



## Ciencia e Innovación

Revista Científica Semestral

Investigación, Desarrollo e Innovación

Vol. 2, Núm. 1 / Enero – junio de 2019

ISSN-2594-150X

2019

### **RENDIMIENTO DE FORRAJE Y CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE *Urochloa brizantha* CV. INSURGENTE COSECHADO A DIFERENTE EDAD DE REBROTE**

**Santiago** Joaquín-Cancino; **Bertín Maurilio** Joaquín-Torres; **Jonathan Raúl**  
Garay-Martínez; **Yuridia** Bautista-Martínez; **Adelardo Rafael** Rojas-García; **Benigno**  
Estrada-Drouaillet; **Lorenzo Danilo** Granados-Rivera

Ciencia e Innovación, Vol. 2, Núm. 1 / Enero – junio de 2019, pp. 311-328

Universidad Galileo Galilei

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons México 2.5



# RENDIMIENTO DE FORRAJE Y CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES DE *Urochloa brizantha* CV. INSURGENTE COSECHADO A DIFERENTE EDAD DE REBROTE

## PERFORMANCE OF FORAGE AND STRUCTURAL CHARACTERISTICS *Urochloa brizantha* cv. INSURGENTE GRASS HARVESTED AT DIFFERENT REGROWTH AGE

Santiago Joaquín-Cancino<sup>1\*</sup>; Bertín Maurilio Joaquín-Torres<sup>2</sup>; Jonathan Raúl Garay-Martínez<sup>3</sup>; Yuridia Bautista-Martínez<sup>4</sup>; Adelardo Rafael Rojas-García<sup>5</sup>; Benigno Estrada-Drouaillet<sup>1</sup>; Lorenzo Danilo Granados-Rivera<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ingeniería y Ciencias. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Victoria, Edificio Centro de Gestión de Conocimiento. Ciudad Victoria, Tamaulipas, México. C.P. 87149. <sup>2</sup>Colegio de Posgraduados *Campus* Tabasco. Cárdenas, Tabasco, México. C.P. 86500.0 <sup>3</sup>Campo Experimental Las Huastecas, CIRNE-INIFAP. Altamira, Tamaulipas, México. C.P. 89610. <sup>4</sup>Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Tamaulipas, México. C.P. 87000. <sup>5</sup>Unidad Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia N° 2. Universidad Autónoma de Guerrero. Cuajinicuilapa, Guerrero, México. C.P. 41940. <sup>6</sup>Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental General Terán. General Terán, Nuevo León, México. C.P. 67400. \*Autor para correspondencia: sjoaquin@docentes.uat.edu.mx.

### RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el efecto de la época y edad de rebrote en el rendimiento de forraje, composición morfológica y características estructurales en pasto Insurgente. Se estudiaron tres edades de rebrote (ER: 28, 35 y 42 días) en tres épocas del año (nortes, sequía y lluvias), en un diseño de bloques completos al azar con arreglo de tratamientos en parcelas divididas, con cuatro repeticiones. Se midió el rendimiento de forraje, altura de plantas, composición morfológica y relación hoja: tallo y hoja: no hoja. La distribución del rendimiento fue de 30, 5 y 65 % para las épocas de nortes, sequía y lluvias, respectivamente, con una acumulación promedio anual de 10.869 kg MS ha<sup>-1</sup> y una altura de planta de 32 cm. La mayor proporción de hojas (96 %) se obtuvo con la ER de 28 y 35 días, en las épocas de nortes y sequía, respectivamente. La mayor acumulación de hoja se presentó en la época de lluvias, seguida por las épocas de nortes y sequía, con valores promedio de 5, 881, 3, 085 y 522 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente. La contribución de hojas al rendimiento total de forraje fue alrededor del 80 %, independientemente de la frecuencia de corte y época del año. Se sugiere continuar con este estudio utilizando edades de rebrote mayores y el uso de animales, con la finalidad de determinar con mayor precisión la edad de rebrote óptima en la producción de forraje y persistencia de la pradera.

