letras mayúsculas iguales en cada columna de cada variable, no son estadísticamente diferentes (PDIFF, 0.05). Medias con letras minúsculas iguales en cada hilera, no son estadísticamente diferentes (PDIFF, 0.05). ER= edad de rebrote; EEM= error estándar de la media.

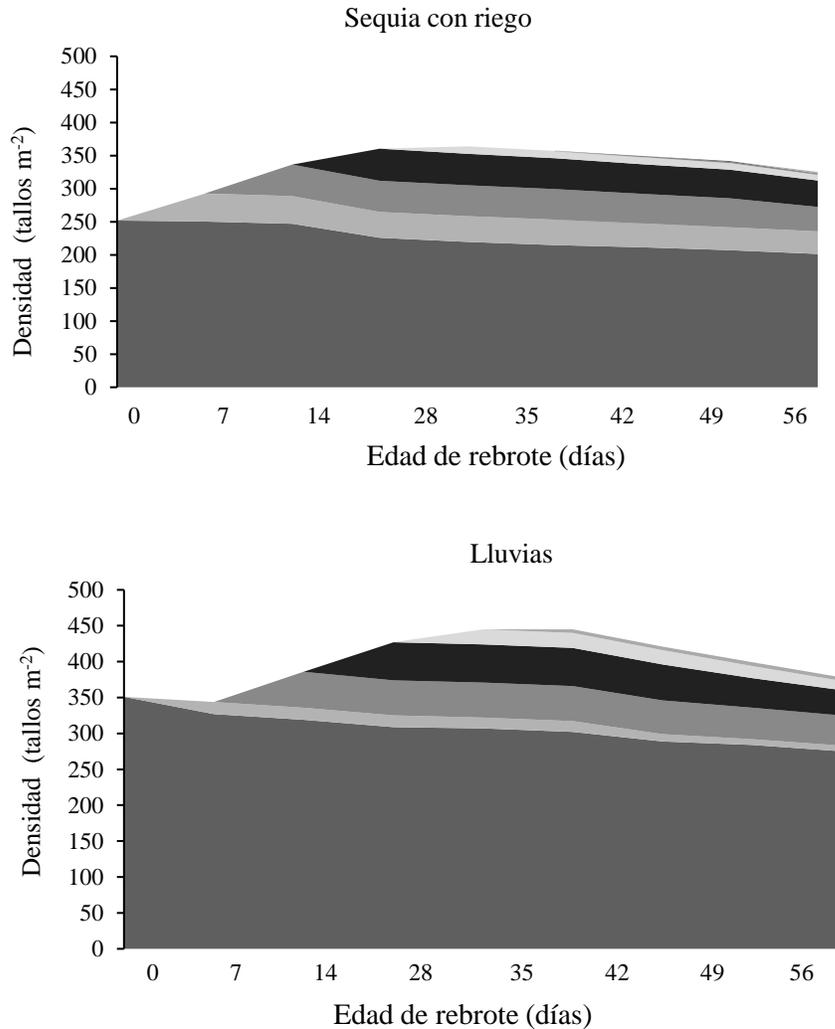
Mientras que las mayores tasas de aparición de tallos se presentaron en las ER 7, 14 y 21, con un promedio 16.3 tallos 100 tallos<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup>, para disminuir a partir de 35 días hasta el final de estudio, donde la aparición de tallos prácticamente cesó (0.2 tallos 100 tallos<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup>). La tasa de muerte de tallos fue 58% mayor en el periodo de lluvias, cuando la ER de 7 días presentó la más alta tasa de muerte de tallos (8.5 tallos 100 tallos<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup>), posteriormente, aunque sin diferencias estadísticas, disminuyó hasta la ER de 35 días (1.2 tallos 100 tallos<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup>).

A partir de este momento, la tasa de muerte de tallos fue similar entre edades de rebrote con un promedio de 6.8 tallos 100 tallos<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup>. Aplicando riego, la tasa de muerte de tallos se incrementó al variar de 7 a 21 días de rebrote con valores de 1 y 7.2 tallos 100 tallos<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup>, respectivamente, mientras que, en la ER de 28 días la tasa de muerte disminuyó a 2.5 tallos 100 tallos<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup>, a partir de esta edad, la muerte de tallos tendió a incrementarse hasta la ER de 56 días con una tasa de 5.0 tallos 100 tallos<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup>.

