



UAGro
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE GUERRERO

Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local

**ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL PASTO
LLANERO (*Andropogon gayanus* Kunt) EN
CRUZ GRANDE GUERRERO**

ISIDRO FLORES ATILANO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE:

MAESTRO EN CIENCIAS

IGUALA DE LA INDEPENDENCIA, GUERRERO

2017

La presente tesis titulada: **ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL PASTO LLANERO (*Andropogon gayanus* Kunt) EN CRUZ GRANDE GUERRERO**, realizada por el alumno: **Isidro Flores Atilano**, bajo la dirección del Comité tutorial abajo indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

**MAESTRO EN CIENCIAS
AGROPECUARIAS Y GESTIÓN LOCAL**

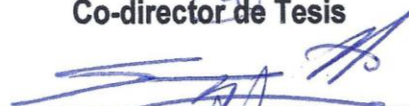
Comité tutorial



Dr. Omar Ramírez Reynoso
Director de Tesis



Dr. Agustín Santiago Moreno
Co-director de Tesis



Dr. José Maclovio Sautto Vallejo
Asesor



Dr. Elías Hernández Castro
Asesor



Dr. Héctor Segura Pacheco
Asesor

Iguala de la Independencia, Guerrero, Diciembre 2017.

Dedicatorias

Esta tesis se la dedico a mi esposa Benita López García, a mi hija María Concepción Flores López y a mi querida madre Concepción Atilano García.

Agradecimientos

A la Universidad Autónoma de Guerrero, por permitir realizar mis estudios de Maestría.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico brindado durante el periodo de estudio.

A la Unidad Académica Ciencias Agropecuarias y Ambientales y en particular al Posgrado de Maestría en Ciencias Agropecuarias y Gestión Local, por aceptarme como estudiante y formarme como Maestro en Ciencias.

A mi Director de tesis, Dr. Omar Ramírez Reynoso, por su valiosa orientación y apoyo para mi formación personal, y sobre todo por su gran amistad.

A mis asesores, Dr. Agustín Santiago Moreno, Dr. José Maclovio Sautto Vallejo, Dr. Elías Hernández Castro y Dr. Héctor Ramón Segura Pacheco, por sus valiosas enseñanzas y la participación, revisión y sugerencias para mejorar este documento.

Al Dr. Nicolás Torres Salado, por su apoyo, orientación, enseñanzas y amistad brindadas durante mi estancia académica en la Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia No. 2, Cuajinicuilapa.

Por último, me gustaría dar agradecimientos a todos los que contribuyeron directa o indirectamente para que este trabajo fuese realizado.

Contenido

Pág.

Lista de figuras.....	viii
Lista de cuadros.....	ix
CAPÍTULO 1. ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL PASTO LLANERO (<i>Andropogon gayanus</i> Kunt): CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y ESTRUCTURALES....	1
1.1. Resumen.....	1
1.1.1. <i>Summary</i>	2
1.2. Introducción.....	4
1.3. Materiales y Métodos	5
1.3.1. Localización del estudio	5
1.3.2. Manejo de pradera y periodo de estudio	6
1.3.3. Variables evaluadas	7
1.3.3.1. Rendimiento de forraje y componentes morfológicos	7
1.3.3.2. Tasa de Crecimiento	7
1.3.3.3. Altura de planta	7
1.3.3.4. Relación hoja:tallo	8
1.3.4. Análisis estadístico.....	8
1.4. Resultados y discusión.....	8
1.4.1. Rendimiento de forraje total	8
1.4.2. Componentes morfológicos.....	11

1.4.3. Características estructurales.....	14
1.5. Conclusiones.....	16
1.6. Literatura citada	17
CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL PASTO LLANERO (<i>Andropogon gayanus</i> Kunt): DINÁMICA POBLACIONAL DE TALLOS.....	
2.1. Resumen.....	20
2.1.1. <i>Summary</i>	21
2.2. Introducción.....	23
2.3. Materiales y Métodos	25
2.3.1. Localización y periodo del estudio	25
2.3.2. Manejo de praderas	25
2.3.3. Variables estudiadas	27
2.3.3.1. Densidad, tasas de aparición y muerte de tallos.....	27
2.3.3.2. Tasa de sobrevivencia de tallos	28
2.3.3.3. Índice de estabilidad.....	28
2.3.4. Análisis estadístico.....	28
2.4. Resultados y discusión.....	29
2.4.1. Densidad y tasas de aparición y muerte de tallos	29
2.4.2. Tasas de sobrevivencia e índice de estabilidad de la población de tallos...	35
2.5. Conclusiones.....	39

2.6. Literatura citada 40

Lista de figuras

Pág.

CAPÍTULO 1. ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL PASTO LLANERO (*Andropogon gayanus* Kunt): CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y ESTRUCTURALES

Figura 1. Precipitación pluvial y Temperatura ambiente, máxima y mínima durante el periodo de estudio en Cruz Grande Guerrero..... 10

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL PASTO LLANERO (*Andropogon gayanus* Kunt): DINÁMICA POBLACIONAL DE TALLOS

Figura 1. Datos semanales de precipitación pluvial y temperatura máxima, media y mínima, durante el periodo de estudio, en el Municipio de Florencio Villareal, Guerrero, México..... 26

Figura 2. Cambio semanal en la demografía de tallos del pasto *Andropogon gayanus* Kunt. Cada tono de sombra representa la dinámica poblacional dentro de la misma generación de tallos..... 32

Lista de cuadros

Pág.

CAPÍTULO 1. ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL PASTO LLANERO (*Andropogon gayanus* Kunt): CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y ESTRUCTURALES

- Cuadro 1.** Acumulación de forraje total del pasto Llanero (kg MS ha^{-1}), en dos periodos de crecimiento, del 17 de febrero al 12 de abril y del 20 de julio al 13 de septiembre de 2016, cosechado a diferente edad de rebrote..... 9
- Cuadro 2.** Acumulación de componentes morfológicos del pasto Llanero (kg MS ha^{-1}), en dos periodos de crecimiento, del 17 de febrero al 12 de abril y del 20 de julio al 13 de septiembre de 2016, cosechado a diferente edad de rebrote..... 12
- Cuadro 3.** Características estructurales del pasto Llanero, en dos periodos de crecimiento, del 17 de febrero al 12 de abril y del 20 de julio al 13 de septiembre de 2016, cosechado a diferente edad de rebrote..... 15

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL PASTO LLANERO (*Andropogon gayanus* Kunt): DINÁMICA POBLACIONAL DE TALLOS

- Cuadro 1.** Densidad y tasas de aparición y muerte de tallos del pasto Llanero, cosechado a diferentes Edades de Rebrote..... 30
- 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..... 36

CAPÍTULO 1. ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL PASTO LLANERO (*Andropogon gayanus* Kunt): CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS Y ESTRUCTURALES

1.1. Resumen

El objetivo del estudio fue determinar el momento óptimo de cosecha del pasto Llanero, al evaluar las características morfológicas y estructurales del forraje producido a ocho edades de rebrote (ER; 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días), en dos periodos de crecimiento, uno, en la época de sequía con riego y el otro, en lluvias. Las ER (tratamientos) se distribuyeron en 32 parcelas de 3 m², mediante un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Hubo mayor acumulación de forraje durante el periodo de sequía con riego, con respecto al de lluvias (7979 y 3636 kg MS ha⁻¹, respectivamente). En ambos periodos, la acumulación de forraje aumentó conforme la edad de rebrote fue mayor, con valor máximo promedio de 5808 kg MS ha⁻¹. La ER de 56 días presentó la mayor acumulación de los componentes morfológicos hoja (2001 y 2187 kg MS ha⁻¹), tallo (5115 y 1162 kg MS ha⁻¹) y material muerto (463 y 287 kg MS ha⁻¹), en los periodos de sequía con riego y lluvias, respectivamente; mientras que el componente espiga se presentó únicamente durante el periodo de sequía con riego con valor de 400 kg MS ha⁻¹. Las características estructurales: la tasa de crecimiento (TC) y la altura de plantas fueron mayores a medida que la ER aumentó, con 142.7 y 65.0 kg MS ha⁻¹ d⁻¹ y, 126 y 104 cm para la sequía con riego y lluvias, respectivamente; mientras que la relación hoja:tallo, disminuyeron a

medida que la ER avanzó, con valor final de 0.4 y 1.9, para los periodos de sequía con riego y lluvias, respectivamente. Edades de rebrote de 14 días con 47 cm de altura de plantas, durante la sequía con riego y de 35 días con 67 cm de altura, durante las lluvias, propiciaron alta proporción de hoja y relación hoja:tallo en el forraje producido. Mayores edades de rebrote y altura de plantas, afectan negativamente la estructura del forraje producido, condición que puede disminuir la eficiencia de utilización de la pradera.