**Palabras clave:** gramíneas tropicales, acumulación de forraje, edad de rebrote.

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effect of season and regrowth age on the herbage yield, morphological composition and structural characteristics in Insurgente grass. Three regrowth age were studied (RA: 28, 35 and 42 days) in three seasons of the year (rainy, north, dry), in a completely randomized block design in a split plot array, with four replicates plots. The following attributes were taken into account, herbage yield, plant height, morphological composition and leaf: stem and leaf: no leaf ratio. The distribution of herbage yield was 30, 5 and 65 % for rainy, north and dry seasons, respectively, with an annual average accumulation of 10.869 kg DM ha<sup>-1</sup> and 32 cm plant height. The greatest leaf proportion (96 %) was obtained with the RA in 28 and 35 days, north and dry seasons, respectively. The highest accumulation of leaf occurred in the rainy season, followed by north and dry season, with average values of 5,881, 3,085 and 522 kg DM ha<sup>-1</sup>, respectively. The contribution of leaves to the total forage yield was around 80 %, regardless the regrowth age and season of year. It is suggested to continue further studies using higher regrowth ages and the use of animals, in order to determine more accurately the optimum regrowth age in forage production and pasture persistence.

**Key words:** Tropical grasslands, herbage accumulation, regrowth age.

Recibido: 1 de abril de 2019 Aceptado: 5 de mayo del 2019

Publicado como ARTÍCULO CIENTÍFICO en *Ciencia e Innovación* 2(1): 311-328

## INTRODUCCIÓN

El manejo eficiente de las especies forrajeras es primordial para mantener una alta productividad y calidad del forraje, sin propiciar el deterioro de la pradera (Martínez *et al.*, 2008). Para ello es necesario conocer los efectos de corte y/o pastoreo sobre la planta, lo cual requiere del conocimiento y análisis de las interacciones morfológicas y fisiológicas provocadas por los métodos de cosecha. Los efectos de corte y/o pastoreo sobre la planta dependen de la frecuencia e intensidad de defoliación, del tiempo de rebrote y de la interacción entre defoliación y factores ambientales, como la disponibilidad hídrica, de nutrientes, intensidad luminosa y estado fenológico de las plantas (Difante *et al.*, 2011). Sin embargo, las condiciones ambientales son las que tienen mayor influencia sobre las características morfogénicas y estructurales, en comparación a las de manejo (Casagrande *et al.*, 2010). Además, las características estructurales de la pradera son importantes para establecer prácticas de manejo que promuevan la conservación y persistencia de la misma (Bauer *et al.*, 2011). La estructura de la pradera se define como la distribución y el arreglo de los componentes morfológicos, acumulación de forraje, altura de la planta, densidad de tallos, relación hoja: tallo y proporción de material senescente de la parte aérea de la planta dentro de una comunidad vegetal (Simon y Lemaire, 1987). De manera general, puede ser descrita por variables que expresan la cantidad de forraje existente en los diferentes estratos de la pradera (Bauer *et al.*, 2011). La defoliación se caracteriza por la intensidad y frecuencia con que es removida total o parcialmente, la parte aérea de la planta, lo que ocasiona un efecto directo en la movilización y suministro de nutrimentos para la reposición y crecimiento de nuevo tejido foliar, o bien, un efecto indirecto en la morfogénesis de hojas y tallos debido a su impacto en el ambiente luminoso del dosel y las respuestas de las plantas a cambios en la calidad y cantidad de luz (Gastal *et al.*, 2004). La defoliación influye en la velocidad de crecimiento, producción, composición, calidad y persistencia de la pradera (Nascimento y Adese, 2004). Por tanto, es importante conocer las interrelaciones entre las prácticas de manejo de la pradera (frecuencia, intensidad y momento de la defoliación) y la respuesta de las plantas (crecimiento, acumulación de forraje, etc.) para planear y desarrollar estrategias eficientes en el manejo de praderas (Da Silva, 2004). El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la edad de rebrote en la acumulación de forraje, composición morfológica