En general, el recambio de tallos ocurrido en ambas condiciones de manejo del pasto Llanero, ya que, se ajustó al patrón de la evolución de la densidad de tallos (el balance neto entre la aparición y muerte de tallos) que ocurre en una pradera en crecimiento después de una defoliación mecánica (Rojas *et al.*, 2017a), como sucedió en este estudio.

De acuerdo con Rojas *et al.* (2017b), en una primera fase de crecimiento fisiológico de la planta, posterior a la defoliación, la densidad de tallos se incrementa rápidamente, mientras que, en una segunda fase, disminuye y puede ser detenida, sin llegar necesariamente a un cese completo, de la tasa de aparición de tallos. En una tercera fase, la densidad de tallos disminuye, debido principalmente a la muerte de tallos (Gastal *et al.*, 2004).

En este estudio, el incremento en la densidad de tallos detectado como la primera fase se presentó hasta la ER de los 21 y 28 días, en condiciones de con riego y lluvias respectivamente, cuando las tasas de aparición de tallos superaron a las tasas de muerte de tallos, en ambas condiciones de crecimiento (Cuadro 1 y Figura 2).



**Figura 2. Cambio semanal en la demografía de tallos del pasto *Andropogon gayanus* Kunt. Cada franja de tono de grises representa una población de tallos semanalmente y el conjunto representa la densidad total de tallos.**

La segunda fase ocurrió hasta las edades de rebrote de 28 y 35 días para los periodos de sequía con riego y lluvias, respectivamente y se explica por la compensación propiciada entre la fuerte disminución en las tasas de aparición de tallos y las bajas tasas de muerte de tallos registradas, lo que evitó que, la densidad de tallos incrementara.

La tercera fase se presentó a partir de los 35 d, hasta el final del estudio, en ambos periodos de crecimiento, cuando las insignificantes o nulas tasas de aparición de tallos presentadas, no fueron capaces de compensar las crecientes tasas de muerte de tallos, lo que en consecuencia propició que la densidad de tallos disminuyera (Cuadro 1 y Figura 2).

Las mayores tasas de aparición de tallos ocurridas en la primera fase del pasto llanero en este estudio se debieron a las buenas condiciones ambientales (Figura 1) y al efecto del inicio de cada periodo de crecimiento, que permitió la entrada de luz en la base de la pradera y la activación de yemas axilares remanentes (Deregibus *et al.*, 1983) y en consecuencia, se favoreció la aparición, crecimiento y desarrollo de nuevos tallos.

La disminución en la tasa de aparición de tallos observada en la segunda fase fue determinada por el desarrollo de las plantas (crecimiento de los tallos y acumulación de biomasa foliar), lo que interceptó la luz incidente y generó de manera gradual sombra en la base de las plantas, inhibiendo así la activación de yemas axilares y aparición de tallos.

A medida que la ER y la biomasa foliar aumentó, la sombra en la base de la planta también aumentó hasta lograr la total intercepción de la luz solar incidente, lo que explica la insignificante o nula tasa de aparición de tallos ocurrida en la tercera fase y hasta el final del estudio.

Lo anterior, confirma lo establecido por Simon y Lemaire (1987) que relatan que la menor tasa de aparición de tallos está relacionada con el aumento del índice de área foliar y con el avance del ciclo de rebrote, una vez que la intensidad de luz incidente sobre las yemas basales y axilares es reducida.

La mayor tasa de muerte de tallos a los 7 días de rebrote en el periodo de lluvias correspondió a tallos de la población inicial del periodo, caracterizada por plantas altas y consecuentemente de tallos altos, por lo que, al momento de aplicar el corte de uniformidad, seguramente hubo remoción de meristemos apicales lo que, ocasionó la muerte de tallos (Hernández *et al.*, 1999).

La muerte de tallos mostrada en la tercera fase del rebrote es probable debido al autosombreo de la misma planta, sobre los tallos jóvenes, que no pudieron desarrollarse lo suficientemente rápido durante el desarrollo de las plantas para mantener el acceso a luz solar (Ong, 1978; Davies, 1988).