PALABRAS CLAVES / *Andropogon gayanus* Kunt / características morfológicas / análisis de crecimiento / altura de plantas / pastos tropicales

1.1.1. Summary

The aim of the study was to determine the Llanero grass optimum harvest time, by evaluating the morphological and structural characteristics of the forage produced at eight regrowth ages (RA, 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 and 56 days), in two periods of growth, one, in the dry season with irrigation and the other, in rainfall. The RAs (treatments) were distributed in 32 plots of 3 m, through a random complete blocks design, with four repetitions. There was a greater accumulation of forage during the period of drought with irrigation, compared to the rainfall (7979 and 3636 kg DM ha⁻¹, respectively). In both periods, forage accumulation increased as the regrowth age was higher, with a maximum average value of 5808 kg DM ha⁻¹. The RA of 56 days presented the highest accumulation of morphological leaf components (2001 and 2187 kg DM ha⁻¹), stem (5115 and 1162 kg DM ha⁻¹) and dead material (463

and 287 kg DM ha⁻¹), in periods of drought with irrigation and rainfall respectively; while the spike component was presented only during the period of drought with irrigation with a value of 400 kg DM ha⁻¹. The structural characteristics: the growth rate (GR) and plant height were higher as the RA increased, with 142.7 and 65.0 kg DM ha⁻¹ d⁻¹ and, 126 and 104 cm for the drought with irrigation and rainfall, respectively; while the leaf:stem ratio decreased as the RA continued, with a final value of 0.4 and 1.9, for the drought periods with irrigation and rainfall respectively. Ages of regrowth of 14 days with 47 cm of plant height, during the drought with irrigation and 35 days with 67 cm height, during the rainfall, a high proportion of leaf ratio and leaf:stem ratio in forage was produced. Higher ages of regrowth and height of plants, negatively affect the structure of the forage produced, this situation can reduce the efficiency of the grassland use.

Keywords / *Andropogon gayanus* Kunt / morphological characteristics / growth analysis / plants height / tropical grasses.

1.2. Introducción

A nivel nacional existen aproximadamente 6 654 764 ha sembradas de praderas perennes, de éstas, 8 964 ha son de pasto llanero, con un rendimiento anual de forraje verde de 35 ton ha⁻¹ (SIACON, 2017). Los sistemas de producción animal de bovinos basados en praderas, presentan bajo índice de productividad (Silva y Pedreira, 1996), como ocurre en nuestro país, donde estos sistemas producen alrededor de 35 y 16 % de la carne y leche, respectivamente, de lo que se consume (Hernández *et al.*, 2006). En el estado de Guerrero están sembradas más de 133 106 ha con diversas especies forrajeras (SIACON, 2017), entre las que destacan los géneros *Andropogon*, *Cynodon*, *Panicum* y *Brachiaria*, que presentan variabilidad genética y morfológica como el hábito de crecimiento (Quero *et al.*, 2007), rendimiento y estructura de plantas, como una adaptación a las variaciones ambientales y de manejo al que son sometidas (Ramírez *et al.*, 2009).

Conocer el desarrollo y crecimiento de los pastos tropicales, mediante el estudio de las características morfológicas y estructurales de las plantas, ha permitido diseñar estrategias que favorecen el manejo eficiente de las praderas tropicales (Da Silva *et al.*, 2009). En pasto mombaza, intervalos de cosecha mayores a cinco semanas, propician una alta acumulación de forraje, sin embargo, esta acumulación presenta alto contenido de tallo y material muerto (Ramírez *et al.*, 2009) componentes responsables del bajo valor nutricional e ineficiencia en la utilización del forraje producido.

Algunos estudios (Carnevali *et al.*, 2006; Barbosa *et al.*, 2007; Da Silva *et al.*, 2009; Difante *et al.*, 2009; Sousa *et al.*, 2010), en plantas de gramíneas tropicales, especialmente en los géneros *Panicum* y *Brachiaria*, han demostrado que existe relación importante entre la altura de las plantas, interceptación de luz y estructura de la pradera, debido a que permite utilizar la altura de plantas como una herramienta práctica para tomar decisiones en el manejo de praderas, como la interrupción del rebrote. El pasto Llanero es originario de África y fue introducido a México en 1986 por el INIFAP, como una especie de alta producción, tolerancia a niveles elevados de saturación de aluminio, resistente a plagas y enfermedades y capacidad para utilizar mejor el agua del suelo en épocas de sequía (CIAT, 1989); sin embargo, la información disponible sobre la dinámica del desarrollo y crecimiento, así como sus cambios morfológicos en respuesta a las variaciones ambientales y el manejo al que es sometido, es aún escaso.

Por lo anterior, se realizó esta investigación con el objetivo determinar el momento óptimo de cosecha, al evaluar las características morfológicas y estructurales del pasto Llanero, durante dos periodos de ocho semanas, uno, en la época de sequía con riego y otro, en la época de lluvias.

1.3. Materiales y Métodos

1.3.1. Localización del estudio

El estudio se realizó en el rancho “Aztlan” (16° 43’ 26” N y 99° 07’ 24” O) en el municipio de Florencio Villarreal, estado de Guerrero, México. El clima es AW₀, cálido subhúmedo con lluvias en verano, con temperatura y precipitación media

anual de 27 °C y 990 mm, a 40 msnm (CONAGUA, 2010). La información de precipitación y temperatura máxima y mínima, ocurridos durante el estudio, se obtuvieron de la Comisión Nacional del Agua del Estado de Guerrero.

1.3.2. Manejo de pradera y periodo de estudio

El establecimiento de praderas se realizó durante la época de lluvias del 2015, mediante el rastreo doble, en un área de 387.75 m² de superficie (23.5 X 16.5 m), en la que se marcaron 4 parcelas de 33 m² (11 X 3 m), separadas 1.5 m entre ellas. El 3 de octubre del 2015, se sembró el pasto llanero mediante un sistema de labranza mínima, que consistirá en la limpieza manual para eliminar la biomasa emergida, utilizando un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Se utilizó material vegetativo (cepas jóvenes) a razón de 2500 kg ha⁻¹, distribuidos con una distancia entre hileras y plantas de 50 cm, aproximadamente. El control de plantas indeseables durante la fase de establecimiento (octubre hasta el final de las lluvias), se realizó mediante limpieza manual, cuando se requería.

Una vez establecidas las praderas, cada parcela se dividió en 10 unidades experimentales de 3 m² (1 X 3 m) en las que se distribuyeron de manera aleatoria los tratamientos, que consistieron en ocho edades de rebrote (ER; 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días) a 10 cm de altura. Las evaluaciones se realizaron en el periodo de sequía (17 de febrero a 12 de abril 2016) con riego por aspersión, semanalmente y después de la toma de datos, y durante el periodo de lluvias (20 de julio a 13 de septiembre de 2016). Al inicio de cada análisis de crecimiento, se realizó un corte de uniformidad a 10 cm de altura. Durante el estudio, la maleza de

hoja ancha y arbustivas se controló con herbicida (2-4 D + Picloram), cuando se detectó.

1.3.3. Variables evaluadas

1.3.3.1. Rendimiento de forraje y componentes morfológicos

Para determinar el rendimiento de forraje y de sus componentes morfológicos (kg MS ha⁻¹), en la parte central de cada unidad experimental, se delimitó una unidad de muestreo de 1 m², donde se cortó el forraje a 10 cm de altura, en la fecha correspondiente a cada edad de rebrote (ER: 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días). Cada muestra se pesó en fresco y se obtuvo una submuestra de aproximadamente 25%. Cada submuestra se separó en sus componentes morfológicos (hoja, tallo, material muerto y espiga) que se secaron en estufa de aire forzado a 60°C, durante 48 h. Con la suma de los pesos secos de cada componente, se determinó el contenido de materia seca (MS) de cada submuestra y se estimó la cantidad de MS total y de cada componente morfológico, por m² y por ha, para cada repetición, edad de rebrote y periodo de crecimiento.

1.3.3.2. Tasa de Crecimiento

La tasa de crecimiento (kg MS·ha⁻¹·d⁻¹) se obtuvo como el resultado de dividir el rendimiento de cada periodo semanal de cosecha, entre, su respectivo número de días de rebrote (7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días).

1.3.3.3. Altura de planta

La altura de las plantas (cm) en cada repetición, se determinó antes de cada cosecha, como el promedio de 20 mediciones realizadas, en toda la unidad

experimental, con una regla graduada en cm, desde el suelo hasta el primer contacto con cualquier estructura de la planta.