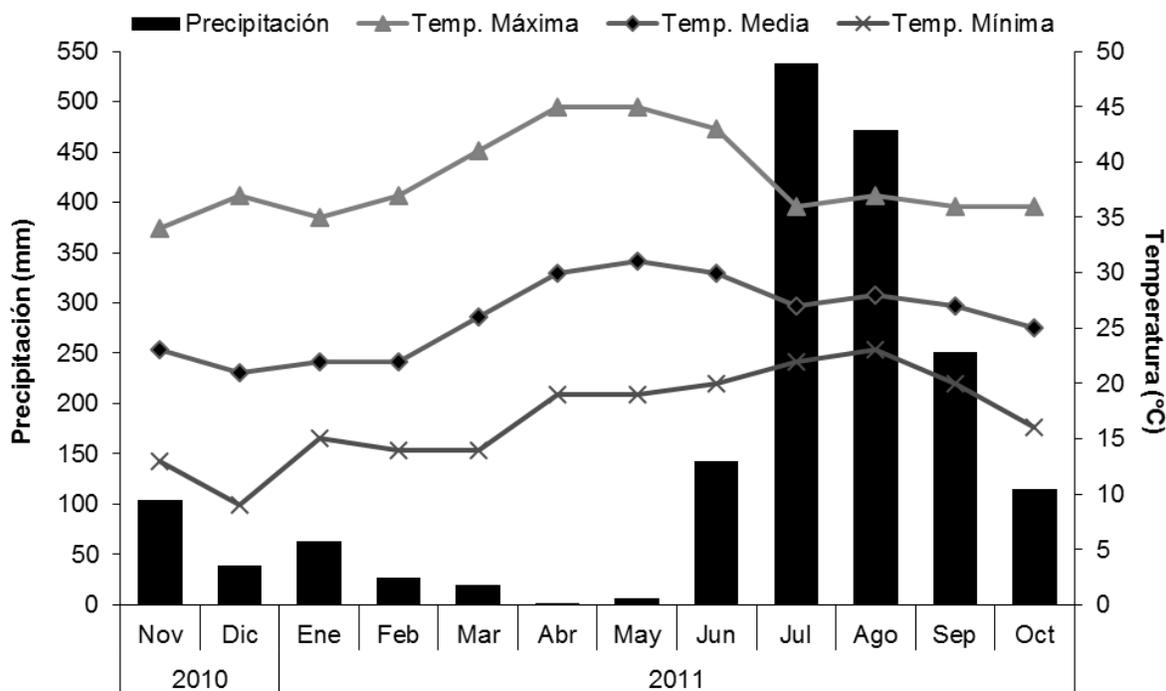
y características estructurales de una pradera de pasto Insurgente.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en condiciones de temporal, de noviembre de 2010 a octubre de 2011, en el área experimental de la Universidad del Papaloapan, *Campus* Loma Bonita (18° 01' 19" N, 95° 51' 33" O y 26 msnm), Oaxaca, México. El clima del lugar es cálido húmedo, con lluvias abundantes en verano, con temperatura y precipitación media anual de 24.7 °C y 1,845 mm, respectivamente. La precipitación mensual y temperaturas máxima, media y mínima registradas durante el periodo de estudio se presentan en la Figura 1 (FAM, 2012). El suelo es de textura franco arenoso, con pH 4.9, 1.8 % de M.O, 14.8, 23.5, 37.0, 241.0 y 42.3 mg kg<sup>-1</sup> de N, P, K, Ca y Fe, respectivamente. La pradera de pasto Insurgente en la que se realizó el experimento, se sembró manualmente en diciembre de 2007, en hileras espaciadas a 0.5 m y 0.5 m entre plantas, a 10 cm de profundidad, empleando material vegetativo (cepas con 3 a 5 tallos). Previo a la siembra, el terreno se preparó mediante un chapeo con machete y aspersión de herbicida sistémico (Glifosato), para eliminar la vegetación (*Paspalum notatum*) presente. Al inicio del estudio, el 4 de noviembre de 2010, se realizó un corte de forraje para uniformizar su tamaño a 15 cm de altura, aproximadamente. Inmediatamente después del corte, se fertilizó con 50, 50 y 50 kg ha<sup>-1</sup> de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y K<sub>2</sub>O, respectivamente, en una sola aplicación. Como fuentes de fertilizante se utilizó urea (46 % N), superfosfato de calcio triple (46 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y cloruro de potasio (60 % K<sub>2</sub>O). Las malezas se controlaron con una aplicación del herbicida 2,4-D amina al mes de rebrote y posteriormente mediante deshierbes con azadón.