Resultados similares, en la densidad poblacional de tallo, a este estudio fueron reportados por Rodolfo *et al.* (2015) al evaluar patrones de rebrote del pasto elefante (*Pennisetum purpureum*) sometido a dos alturas pre-pastoreo (90 y 120 cm) combinado con dos niveles de defoliación (50 y 70% de la altura inicial), dividiendo el periodo de rebrote en tres estados (inicial, intermedio y final), donde observaron 293 tallos m<sup>-2</sup> en el estado inicial de rebrote, seguido por un incremento significativo y los valores más altos en el estado intermedio (420 tallos m<sup>-2</sup>) y una disminución en el estado final (331 tallos m<sup>-2</sup>), sin diferencias entre sí.

### Tasas de sobrevivencia e índice de estabilidad de la población de tallos

La tasa de sobrevivencia de tallos se observa en el Cuadro 2 donde presentó efecto de ER ( $p=0.0008$ ), periodo de crecimiento ( $p=0.0203$ ) y de interacción entre ER x periodo de crecimiento ( $p=0.0391$ ). El índice de estabilidad presentó efecto de ER ( $p<0.0001$ ) y de periodo de crecimiento ( $p=0.012$ ).

**Cuadro 2. Tasa de sobrevivencia e índice de estabilidad de la población de tallos del pasto llanero, por periodo de estudio y cosechado a diferentes edades de rebrote.**

ER	Sequía	Lluvia	Promedio
Tasa de sobrevivencia de tallos (tallos 100 tallos <sup>-1</sup> semana <sup>-1</sup> )			
7	99 Aa	91.7 Cb	95.3 C
14	98.7 Aa	96.2 ABa	97.5 AB
21	93 Ca	95.5 ABCa	94.2 C
28	97.7 Aa	99 Aa	98.3 A

ER	Sequía	Lluvia	Promedio
35	97.2 Aa	98.7 Aa	98.2 A
42	97.2 ABa	93.7 BCa	95.5 BC
49	97 ABa	93.5 BCa	95.2 C
56	95 BCa	93 BCa	94 C
Promedio	96.9 a	95.1 b	
EEM	0.8	1.4	0.7
Índice de estabilidad			
7	1.2 Aa	1 B Cb	1.09 A
14	1.1 Aba	1.16 Aa	1.16 A
21	1 BCa	1.13 Aa	1.09 A
28	1 Ca	1.04 Ba	1.02 B
35	0.98 Ca	0.99 BCa	0.99 BC
42	0.98 Ca	0.94 Ca	0.96 C
49	0.97 Ca	0.93 Ca	0.95 C
56	0.96 Ca	0.92 Ca	0.94 C
Promedio	1.04 a	1.01 a	
EEM	0.04	0.02	

Medias con letras mayúsculas iguales en cada columna de cada variable, no son estadísticamente diferentes ( $p > 0.05$ ). Medias con letras minúsculas iguales en cada hilera, no son estadísticamente diferentes ( $p > 0.05$ ). ER= edad de rebrote; EEM= error estándar de la media.

La tasa de sobrevivencia de tallos fue 2% mayor durante la sequía con riego, cuando se presentaron tasas de sobrevivencia entre 97 y 99 tallos 100 tallos<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup>; a través, del periodo de crecimiento, sin diferencias estadísticas entre ER, excepto para los 21 y 56 días de rebrote, que registraron menor sobrevivencia de tallos con tasas similares entre sí, de 93 y 95 tallos 100 tallos<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup>, respectivamente.

Mientras que, durante el periodo de lluvias la menor tasa de sobrevivencia ocurrió en la ER de 7 días, posteriormente y hasta los 35 días de rebrote esta tasa aumentó con valores entre 95.5 y 99 tallos 100 tallos<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup>, sin diferencia entre ER. A partir, de la ER de 42 días la tasa de sobrevivencia de tallos disminuyó y al final de periodo (ER de 56 días) presentó un valor de 93 tallos 100 tallos<sup>-1</sup> semana<sup>-1</sup>, sin diferencias entre ER.

El índice de estabilidad de la población de tallos durante el periodo de sequía con riego disminuyó a medida que la ER también aumentó, al cambiar de 1.21 a 0.96 en las ER de 7 y 56 días, respectivamente. Valores superiores a 1 se observaron de 7 a 21 días de rebrote, valores iguales o próximos de 1 en las ER de 28 a 42 días y valores inferiores a 1 en las ER de 49 y 56 días, lo que indica que la población de tallos aumentó, se mantuvo estable y disminuyó, respectivamente.