1.3.3.4. Relación hoja:tallo

Las relaciones hoja:tallo, es el resultado de dividir el rendimiento por corte del componente hoja entre el rendimiento de tallo.

1.3.4. Análisis estadístico

Los datos obtenidos durante el estudio fueron analizados utilizando el PROC MIXED del paquete estadístico SAS (2004). Para la selección de matriz de varianza y covarianza fue utilizado el Criterio de Información de Akaike. Los efectos de periodo de crecimiento, edad de rebrote y sus interacciones, fueron considerados fijos y el efecto de bloques fue considerado aleatorio. Las medias de los tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación entre ellas fue realizada por medio de la probabilidad de la diferencia (PIDFF), usando la prueba de “t” de “Student” y un nivel de significancia del 5 %.

1.4. Resultados y discusión

1.4.1. Rendimiento de forraje total

Se encontró efecto de interacción (periodo de crecimiento*edad de rebrote) en la acumulación de forraje total ($P < 0.001$). Hubo 119 % mayor acumulación de forraje durante el periodo de sequía con riego, con respecto al de lluvias. En ambos periodos, la acumulación de forraje aumentó conforme la edad de rebrote fue mayor, con valor máximo promedio de 5 808 kg MS ha⁻¹. Durante el estudio, la acumulación de forraje hasta la edad de rebrote de 21 días, fue similar entre

periodos de crecimiento, con valor promedio de 1 477 kg MS ha⁻¹, a partir de ese momento y hasta la ER de 56 días, la acumulación de forraje fue mayor para el periodo de sequía con riego, cuando las ER de 49 y 56 días promediaron 7 394 kg MS ha⁻¹, mientras que, durante el periodo de lluvias la ER de 56 días produjo 3 636 kg MS ha⁻¹ (Cuadro 1).

Cuadro 1. Acumulación de forraje total del pasto Llanero (kg MS ha⁻¹), en dos periodos de crecimiento, del 17 de febrero al 12 de abril y del 20 de julio al 13 de septiembre de 2016, cosechado a diferente edad de rebrote.

ER (día)	Sequía *	Lluvia	Promedio
7	207 Ea	122 Ea	165 F
14	1 200 DEa	347 Ea	774 EF
21	1 801 Da	1 152 Da	1 477 DE
28	2 515 Da	1 304 Db	1 910 D
35	4 309 Ca	1 376 CDb	2 843 C
42	6 418 Ba	1 757 Cb	4 088 B
49	6 808 Aba	2 508 Bb	4 558 B
56	7 979 Aa	3 636 Ab	5 808 A
Promedio	3 880 a	1 526 b	
EEM	475	147	255

Medias con letras mayúsculas diferente en cada columna, son estadísticamente diferentes (P<0.05). Medias con letras minúsculas diferentes en cada hilera, son estadísticamente diferentes (P<0.05). ER = Edad de Rebrote; EEM = error estándar de la media.* Sequía con riego.

Las diferencias de estos resultados se explican por las condiciones ambientales y las ER aplicadas. La Figura 1, muestra que la temperatura varió de 15.9 a 34.4 °C, que está dentro del rango apropiado (15 a 45 °C) para que las gramíneas tropicales desarrollen de manera eficiente el proceso fotosintético (Sage y Kubein, 2007; Da Silva *et al.*, 2015). Así como la variación de horas sol, en sequía con riego con valores de 11:40 y 12:26 hrs., para 7 y 56 días respectivamente, y en lluvias con 12:58 y 12:18 hrs., para 7 y 56 días respectivamente. Existiendo una diferencia entre periodos de 00:36 hrs, esta diferencia de fotoperiodo marco el

crecimiento vegetativo y el desarrollo reproductivo (floración) del pasto llanero en ambos periodos. Sobre todo los días cortos ocurrido en sequía con riego, con la inducción a la floración del pasto llanero (Sierra, 2005); mientras que, durante el periodo de lluvias el desarrollo de este pasto fue de fase vegetativa.

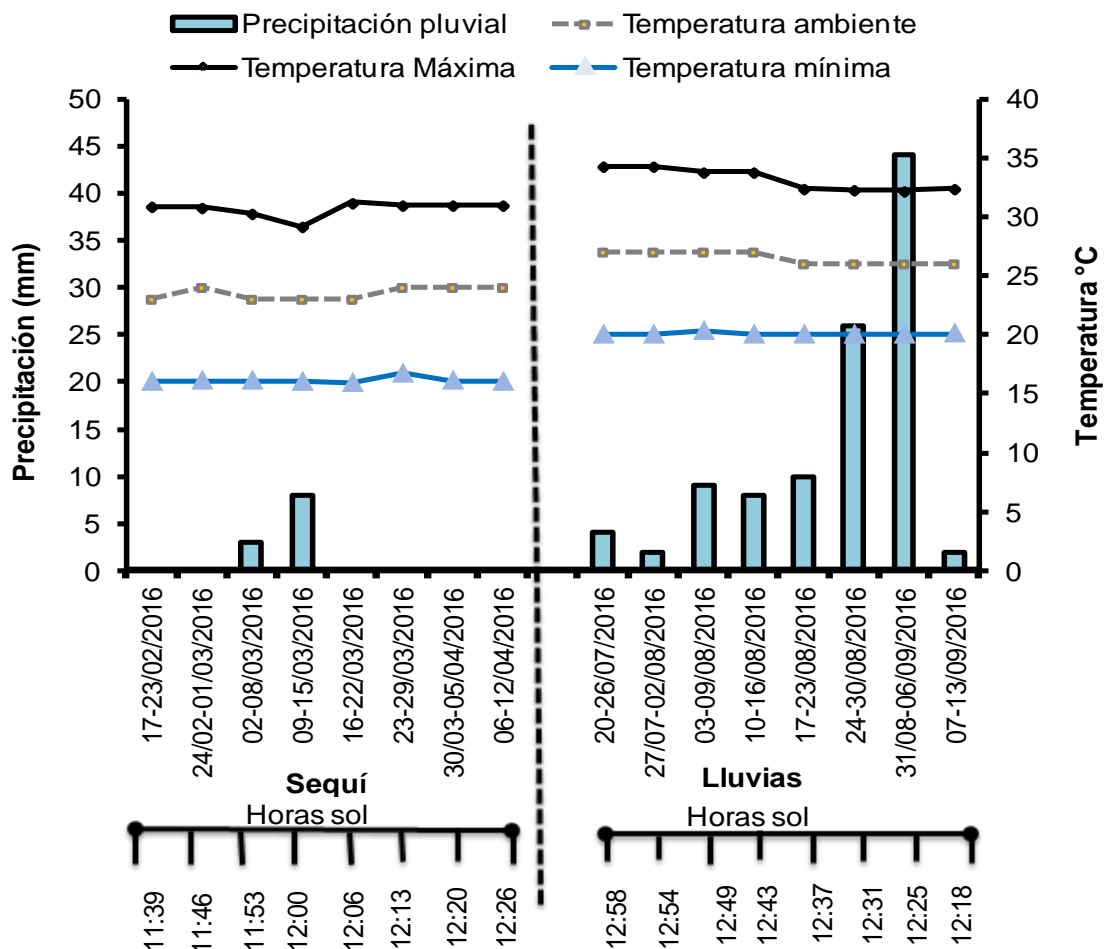


Figura 1. Precipitación pluvial y Temperatura ambiente, máxima y mínima durante el periodo de estudio en Cruz Grande Guerrero.

Estos resultados concuerdan con estudios en condiciones de corte (Adese, 2006) y pastoreo (Cândido *et al.*, 2005), en la especie *Panicum maximum* cultivar

Mombaza (10 600 kg MS ha⁻¹), y en diferentes gramíneas en condiciones de corte (Sosa *et al.*, 2008), en los que reportan mayor producción de forraje a medida que el periodo de rebrote es mayor.

1.4.2. Componentes morfológicos

La acumulación de componentes morfológicos del pasto Llanero durante el estudio, se presenta en el Cuadro 2. Hubo efecto de interacción (periodo de crecimiento*edad de rebrote), para la acumulación de todos los componentes morfológicos (P<0.001).La acumulación de hoja fue similar entre periodos de crecimiento de los 7 a los 28 días de ER, posteriormente y hasta la ER de 49 días, la acumulación fue mayor para el periodo de sequía con riego, al final de ambos periodos (56 días ER) la acumulación de hoja fue similar con un promedio de 2 094 kg MS ha⁻¹. La contribución de hoja al forraje total acumulado disminuyó al cambiar la ER de 7 a 56 días, con valores de 76 a 25 % durante la sequía con riego y de 90 a 60 % durante las lluvias.