Los tratamientos consistieron en tres edades de rebrote (ER) a 15 cm de altura: 28, 35 y 42 días de rebrote (13, 11 y 9 cortes, respectivamente), combinados con tres épocas de estudio: nortes (noviembre de 2010-febrero de 2011), sequía (marzo-mayo de 2011) y lluvias (junio-octubre de 2011), que se distribuyeron en un diseño de bloques completos al azar, con arreglo en parcelas divididas, donde la parcela mayor correspondió a la época y la parcela menor a la frecuencia de cortes, con cuatro repeticiones. El tamaño de las unidades experimentales fue de 5 x 2 m, para un total de parcela de 10 m<sup>2</sup>, con una parcela útil de 3 m<sup>2</sup>. El área de muestreo dentro de cada parcela fueron los dos surcos centrales, los cuales se dividieron en

3 subparcelas y se dejaron dos macollos entre cada subparcela y los dos macollos de cada uno de los extremos de los surcos centrales. Cada una de las subparcelas correspondió a cada frecuencia de corte.



**Figura 1. Datos mensuales de precipitación pluvial y temperaturas máximas, medias y mínimas, durante el período experimental, Fuente: FAM**

**Rendimiento de forraje y composición morfológica.** Para determinar el rendimiento de forraje y de sus componentes morfológicos, al inicio del estudio en cada una de las parcelas, se delimitó permanentemente 1 m<sup>2</sup> como unidad de muestreo, donde se cortó el forraje a 15 cm de altura sobre la superficie del suelo. El forraje verde cosechado se pesó y se obtuvo una submuestra de aproximadamente 100 g, la cual se separó en sus componentes morfológicos: hoja, tallo y material muerto. Posteriormente cada componente se secó en estufa de aire forzado a 65 °C durante 72 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 por componente morfológico y del forraje total por metro cuadrado (m<sup>2</sup>) y por hectárea (ha), para cada repetición, frecuencia de corte y época. La producción de forraje (kg MS ha<sup>1</sup>) se obtuvo como la suma de los rendimientos por corte, para cada ER y época del año <sup>1</sup>) se obtuvo como la suma de los rendimientos por corte, para cada ER y época del año.

**Altura de plantas.** La altura de plantas, se determinó un día antes de cada corte, como el promedio de 20 mediciones realizadas al azar, en la subparcela. La medición se realizó con una regla graduada en cm, desde el nivel del suelo hasta el extremo superior de la planta, sin estirar las hojas y sin contar la inflorescencia.

**Relaciones hoja: tallo y hoja: no hoja.** Las relaciones hoja: tallo, y hoja: no hoja resultaron de dividir el rendimiento por corte del componente hoja, entre, el rendimiento de tallo o de la suma del tallo y material muerto, respectivamente.