Durante el periodo de lluvias ER de 7 días presentó un índice próximo a 1y hasta la ER de 28 días los índices fueron superiores a 1, en la ER de 35 días el índice fue próximo de 1 y a partir de esta edad y hasta el final del periodo el índice fue inferior a 1, lo que indica que, la población se mantuvo estable, aumentó, volvió a estabilizarse y finalmente disminuyó. La tasa de sobrevivencia es una variable relacionada con la persistencia de la población de tallos de una generación a otra, esa persistencia depende de la muerte de tallos que ocurre entre evaluaciones (Rojas *et al.*, 2017a).

Un estudio (Ramírez *et al.*, 2011) realizado con *Panicum maximum* cv. Mombaza donde evaluaron tres intervalos de corte (3.5 y 7 semanas) en dos épocas de crecimiento (sequía y lluvias), reportaron mayores valores de sobrevivencia de tallos en sequía con respecto a lluvias (93.5 y 67.1 tallos 100 tallos<sup>-1</sup> mes<sup>-1</sup> respectivamente) y mayor sobrevivencia en intervalos de corte de 3 y 5 semanas con relación a 7 semanas (82.4 y 75.6, tallos 100 tallos<sup>-1</sup> mes<sup>-1</sup>), respectivamente.

La mayor tasa de sobrevivencia de tallos (Cuadro 2) durante el periodo de sequía con riego fue consecuencia directa de bajas tasas de muerte (Cuadro 1), lo que sugiere que, la sobrevivencia de tallos aunada a una alta tasa de aparición de tallos durante las primeras ER (7 a 21 días) puede ser una adaptación de las plantas para colonizar el área cuando ocurren buenas condiciones ambientales y baja densidad de plantas, como en este estudio (Matthew *et al.*, 1996).

Por otra parte, durante el periodo de lluvias, la menor tasa de sobrevivencia de tallos (Cuadro 2) es consecuencia de mayor tasa de muerte de tallos (Cuadro 1) que asociadas con mayor tasa de aparición de tallos durante las primeras ER (7 a 21 días), sugieren ser un mecanismo de adaptación de las plantas para favorecer el recambio de tallos e incrementar la densidad poblacional en las praderas, cuando existen condiciones apropiadas para el crecimiento.

Posteriormente a estas ER, la mayor tasa de sobrevivencia durante la sequía con riego y la menor tasa de sobrevivencia en lluvias (Cuadro 2), asociadas a una mínima o nula tasa de aparición de tallos (Cuadro 1) en ambos periodos de crecimiento, ocasionaron que la máxima densidad de tallos alcanzada disminuyera hasta el final del estudio. A pesar, de esta dinámica de recambio de tallos, la densidad final de tallos fue superior a la densidad inicial (Figura 2), en ambos periodos de crecimiento.

El análisis del índice de estabilidad de la población de tallos, mostró que, las praderas del pasto Llanero durante las ER de 7 a 28 días, en ambos periodos de crecimiento, presentaron índices mayores a 1, indicando que la sobrevivencia de tallos (Cuadro 2) asociada a la aparición de tallos (Cuadro 1) fue suficiente para compensar y superar la muerte de tallos y propiciar que la población de tallos aumentara; lo que sugiere que en estas ER la variable aparición de tallos, fue más importante que la muerte de tallos, lo que debe, considerarse en el manejo del pasto *Andropogon gayanus* Kunt. (Ramírez *et al.*, 2011).

Posterior a estas ER durante el periodo de sequía con riego, los índices fueron próximos a uno (entre 0.98 y 0.96) hasta el final del estudio, indicando que, la sobrevivencia de tallos (Cuadro 2) en asociación con un baja dinámica de recambio de tallos (baja tasa de muerte y mínima o nula aparición de tallos (Cuadro 1), propicia ligera disminución en la densidad de tallos, pero permite mantener estable la población de tallos, lo que garantiza la persistencia de la pradera (Rojas *et al.*, 2017b) mientras que, durante el periodo de lluvias los índices de estabilidad de la población de tallos fueron inferiores a uno (entre 0.94 y 0.92).