La acumulación de tallo durante el estudio fue mayor (340 %) durante la sequía con riego. Con diferencias entre ER la acumulación de tallo aumentó al cambiar de 7 a 56 días; con valores de 55 a 5 115 kg MS ha⁻¹ para sequía con riego y de 13 a 1 162 kg MS ha⁻¹ durante las lluvias, con una contribución al forraje total acumulado de 27 y 64 % y de 11 a 32 %, para las mismas ER y periodos de estudio.

Cuadro 2. Acumulación de componentes morfológicos del pasto Llanero (kg MS ha⁻¹), en dos periodos de crecimiento, del 17 de febrero al 12 de abril y del 20 de julio al 13 de septiembre de 2016, cosechado a diferente edad de rebrote.

ER (días)	Hoja		Tallo		Material Muerto		Espiga	
	Sequía	Lluvia	Sequía	Lluvia	Sequía	Lluvia	Sequía	Lluvia
7	152 Da	110 Da	55 Ea	13 Ea	0 Da	0 Da	0 Ba	0 Aa
14	835 Ca	325 Db	365 DEa	23 Ea	0 Da	0 Da	0 Ba	0 Aa
21	847 Ca	967 Ca	949DEa	170 DEa	5 Da	15 CDa	0 Ba	0 Aa
28	1020 Ca	1024 Ca	1458 CDa	245 CDb	7 Da	35 CDa	29 Ba	0 Aa
35	1870 ABa	1047 Cb	2322 Ca	259 CDb	50 CDa	70 BCa	67 Ba	0 Ab
42	1681 Ba	1268 BCb	4266 Aba	369 Cb	77 Ca	120 Ba	393 Aa	0 Ab
49	2278 Aa	1559 Bb	3542 Ba	719 Bb	363 Ba	230 Ab	425 Aa	0 Ab
56	2001 ABa	2187 Aa	5115 Aa	1162 Ab	463 Aa	287 Ab	400 Aa	0 Ab
Promedio	1336 a	1061 b	2259 a	370 b	120 a	95 a	164a	0 b
EEM	164	104	403	55	24	24	41	41

Medias con letras mayúsculas diferentes en cada columna de cada variable, indican diferencia significativa ($P < 0.05$). Medias con letras minúsculas diferentes en cada hilera de cada variable, indican diferencia significativa ($P < 0.05$). ER = Edad de Rebrote; EEM = error estándar de la media.

El crecimiento y desarrollo de las plantas del pasto Llanero, en ambos periodos de estudio, estuvo dentro del patrón de acumulación de forraje para gramíneas tropicales, que es un proceso de dos fases, en el que de manera inicial la acumulación de hoja es la característica predominante, hasta que la acumulación de hoja se estabiliza, posterior a esta condición, la acumulación de forraje depende primordialmente de incrementos en la acumulación de tallos y material muerto (Da Silva y Nacimiento, 2007), como sucedió en este estudio.

Esto, por un lado, explica la falta de diferencias entre las ER para la acumulación de hoja en cada periodo de crecimiento y la falta de diferencias entre periodos de crecimiento a los 56 días de rebrote, como resultado del balance entre la generación de nuevo tejido foliar y la acumulación de tallo, material muerto y espiga, con mayor intensificación de estos últimos procesos, a medida que la ER avanzó. Por el otro, indica que la estabilidad de la producción de hojas ocurrió a los 14 y 21 días de ER, durante la sequía con riego y lluvias, respectivamente.

El material muerto se acumuló 61 % más, durante la sequía con riego, cuando no hubo diferencias entre las ER de 7 a 35 días, posteriormente, la acumulación de tallo fue mayor conforme la ER avanzó, acumulando 463 kg MS ha⁻¹ a los 56 días de rebrote; mientras que, en lluvias no ocurrieron diferencias entre las ER de 7 a 28 días, a partir de este momento, la acumulación fue mayor aunque sin diferencias entre las ER de 35 y 42 y 49 y 56 días, con valor promedio de 95 y 259 kg MS ha⁻¹, respectivamente. No hubo acumulación del componente espiga durante el periodo de lluvias; mientras que, durante la sequía con riego, la espiga empezó a acumularse a los 28 días de rebrote, sin diferencias entre las ER de 7 a 35 días; posteriormente la acumulación de espiga fue mayor, aunque sin diferencias entre las ER de 42, 49 y 56 días, con promedio de 406 kg MS ha⁻¹. Estudios en condiciones de corte (Ramírez *et al.*, 2010; Sousa *et al.*, 2010) y en pastoreo (Jiménez, 2012), reportaron menor proporción de hoja y mayor proporción de tallos y material muerto, a medida que el período de rebrote fue mayor.

1.4.3. Características estructurales

Las características estructurales del pasto Llanero durante el estudio se presentan en el Cuadro 3. Se encontró efecto de interacción (periodo de crecimiento*edad de rebrote) para la tasa de crecimiento, altura de plantas y relación hoja:tallo ($P < 0.001$). La tasa de crecimiento fue mayor 148% durante el periodo de sequía con riego con respecto al de lluvias. En ambos periodos, la menor TC se obtuvo a la ER de 7 días con promedio $23.6 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$, incrementándose sin diferencias significativa con forme ER fue mayor, con valor promedio $103 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$. Durante la sequía con riego no hubo diferencias entre la ER 14 a 35 días, posteriormente, la tasa de crecimiento fue mayor con valores similares entre la ER de 42, 49 y 56 días, con un promedio de $143.3 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$; mientras que, durante el periodo de lluvias la ER 21 días ($54.7 \text{ } 65.0 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$) fue similar al valor de la ER de 56 día ($65.0 \text{ kg MS ha}^{-1} \text{ d}^{-1}$).

Esto se explica porque la distribución de la precipitación pluvial durante las lluvias no fue uniforme; mientras que, durante el periodo de sequía, el riego aplicado semanalmente y la precipitación ocurrida en la segunda y tercera edad de rebrote, generaron mejores condiciones de humedad en el suelo; en consecuencia, se propiciaron mayores tasas de crecimiento. La altura de plantas fue mayor (21 %) durante el periodo de sequía con riego, cuando hubo incremento significativo a medida que la ER avanzó, excepto para las ER de 42 y 49 días, que fueron similares entre sí, al final del periodo (ER de 56 días) las plantas alcanzaron 126 cm; mientras que, durante el periodo de lluvias la altura de plantas fue mayor a medida que la ER avanzó, con una altura máxima de 104 cm.

Cuadro 3. Características estructurales del pasto Llanero, en dos periodos de crecimiento, del 17 de febrero al 12 de abril y del 20 de julio al 13 de septiembre de 2016, cosechado a diferente edad de rebrote.

ER	Sequía con riego	Lluvia	Promedio
Tasa de Crecimiento (kg MS ha⁻¹ d⁻¹)			
7	29.7 Da	17.5 Da	23.6 E
14	85.5 Ca	24.7 Db	55.1 D
21	85.7 Ca	54.7 ABb	70.2 CD
28	86.2 BCa	44.2 BCb	65.2 CD
35	123.0 BCa	39.2 Cb	81.1 BC
42	152.7 Aa	42.0 Cb	97.3 AB
49	134.7 Aa	51.2 BCb	93.0 AB
56	142.7 Aa	65.0 Ab	103 A
Promedio	105.0 a	42.3 b	
EEM	12.7	4.1	7.1
Altura de planta (cm)			
7	35 Ga	31 Hb	33 H
14	47 Fa	35 Gb	41 G
21	61 Ea	46 Fb	53 F
28	71 Da	57 Eb	64 E
35	88 Ca	67 Db	78 D
42	99 Ba	78 Cb	89 C
49	102 Ba	93 Bb	98 B
56	126 Aa	104 Ab	115A
Promedio	79 a	64 b	
EEM	1.4	1.0	0.8
Relación Hoja:Tallo			
7	3.2 Ab	9.0 Ba	6.1 B
14	2.3 Bb	16.0 Aa	9.1 A
21	1.0 Cb	6.1 Ca	4.6 C
28	0.9 Cb	4.1 CDa	2.5 CD
35	0.9 Cb	4.2 CDa	2.5 CD
42	0.5 Cb	3.6 CDa	2.0 D
49	0.6 Ca	2.3 Da	1.5 D
56	0.4 Ca	1.9 Da	1.1 D
Promedio	1.2 b	5.9 a	
EEM	0.2	0.9	0.5

Medias con letras mayúsculas diferentes en cada columna de cada variable, indican diferencias significativas (P<0.05). Medias con letras minúsculas diferentes en cada hilera de cada variable, indican diferencias significativas (P<0.05). ER = Edad de rebrote; EEM = Error estándar de la media

Las mayores alturas durante el periodo de sequía con riego se atribuyen a la etapa reproductiva de las plantas (elongación rápida de tallo), mientras que en lluvias solo se alcanzó la vegetativa. Calzada *et al.* (2014) en su estudio menciona que mientras mayor es la altura de la planta mayor es la proporción de hojas sombreadas y disminuye biomasa foliar.