El análisis estadístico de los datos se realizó utilizando PROC MIXED del paquete estadístico SAS (SAS, 1997). Los efectos de intervalo entre cortes, época del año y sus interacciones, fueron considerados fijos y el efecto de bloques se consideró aleatorio. Las medias de tratamientos fueron estimadas utilizando LSMEANS y la comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ( $\alpha=0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Rendimiento de forraje.** Al aumentar el intervalo de corte se incrementó el rendimiento de forraje ( $p<0.01$ ), donde el mayor rendimiento ocurrió en la época de lluvias, seguido de la época de nortes y sequía, con valores de 7,155, 3,521 y 662 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente. El rendimiento anual de forraje registrado con la ER de 42 días fue 9 % mayor que, con la ER de 28 días, mientras que con la ER de 35 días se obtuvo un rendimiento intermedio ( $p<0.01$ ). Independientemente de la edad de rebrote, la distribución estacional del rendimiento del forraje fue: 65 % lluvias, 30 % en nortes y 5 % en sequía, con un promedio total acumulado de 10,869 kg MS ha<sup>-1</sup> (Cuadro 1). Resultados similares fueron reportados por Cab *et al.* (2008) quienes, para esta misma especie, registraron una distribución estacional de 65, 2114 % en las épocas de lluvias, nortes y sequía, respectivamente. Asimismo, en *B. humidicola* cv. Isleño, independientemente de la frecuencia y altura de corte, la distribución estacional del rendimiento fue de 79, 13 y 8 % para las épocas de lluvias, nortes y sequía (Martínez *et al.*, 2008). Mientras que en 24 ecotipos de *B. humidicola*, Cruz *et al.* (2011) encontraron una distribución de 83, 9 y 8 % en las épocas de lluvias, nortes y sequía, respectivamente. El incrementó en el rendimiento de materia seca conforme aumentó la edad de rebrote,

concuera con los resultados observados en *Urochloa brizantha* cv. Insurgente, en condiciones de temporal de Güémez, Tamaulipas, donde se encontraron rendimientos de 6.5, 8.2 y 9.2 kg MS ha<sup>-1</sup> a las 28, 42 y 56 días de rebrote, respectivamente, durante el periodo de máxima precipitación (Garay *et al.*, 2018). Al respecto, se ha señalado que las defoliaciones en estados avanzados de crecimiento proporcionan mayores rendimientos de forraje, como consecuencia del mayor período de tiempo para la acumulación de materia seca (Costa y Saibro, 1984; Costa *et al.*, 2007).

**Cuadro 1. Rendimiento de forraje y altura de planta en praderas de pasto Insurgente (kg MS ha<sup>-1</sup>), a diferente edad de rebrote y época del año.**

Edad de rebrote(días)	Nortes	Sequía	Lluvias	Rendimiento anual
Rendimiento de forraje (kg MS ha <sup>-1</sup> )				
28	2,957 Bb	499 Bc	6,927 Aa	10,383 B
35	3,310 Ab	503 Bc	7,074 Aa	10,886 AB
42	3,521 Ab	662 Ac	7,155 Aa	11,337 A
Promedio	3,263 b (30 %)	555 c (5 %)	7,052 a (65 %)	10,869 (100 %)
Altura (cm)				
28	24 Cb	19 Bc	43 Ba	29 C
35	26 Bb	22 Ac	44 Ba	31 B
42	29 Ab	24 Ac	53 Aa	35 A
Promedio	26 b	22 c	47 a	

Letras diferentes mayúsculas en la misma columna y minúsculas en la misma hilera indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ).

En el presente estudio el mayor rendimiento de forraje en la época de lluvias se debió a que se presentaron condiciones favorables de precipitación y temperatura (Figura 1) que estimularon el crecimiento, ya que hay una relación positiva entre la cantidad de lluvia y el rendimiento de materia seca (Cruz *et al.*, 2011; Cruz-Hernández *et al.*, 2017; Garay *et al.*, 2018). La disminución del rendimiento de forraje en la época de nortes, se atribuyó a la baja temperatura la cual afectó el crecimiento del pasto. En este sentido se ha señalado que el mayor crecimiento de las especies forrajeras tropicales ocurre entre los 25 y 35 °C (Cândido