Indicando inestabilidad de la población debido a que la aparición de nuevos tallos no fue suficiente para compensar la muerte de tallos lo que puede comprometer la persistencia de la pradera; a través, del tiempo (Matthew *et al.*, 1996). Ramírez *et al.* (2011) reportaron mayor índice de estabilidad de la población (0.97) durante la sequía que en las lluvias (0.92) y entre intervalos de corte, mayor índice en el de 3 semanas (0.98) con relación al de 7 semanas (0.9).

## Conclusiones

Entre mayor edad de rebrote durante la sequía presentaron ligera disminución en la densidad de tallos debido a que insignificantes tasas de aparición de tallos no fueron suficientes para compensar las bajas tasas de muerte registradas. Por otro lado, la alta tasa de sobrevivencia de tallos no permitió comprometer la estabilidad de la pradera.

Mientras que, durante la época de lluvia la densidad de tallos disminuyó con mayor intensidad debido a altas tasas de muerte y nula aparición de tallos, lo que puede comprometer la estabilidad poblacional y la persistencia de la pradera. Se recomienda cosechar el pasto llanero a edades de rebrote de 28 días ya que no comprometen la estabilidad poblacional de tallos y favorece la persistencia de la pradera.

## Literatura citada

- Bahmani, I.; Thom, E. R.; Matthew, C.; Hooper, R. J. and Lemaire, G. 2003. Tiller dynamics of perennial ryegrass cultivars derived from different New Zealand ecotypes: effects of cultivar, season, nitrogen fertilizer, and irrigation. *Australian J. Agric. Res.* 54(8):803-817.
- CIAT. 1989. Centro Internacional de Agricultura Tropical. *Andropogon gayanus* Kunth: un pasto para los suelos ácidos del trópico. Toledo, J. M.; Vera, R.; Lascano, C. y Lenné, J. M. (Eds.). ISBN 84-89206-80-5. Cali, Colombia. 406 p.
- CONAGUA, 2010. Comisión Nacional del Agua-Guerrero. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Gobierno de México.
- Davies, A. 1988 The regrowth of grass swards. *In: Jones, M. B. and Lazenby, A. (Eds.). The grass crop: the physiological basis of production.* Chapman and Hall, London. 85-127 pp.
- Deregibus, V. A.; Sanchez, R. A. and Casal, J. J. 1983. Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. *Plant Physiol.* 72(3):900-912.
- Fialho, C. A.; Silva, S. C.; Gimenes, F. M. A.; Gomes, M. B.; Berndt, A. and Gerdes, L. 2012. Tiller population density and tillering dynamics in marandu palisade grass subjected to strategies of rotational stocking management and nitrogen fertilization. *Acta Scientiarum. Animal Sci.* 34(3):137-139.
- García, E. 2004. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. 4ª (Ed.). Ciudad de México. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). 97 p.
- Gastal, F.; Lemaire, G. and Lestienne, F. 2004. Defoliation, Shoot plasticity, sward structure and herbage utilisation. *In: Pizarro, E.; Carvalho, P. C. F.; Da Silva, S. C. (Eds.). Symposium on Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology, 2.* UFPR, Curitiba. Anais. Curitiba. CD-ROM. 27 p.
- Giacomini, A. A.; Da, Silva, S. C.; Lucena, D. O.; Zeferino, S. C. V.; Trindade, J. K.; Souza, J. S. J.; Guarda, V. D. and Nascimento, J. D. 2009. Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermittent stocking. *Sci. Agric.* 66(6):733-741.
- Hernández-Garay, A.; Matthew, C. and Hodgson, J. 1999. Tiller size/density compensation in perennial ryegrass miniature swards subject to differing defoliation heights and a proposed productivity index. *Grass Forage Sci.* 54(4):347-356.
- Hernández, G. A.; Euclides, V. P. B.; Silva, S. C.; Montagner, D. B.; Nantes, N. N.; Nascimento, J. D. and Soares, C. O. 2014. Herbage accumulation and animal performance on Xaraés palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales.* 76-78 pp.