Hubo mayor relación hoja:tallo durante el periodo de lluvias, cuando alcanzó su valor más alto (16) a la ER de 14 días, posteriormente, la relación disminuyó aunque sin diferencias entre ER, de 6.1 a 3.6, al cambiar de 21 a 42 días, al final del periodo (56 días de ER) la relación hoja:tallo fue de 1.9. Durante el periodo de sequía, la relación hoja:tallo disminuyó de 3.2 a 2.3, al cambiar de 7 a 14 días de ER, posteriormente, aunque sin diferencias entre ER, la relación disminuyó de 1.0 a 0.4 al cambiar la ER de 21 a 56 días. Estas diferencias explican, la menor proporción de hoja y relación hoja:tallo y la mayor proporción de tallo, material muerto y espiga, a medida que la ER se incrementó, con mayor énfasis en la sequía con riego, cuando el pasto Llanero presentó floración, asimismo, resalta la importancia de determinar el momento óptimo de cosecha, para evitar el deterioro de la estructura del dosel y favorecer la eficiencia de utilización del forraje producido.

1.5. Conclusiones

Se concluye que la acumulación de forraje, componentes morfológicos, altura de plantas y relación hoja:tallo del pasto Llanero, puede manejarse a través de diferentes edades de rebrote, considerando la respuesta de las plantas a las variaciones ambientales. Edades de rebrote de 14 días con 47 cm de altura de

plantas, durante el periodo de sequía con riego y de 35 días con 67 cm de altura, durante el periodo de lluvias, controlaron mejor la acumulación de tallos, material muerto y espiga, propiciando alta proporción de hoja y relación hoja:tallo en el forraje producido. Mayores edades de rebrote y altura de plantas, favorecen la acumulación de forraje, debido a mayor acumulación de tallo, material muerto y espiga, lo que reduce la relación hoja:tallo y afecta negativamente la estructura del forraje producido, condición que puede disminuir la eficiencia de utilización de la pradera.

1.6. Literatura citada

- Adese LB (2006) Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-Mombaça submetido a regimes de desfolhação [tese Doutorado]. Viçosa, Brasil: UFV.p 188.
- Barbosa RA, Nascimento JRD, Euclides VBP (2007) Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.3, p.329-340.
- Calzada MJM, Enríquez QJF, Hernández GA, Ortega JE, Mendoza PSI (2014) Análisis de crecimiento del pasto maralfalfa (*Pennisetum* sp.) en clima cálido subhúmedo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, vol. 5, núm. 2, pp. 247-260
- Cândido DMJ, Gomide MCA, Alejandrino E, Gomide JA, Pereira EW (2005) Morfofisiologia do Dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob Lotação Intermitente com Três Períodos de Descanso. *Rev Bras Zootec*;34, n2, p. 406-415.
- Carnevalli RA, DA Silva SC, Bueno AAO, Uebele MC, Bueno FO, Hodgson J, Silva GN y Morais JPG (2006) Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Tropical Grasslands*, Volume 40, p.165 –176

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical; 1989). *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. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno de México.
- Da Silva CS, Nascimento JD (2007) Ecofisiología da produção animal em pastagem e suas implicações sobre o desempenho e a produtividade de sistemas pastoris. VI *Simpósio de Forragicultura e Pastagens*. v.4 pp.1-48.
- Da Silva CS, Sbrissia AF, Pereira TLE (2015) Ecophysiology of C₄ Forage Grasses -Understanding Plant Growth for Optimising Their Use and Management. 5, p. 598-625; doi:10.3390/agriculture5030598.
- Da Silva SC, Bueno AAO, Carnevalli RA, Uebele MC, Bueno FO, Hodgson J, Matthew C, Arnold GC, & Morais JPG (2009) *Sward structural characteristics and herbage accumulation of Panicum maximum cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements*. *Scientia Agricola*, 66(1), 8-19.
- Difante GS, Nascimento JRD, Euclides VPB (2009) Sward structure and nutritive value of tanzânia guineagrass subjected to rotational stocking managements. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.1, p.9-19.
- Hernández GA, Ramírez RO y Pérez PJ, (2006) *Producción y manejo de praderas tropicales*. III *Simposio Internacional en Producción Animal*. Acapulco, Guerrero, México. 54-63 pp.
- Jiménez GR (2012) Capacidad productiva de praderas mono-específica, asociada y silvopastoril en un ambiente tropical seco. Tesis de Doctorado. COLPOS. Méx. 151p.
- Quero CAR, Enríquez JFQ, Miranda JL (2007) Evaluación de especies forrajeras en América tropical, avances o status quo. *Interciencia-Venezuela*. 32 (8): 566-571.

- Ramírez RO, Hernández GA, Da Silva CS, Pérez PJ, De Souza JSJ, Castro RR, Enríquez QJF (2010) Características morfogénicas y su influencia en el rendimiento del pasto Mombaza, cosechado a diferentes intervalos de corte. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 12: p.303 – 311.
- Ramírez RO, Hernández GA, Da Silva CS, Pérez PJ, Enríquez QJF, Quero CAR, Herrera HJG, Cervantes NA (2009) Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum Jacq*) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Téc. Pec. Méx.* 47(2):p.203-213.
- Sage FR, Kubein SD (2007) The temperature response of C 3 and C4 photosynthesis. *Plant Cell and Environment*; (30):1086-1106.
- SAS INSTITUTE (2004) SAS/STAT® 8e. Use's Guide Release. Cary, NC.
- SIACON, Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta, (2017) Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), SAGARPA, México. Disponible en: www.sagarpa.gob.mx. (febrero 2017).
- Sierra PJO (2005) Fundamento para el establecimiento de pasturas y cultivo forrajero, 2° edición. Edt. Universidad de Antioquia. ISBN:958-655-892-4. 246 p.
- Silva SD, Pedreira CGS(1996) Fatores condicionantes e predisponentes da produção animal a pasto. *Anais do*, 13, 97-122.
- Sosa REE, Cabrera TE, Pérez RD, Ortega RL (2008) Producción estacional de materia seca de gramíneas y leguminosas forrajeras con cortes en el estado de Quintana Roo. *Téc. Pec. Méx.* 46(004):413-426.
- Sousa LBM, Júnior DN, Da Silva SC, Monteiro HCF, Rodrigues CS, Da Fonseca DM, Da Silveira MCT, Sbrissia AF (2010) Morphogenetic and structural characteristics of andropogon grass submitted to different cutting heights. *Rev. Bras. Zootec.*, v.39, n.10, p.2141-2147.

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE CRECIMIENTO DEL PASTO LLANERO (*Andropogon gayanus* Kunt): DINÁMICA POBLACIONAL DE TALLOS

2.1. Resumen

El objetivo del estudio fue determinar la densidad, tasa de aparición y muerte de tallos y, la estabilidad de la población de tallos del pasto Llanero (*Andropogon gayanus* Kunt) cosechado a ochos Edades de Rebrote (ER; 7,14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días), durante dos periodos de crecimiento, uno, en la época de sequía con riego (17 de febrero al 12 de abril), y otro, en la época de lluvias (20 de julio al 13 de septiembre de 2016). Las ER (tratamientos) se asignaron a 4 unidades experimentales de 3 m², mediante un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. En ambos periodos de crecimiento, la densidad de tallos se incrementó hasta la ER de 28 días, posteriormente disminuyó hasta el final del estudio con mayor intensidad durante el periodo de sequía con riego en comparación con el de lluvias (325 y 378 tallos m⁻², respectivamente). Hubo mayor tasa de sobrevivencia en el periodo de sequía con riego (97 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹). 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 la ER de 42 días este índice fue menor que uno. Durante el periodo de rebrote de ocho semanas, posterior a una defoliación intensa (10 cm), el pasto Llanero presentó diferente dinámica de recambio de tallos. Edades de Rebrote de 7 a 28 días no comprometen la estabilidad poblacional de tallos y favorece la persistencia de las praderas. Mayores edades de rebrote durante las lluvias no permiten recuperar la muerte de tallos, lo que propicia inestabilidad de la población.

Palabras clave / *Andropogon gayanus* / dinámica de tallos / supervivencia de tallos / estabilidad poblacional de tallos / pastos tropicales.