- Hodgson, J. 1990. *Grazing management: science into practice*. New York: J. Wiley. Longman Scientific and Technical. 203 p.
- Lemaire, G. 2001. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant population in swards. *Proceedings. In: XVII. International Grassland Congress. Brazil.* 29-37 pp.
- Machado, L. A. Z.; Lempp, B.; Valle, C. B.; Jank, L.; Batista, L. A. R.; Postiglioni, S. R.; Resende, R. M. S.; Fernandes, C. D.; Vergignassi, J. R.; Valentim, J. F.; Assis, G. M. L. and Adrade, C. M. S. 2010. Principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens para gado de corte. *In: bovinocultura de corte/Alexandre Vaz Pires. Piracicaba. FEALQ* 1-760.
- Maldonado, P. M. A.; Rojas, G. A. R.; Sánchez, S. P.; Bottini, L. M. B.; Torres, S. N.; Ventura, R. J.; Joaquín, C. S. y Luna, G. M. J. 2019. Análisis de crecimiento del pasto Cuba OM-22 (*Pennisetum purpureum* X *Pennisetum glaucum*) en el trópico seco. *Agroproductividad.* 12(8):17-22.
- Matthew, C. 1996. Seasonal patterns of rood, tiller and leaf production in a Grassland Ruanui ryegrass sward. *Proc N Z Grass Assoc.* 58:73-76.
- Matthew, C; Assuero, S. G.; Black, C. K.; Sackville, N. R. and Hamilton. 2000. Tiller dynamics of grazed swards. *In: grassland ecophysiology and grazing ecology. Lemaire, G.; Hodgson, J.; Moraes, A.; Carvalho, P. C. and Nabinger, F. C. (Eds.). CAB International. Wallingford, UK.* 127-150 pp.
- Ong, C. J. 1978. The physiology of tiller death in grasses. 1. The influence of tiller age, size and position. *J. British Grassland Soc.* 33(3):197-203.
- Portela, J. N.; Pedreira, C. S. G. and Braga, G. J. 2011. Demografia e densidade de perfilhos de campin-braquiária sob pastejo em lotação intermitente. *Pesquisa Agropec. Bras.* 46(3):315-322.
- Ramírez, R. O.; Da Silva, 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 poblacional de tallos en el pasto *Panicum máximum* cv. Mombaza cosechado en diferentes intervalos de corte. *Rev. Fitotec. Mex.* 34(3):213-220.
- Rodolfo, G. R.; Schmitt, D.; Dias, M. K. and Sbrissia, A. F. 2015. Levels of defoliation and regrowth dynamics in elephant Grass swards. *Ciência Rural, Santa Maria.* 45(7):1299-1304.
- Rojas, G. A. R.; Hernández, G. A.; Rivas, J. M. A.; Mendoza, P. S. I.; Maldonado, P. M. A. y Joaquín, C. S. 2017a. Dinámica poblacional de tallos de pasto ovillo (*Dactylis glomerata* L.) y ballico perenne (*Lolium perenne* L.) asociados con trébol blanco (*Trifolium repens* L.). *Rev. Fac. Cienc. Agrar.* 49(2):35-49.
- Rojas, G. A. R.; Ventura, R. J.; Hernández, G. A.; Joaquín, C. S.; Maldonado, P. M. A. y Reyes, V. I. 2017b. Dinámica poblacional de tallos de ovillo (*Dactylis glomerata* L.) solo y asociado con ballico perenne (*Lolium perenne* L.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.). *Rev. Mex. Cienc. Pec.* 8(4):419-428.
- SAS INSTITUTE. 2004. SAS/STAT® 8e. User's Guide Release. Cary, NC.
- Simon, J. C. and Lemaire. G. 1987. Tillering and leaf index in grasses in vegetative phase. *Grass and Forage Science.* 42(4):373-380.
- Sousa, B. M. L.; Nacimiento, J. D.; Da Silva, S. C.; Monteiro, H. C. F.; Rodrigues, C. S.; Fonseca, D. M.; Silveira, M. C. T. and Sbrissia, A. F. 2010. Morphogenetic and structural characteristic of Andropogon grass submitted to different cutting heights. *Rev. Bras. Zootec.* 39(10):2114-2147.
- Wolfinger, R. D. and O'Connell, M. 1993. Generalized linear mixed models: a pseudo-likelihood approach. *J. Statistical Computation Simulation.* 48(3-4):233-243.