2.1.1. Summary

The aim of the study was to evaluate tiller density, tiller appearance and death rate and tiller population stability of Llanero grass, harvested to eight regrowth ages (RA; 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 and 56 days), during two periods of growth, one, in the dry period with irrigation, and another, in the rainy period. The RA (treatments) were assigned to 4 experimental units of 3 m², using a randomized complete blocks design, with four repetitions. In both periods of growth, the tiller density increased until the RA of 28 days and later decreased until the end of the study, with higher tiller density during the dry period with irrigation compared to the rainy period (392 and 354 tillers m⁻², respectively). Tiller appearance rate was greater than tiller death rate until the RA of 28-days in both periods of growth, from the ER of 35 days the process was reversed. There was a higher tiller survival rate in the dry period with irrigation (97 tillers 100 tillers⁻¹ week⁻¹). Tiller population stability index was greater or closer to one during the dry period with irrigation, whereas in rainy period from the RA of 42-days, this index was less than one. During the regrowth period of eight weeks, after intense defoliation (10 cm), Llanero grass presented different dynamics of tiller turnover. RA of 7 to 28 days do not compromise the tiller population stability and favors the persistence of swards.

Higher RA during the rainy period did not allow an efficient replacement of dead tiller thus leading to instability of the tiller population.

Keywords / *Andropogon gayanus* / tiller turnover/ appearance and death rate / tiller population stability / tropical grasses.

2.2. Introducción

En México, las praderas de pastos constituyen la base de la alimentación de los rumiantes en sistemas de pastoreo, son 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.

Las 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). A pesar de considerar a las praderas como perennes, es importante entender que los tallos poseen tiempo de vida limitado, generalmente inferior a un año (Matthew *et al.*, 2000). El recambio o rebrote de tallos presenta variaciones en las tasas de aparición y muerte de tallos que dependen del manejo de la pradera y la estación del año; en este contexto, la persistencia de las praderas depende de la capacidad de las plantas para renovar los tallos muertos y mantener estable la densidad poblacional de tallos. (Ramírez *et al.*, 2011).

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

Estudios que consideran evaluaciones de la demografía de tallos (Portela *et al.*, 2011), asociadas a mediciones de crecimiento y estructura de plantas en condiciones de corte (Giacomini *et al.*, 2009, Sousa 2010; Ramírez *et al.*, 2011) y con animales en pastoreo (Hernández *et al.*, 2014), han sido fundamentales para la identificación y recomendación de estrategias de cosecha adecuadas para gramíneas forrajeras tropicales.

El pasto llanero es una gramínea perenne que fue 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). Cuando el manejo de este pasto se basa en intervalos de defoliación fijos y con alturas que varían de 1.0 a 3.0 m propicia excesiva acumulación de tallos y senescencia precoz, lo que reduce la producción de biomasa y obstaculiza al consumo por los animales; además, presenta valores más altos de densidad de tallos en primavera y con intensidades de defoliación de 30 cm (Sousa *et al.*, 2010). Sin embargo, en México existen pocos estudios relacionados con la dinámica de recambio de tallos y su impacto en la estabilidad de la población.

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar el recambio de tallos al evaluar la densidad, tasa de aparición y muerte de tallos y, la estabilidad de la población de tallos del pasto Llanero, en dos periodos de crecimiento de ocho edades de rebrote, uno en condiciones de sequía con riego y otro en lluvias.

2.3. Materiales y Métodos

2.3.1. Localización y periodo del estudio

El estudio se realizó en el rancho “Aztlan” (16° 43’ 26” LN y 99° 07’ 24” LO), ubicado en el municipio de Florencio Villarreal, Guerrero, México. El estudio comprendió dos periodos de crecimiento: uno, durante la sequía (17 de febrero a 12 de abril 2016) aplicando riego por aspersión, semanalmente y posterior a la toma de datos, y otro, durante las lluvias (20 de julio a 13 de septiembre de 2016). El clima es Awo, que corresponde a cálido subhúmedo con lluvias en verano (García, 1981), con temperatura y precipitación media anual de 27 °C y 1100 mm, a 40 m de altitud (CONAGUA, 2010). Los datos mensuales de precipitación y temperaturas máximas, medias y mínimas, ocurridos durante el periodo experimental (Figura 1), se obtuvieron de la Comisión Nacional del Agua, del estado de Guerrero.

2.3.2. Manejo de praderas

En un área de 387.75 m² de superficie (23.5 X 16.5 m), se establecieron cuatro parcelas de 33 m² (11 X 3 m), separadas 1.5 m entre ellas. El 3 de octubre del 2015, se sembró el pasto llanero mediante un sistema de labranza mínima, que consistió en la limpieza manual para eliminar la biomasa emergida, utilizando un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Se utilizó material vegetativo (cepas jóvenes) a razón de 2 500 kg ha⁻¹, distribuidos con una distancia entre hileras y plantas de 50 cm, aproximadamente. El control de plantas indeseables durante la fase de establecimiento (octubre hasta el final de las

lluvias), se realizó mediante limpieza manual, cuando se requería. Cuatro meses después de la siembra, las parcelas se dividieron en 10 unidades experimentales de 3 m² (1 X 3 m). De éstas, se seleccionó aleatoriamente una unidad experimental en la que se realizó la evaluación del recambio de tallos. Se utilizaron ocho edades de rebrote (ER; 7, 14, 21, 28, 35, 42, 49 y 56 días), como tratamientos. Al inicio de cada análisis de crecimiento, se realizó un corte de uniformidad a 10 cm de altura. Durante el estudio, la maleza de hoja ancha y arbustivas se controló con herbicida (2-4 D + Picloram), cuando se detectó.

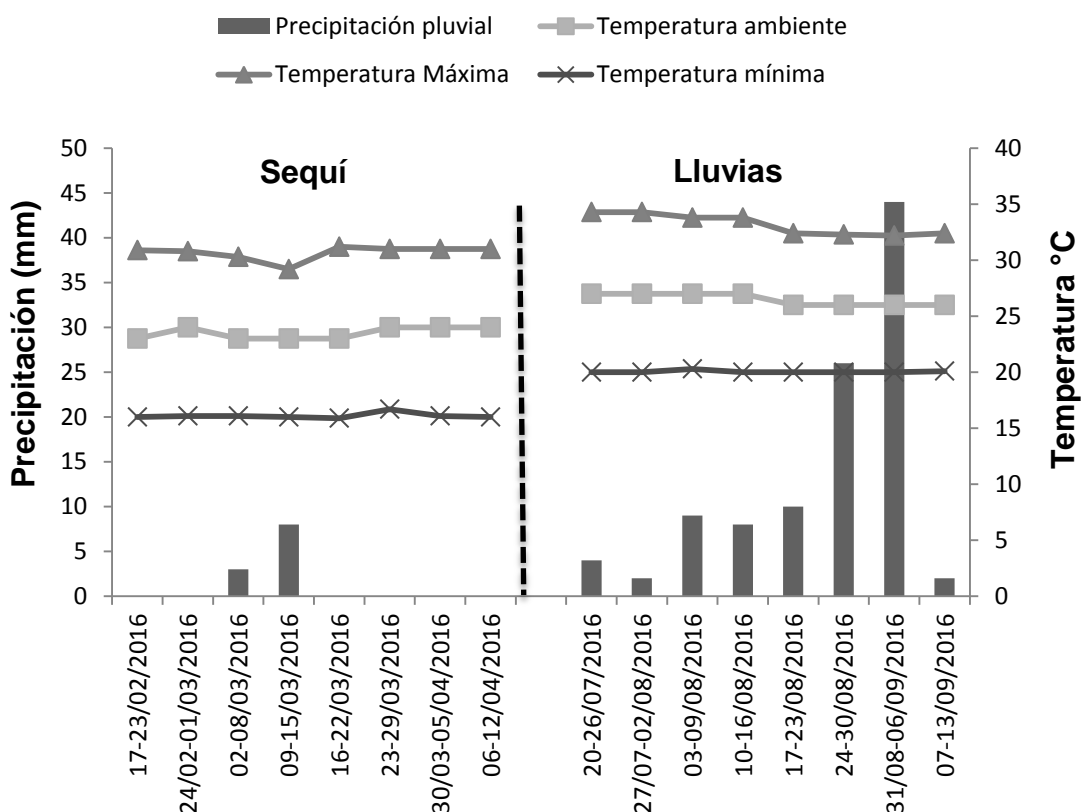


Figura 1. Datos semanales de precipitación pluvial y temperaturas máximas, medias y mínimas, durante el periodo de estudio, en el Municipio de Florencio Villareal, Guerrero, México.

2.3.3. Variables estudiadas

2.3.3.1. Densidad, tasas de aparición y muerte de tallos

Para determinar la aparición y muerte de tallos, al inicio de cada periodo de crecimiento, en la parte central de la unidad experimental seleccionada, se delimitó un área de 1 m^{-2} , en la cual se registraron el número de plantas y se seleccionó una planta representativa (altura promedio de plantas) de la unidad experimental, en la que se marcaron los tallos vivos, con anillos de cable de un mismo color, que fueron considerados como población inicial. Posteriormente, con frecuencia semanal para cada periodo de crecimiento, los tallos nuevos se marcaron con anillos de diferente color, para cada generación y los tallos muertos se contaron y se les retiró el anillo. Estos valores se multiplicaron por el número de plantas por m^2 , con estos datos se estimaron: la densidad poblacional de tallos (DPT; tallos m^{-2}) y sus respectivas tasas semanales de aparición (TAT) y muerte (TMT) (tallos 100 tallos^{-1}), mediante la metodología descrita por Carvalho *et al.* (2000).

DPT= N° de tallos vivos existentes en cada muestreo.

$$\text{TAT} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de tallos nuevos}}{\text{DPT del muestreo anterior}} (100)$$

$$\text{TMT} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de tallos muertos}}{\text{DPT del muestreo anterior}} (100)$$

2.3.3.2. Tasa de sobrevivencia de tallos

La tasa de sobrevivencia de tallos (TST) se obtuvo de manera indirecta mediante la ecuación:

$$TST=100-TMT$$

2.3.3.3. Índice de estabilidad

Para calcular el índice de estabilidad de la población de tallos, se utilizó la ecuación propuesta por Bahmani *et al.* (2003).

$$P_f/P_i = TSP (1+TAP)$$

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 estables, 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).

2.3.4. 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,

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 LSMEANS, 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.

2.4. Resultados y discusión

2.4.1. Densidad y tasas de aparición y muerte de tallos

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 (Cuadro 1). Hubo mayor densidad de tallos (19%) en las lluvias con respecto a la sequía con riego. La densidad de tallos aumentó del día 7 (318 tallos m^2) hasta el día 35 (401 tallos m^2) de edad de rebrote, posteriormente disminuyó hasta el final del estudio (56 días: 352 tallos m^2). Las mayores tasas de aparición de tallos se presentaron del día 7 a 21 días de ER con un promedio 16.3 tallos $100\ tallos^{-1}\ semana^{-1}$, posteriormente disminuyó y a partir de la ER de 35 días hasta el final de estudio la aparición de tallos prácticamente cesó.

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	344	318 E
14	336	386	361 CD
21	360	427	394 AB
28	364	445	405 A
35	357	445	401 A
42	349	421	385 B
49	341	399	370 C
56	325	378	352 D
Promedio	341 a	405 a	
EEM	67.9	67.9	4.6
Tasas de Aparición (tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹)			
7	22.7 Aa	6.7 Bb	14.7 A
14	16.7 Aa	20.0 Aa	18.3 A
21	14.0 Aa	17.7 Aa	15.8 A
28	3.0 BCa	5.0 BCa	4.0 B
35	0.0 Ca	1.0 BCa	0.5 B
42	0.5 Ca	0.0 Ca	0.2 B
49	0.2 Ca	0.0 Ca	0.1 B
56	0.5 Ca	0.0 Ca	0.2 B
Promedio	7.2 a	6.3 a	
EEM	4.2	2.2	2.1
Tasas de Muerte (tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹)			
7	1.0 Cb	8.5 Aa	4.7 A
14	1.2 Ca	3.7 BCa	2.5 BC
21	7.2 Aa	4.5 ABCa	5.8 A
28	2.5 BCa	1.0 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	3.0 BCa	7.0 Aba	5.0 A
56	5.0 Aba	7.0 Aba	6.0 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.

La tasa de muerte de tallos fue 58% mayor en el periodo de crecimiento de lluvias, cuando la ER de 7 días presentó la más alta tasa de muerte de tallos (8.5 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹), posteriormente, aunque sin diferencias estadísticas esta tasa disminuyó hasta la ER de 35 días (1.2 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹), 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⁻¹ semana⁻¹.

Durante la sequía con riego, la tasa de muerte de tallos se incrementó al variar de 7 a 21 días de rebrote con valores de 1.0 y 7.2 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹, respectivamente, mientras que, en la ER de 28 días la tasa de muerte disminuyó a 2.5 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹, a partir de esta edad y sin diferencia estadística, la muerte de tallos se incrementó hasta la ER de 56 días con una tasa de 5.0 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹.

En general, el recambio de tallos ocurrido en ambos periodos de crecimiento del pasto Llanero se ajusta 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, como sucedió en este estudio. En una primera fase, posterior a la defoliación, la densidad de tallos se incrementa rápidamente. En una segunda fase, la tasa de incremento en la densidad de tallos disminuye y puede ser detenida, debido a una fuerte disminución, aunque no necesariamente 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 mencionado para la primera fase se presentó hasta la ER de 21 y 28 días, en los

periodos de sequía con riego y lluvias respectivamente, cuando las tasas de aparición de tallos superaron a las tasas de muerte de tallos, en ambos periodos de crecimiento (Cuadro 1 y Figura 2).

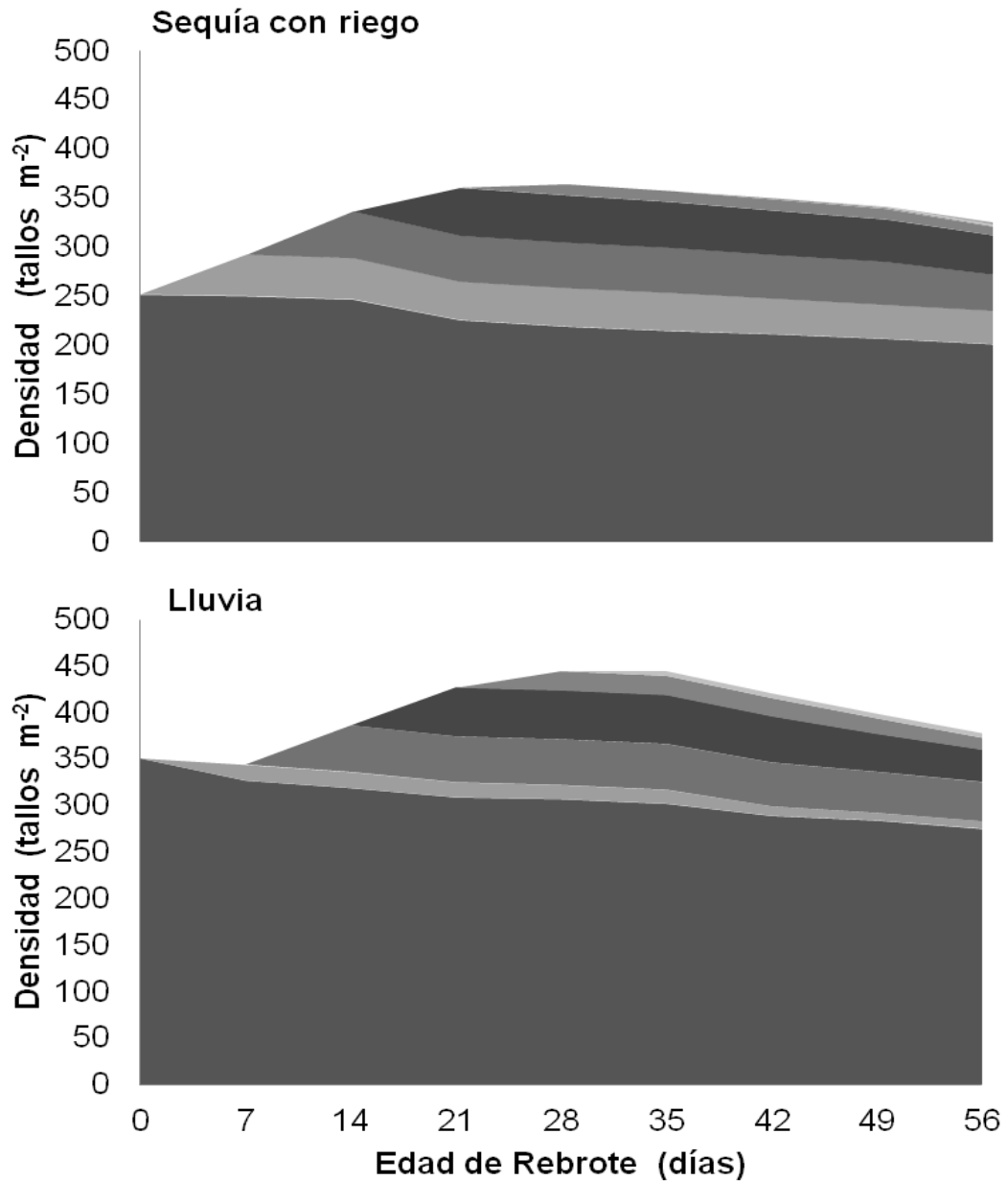


Figura 2. Cambio semanal en la demografía de tallos del pasto *Andropogon gayanus* Kunt. Cada tono de sombra representa la dinámica poblacional dentro de la misma generación de tallos.

La segunda fase donde sucede disminución o cese de la tasa de incremento en la densidad de tallos 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 ese momento y 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 de crecimiento del pasto Llanero en este estudio se debieron a las buenas condiciones ambientales (Figura 1) existentes y al efecto del corte de uniformidad aplicado al 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 registrada en la edad de rebrote de 7 días durante el periodo de lluvias correspondió a tallos pertenecientes a 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 meristemas apicales, lo que ocasionó la muerte de tallos. La muerte de tallos mostrada en la tercera fase del rebrote de las plantas, es probablemente debido a la sombra generada 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).

Con relación a la densidad poblacional de tallos, resultados similares 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^{-2} en el estado inicial de rebrote, seguido por un incremento significativo y los valores más altos en el estado intermedio (420 tallos m^{-2}) y una disminución en el estado final (331 tallos m^{-2}), sin diferencias entre sí.

2.4.2. Tasas de sobrevivencia e índice de estabilidad de la población de tallos

La tasa de sobrevivencia de tallos presentó efecto de ER ($P=0.0008$), periodo de crecimiento ($P= 0.0203$) y de interacción (ER x periodo de crecimiento; $P= 0.0391$). El índice de estabilidad presentó efecto de ER ($P<.0001$) y de periodo de crecimiento ($P=0.0120$) (Cuadro2). 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⁻¹ semana⁻¹, 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⁻¹ semana⁻¹, respectivamente. Mientras que, durante el periodo de lluvias la menor tasa de sobrevivencia ocurrió a la ER de 7 días, posteriormente y hasta los 35 días de rebrote esta tasa aumentó con valores entre 95.5 y 99.0 tallos 100 tallos⁻¹ semana⁻¹, 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⁻¹ semana⁻¹, 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 la ER de 7 días presentó un índice próximo a 1,

posteriormente y 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.

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⁻¹ semana⁻¹)			
7	99.0 Aa	91.7 Cb	95.3 C
14	98.7 Aa	96.2 ABa	97.5 AB
21	93.0 Ca	95.5 ABCa	94.2 C
28	97.7 Aa	99.0 Aa	98.3 A
35	97.2 Aa	98.7 Aa	98.2 A
42	97.2 ABa	93.7 BCa	95.5 BC
49	97.0 ABa	93.5 BCa	95.2 C
56	95.0 BCa	93.0 BCa	94.0 C
Promedio	96.9 a	95.1 b	
EEM	0.8	1.4	0.7
Índice de estabilidad			
7	1.21 Aa	0.98 BCb	1.09 A
14	1.16 ABa	1.16 Aa	1.16 A
21	1.06 BCa	1.13 Aa	1.09 A
28	1.01 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	0.0404	0.0236	

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.

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.

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 (Cuadro 1) durante las primeras ER (7 a 21 días) puede ser una estrategia de adaptación de las plantas para colonizar el área cuando ocurren buenas condiciones ambientales y baja densidad de plantas, como en este estudio.

Durante el periodo de lluvias, la menor tasa de sobrevivencia de tallos (Cuadro 2) es consecuencia de mayores tasas de muerte de tallos (Cuadro 1) que asociadas con mayores tasas de aparición de tallos (Cuadro 1) 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 (Cuadro 1) 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 al diseñar estrategias de manejo para este pasto.

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; 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) (Cuadro 2), indicando inestabilidad de la población debido a que la aparición de nuevos tallos no fue suficiente para compensar la muerte de tallos (Cuadro 1) lo que puede comprometer la persistencia de la pradera a través del tiempo.

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⁻¹ mes⁻¹ 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⁻¹ mes⁻¹, respectivamente.

Así mismo, 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 (0.90)

2.5. Conclusiones

Durante el periodo de rebrote de ocho semanas, posterior a una defoliación intensa (10 cm), el pasto Llanero presentó diferente dinámica de recambio de tallos como resultado del balance ocurrido entre las tasas de aparición, muerte y sobrevivencia de tallos.

Edades de Rebrote de 7 a 28 días presentaron incrementos en la densidad de tallos en ambos periodos de crecimiento, debido a un recambio de tallos caracterizado por altas tasas de aparición y sobrevivencia de tallos y bajas tasas de muerte, lo que no compromete la estabilidad poblacional de tallos y favorece la persistencia de las praderas.

Mayores edades de rebrote durante la sequía con riego 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, sin embargo la alta tasa de sobrevivencia de tallos no permitió comprometer la estabilidad de la pradera; mientras que, durante las lluvias 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.

2.6. Literatura citada

- CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical;1989). *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. Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Gobierno de México.
- Davies, A (1988) The regrowth of grass swards. In: M.B. Jones and A. Lazenby (eds.) *The Grass Crop: The Physiological Basis of Production*. Chapman and Hall, London. 85-127 pp.
- Deregibus, VA., Sanchez, RA and Casal, JJ (1983) Effects of light quality on tiller production in *Lolium* spp. *Plant Physiology*. v. 72. 900-912 pp.
- Fialho, CA, Silva SC, Gimenes FMA, Gomes, MB, Berndt A, 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 Sciences*, v. 34, p. 137-139.
- 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.
- Giacomini, AA, Da Silva SC, Lucena DO, Zeferino SCV, Trindade JK, Souza JSJ, Guarda VD, Nascimento JD (2009) Growth of marandu palisadegrass subjected to strategies of intermittent stocking. *Scientia Agricola*, v.66, p.733-741.
- Hernández GA, Euclides VPB, Silva SC, Montagner DB, Nantes NN, Nascimento JD, Soares CO (2014) Herbage accumulation and animal performance on Xaraés palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. *Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales*, v. 2, p. 76-78.
- Hodgson J (1990) *Grazing management: science into practice*. New York: J. Wiley: Longman Scientific and Technical. 203p.

- Lemaire G (2001) Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant population in swards. Proceedings. XVII. International Grassland Congress. Brazil. 29-37 p.
- Machado LAZ, Lempp B, Valle CB, Jank, L, Batista LAR, Postiglioni SR, Resende RMS, Fernandes CD, Vergignassi JR, Valentim JF, Assis GML, Adrade CMS, (2010) Principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens para gado de corte In. Bovinocultura de corte/Alexandre Vaz Pires. Piracicaba: FEALQ, v.1,760 p.
- Matthew C, SG Assuero, CK Black, NR Sackville Hamilton (2000) Tiller dynamics of grazed swards. *In: Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. G Lemaire, J Hodgson, A Moraes, P C F Carvalho, C Nabinger (eds). CAB International. Wallingford, UK. pp:127-150.
- Ong, CJ, (1978) The physiology of tiller death in grasses. 1. The influence of tiller age, size and position. *Journal of the British Grassland Society* 33:197-203.
- Portela JN, Pedreira CSG, Braga GJ (2011) Demografia e densidade de perfilhos de campin-braquiária sob pastejo em lotação intermitente. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.46, n.3, p.315-322.
- Ramírez RO, Da Silva SC, Hernández G A, Enríquez QJF, Pérez PJ, Quero CAR, Herrera HJG (2011) Rebrote y estabilidad poblacional de tallos en el pasto *Panicum máximum* cv. Mombaza cosechado en diferentes intervalos de corte. *Rev.Fitotec.Mex.* Vol. 34 (3):213-220.
- Rodolfo GR, Schmitt D, Dias MK, Sbrissia AF (2015) Levels of defoliation and regrowth dynamics in elephant Grass swards. *Ciência Rural*, Santa Maria, Vol.45 (7) p.1299-1304.
- SAS INSTITUTE, (2004) SAS/STAT® 8e. Use's Guide Release.Cary, NC.
- Simon JC and G, Lemaire (1987) Tillering and leaf index in grasses in vegetative phase. *Grass and Forage Science* 42:373-380.
- Sousa BML, Nacimiento JD, Da Silva SC, Monteiro HCF, Rodrigues CS, Fonseca DM, Silveira MCT, Sbrissia AF (2010) Morphogenetic and structural characteristic of *Andropogon* grass submitted to different cutting heights. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.2114-2147.