*et al.*, 2006; Ramírez *et al.*, 2009). Además de esto, las bajas temperaturas y el menor número de horas luz determinan cambios fisiológicos en los forrajes, desencadenando el proceso reproductivo y afectando el crecimiento, promoviendo un acentuado comportamiento estacional (Valle *et al.*, 2000; Bauer *et al.*, 2011). Para una alta producción de materia seca, con humedad suficiente, la planta necesita de temperaturas ideales para llegar a su producción máxima. La humedad es importante para el desarrollo y producción de la planta, la temperatura ideal favorece el desarrollo a través de la asimilación de CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O y nutrientes (Costa *et al.*, 2005). En este estudio, el menor rendimiento de forraje obtenido en la época de sequía se debió a la escasa precipitación registrada en dicha época.

**Altura de plantas.** La altura de las plantas fue diferente entre frecuencia de corte y entre épocas ( $p < 0.0001$ ). Se observó que conforme se aumentó el intervalo de corte se incrementó la altura de la pradera. La altura en la época de lluvias fue mayor en 45 % y 53 % a la de nortes y sequía, respectivamente (Cuadro 1). Resultados similares fueron obtenidos por Machado *et al.* (2007), quienes encontraron que la altura de la pradera de pasto Marandu tuvo una relación lineal con la oferta de forraje. Para este mismo cultivar, se reportó que conforme se aumentó la asignación de forraje se incrementó la altura de la pradera hasta un punto donde se mantiene relativamente estable (Mesquita *et al.*, 2010; Casagrande *et al.*, 2011). Un comportamiento similar fue reportado por Garay *et al.* (2018), quienes al evaluar cultivares de *Urochloa* y tres edades de rebrote (28, 42 y 56 días), encontraron un incremento progresivo en el rendimiento estacional anual y en la altura de plantas, al aumentar el intervalo de corte, debido a una mayor acumulación de tallos y material muerto para pasto Insurgente. En este sentido, la altura de la pradera está altamente correlacionada con el rendimiento de forraje (Pontes *et al.*, 2017).

**Composición morfológica.** La composición morfológica varió entre edad de rebrote y épocas ( $p < 0.01$ ). La interacción edad de rebrote y época solo fue significativa para rendimiento de hoja ( $p < 0.01$ ) y tallo ( $p < 0.01$ ). La edad de rebrote de 42 días durante las épocas de nortes y sequía presentó los rendimientos mayores de hoja, con valores de 3,285 y 606 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente; mientras que, en la época de lluvias, la acumulación de hoja fue similar entre las ER estudiadas ( $p > 0.05$ ). Durante la época de lluvias se presentó la

mayor acumulación de hoja, con un valor promedio de 5,881 kg MS ha<sup>-1</sup>, en comparación con la de nortes y sequía, las cuales tuvieron valores de 3,085 y 522 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Cuadro 2). La mayor proporción anual de hoja (62 %) se obtuvo en la época de lluvias, seguido de la época de nortes y sequía, con valores de 33 y 5 %, respectivamente. La contribución del componente hoja al forraje total, durante la época de lluvias varió de 88 a 79 %, al cambiar la ER de 28 a 42 días. Resultados similares fueron reportados por Trindade *et al.* (2007), aunque valores inferiores a los del presente estudio fueron reportados por Difante *et al.* (2011) y Bauer *et al.* (2011). La acumulación de materia seca de hoja obtenida en las edades de rebrote, indica mejor calidad del forraje cosechado, ya que, a mayor proporción de hojas, el contenido de proteína cruda en la materia seca total es mayor (Garay *et al.* 2017; Garay *et al.*, 2018). Los cambios en la composición morfológica en la época de lluvias se debieron a que las condiciones edáficas y climáticas favorecieron la aparición y crecimiento de hojas. Se ha indicado que temperaturas entre 20 a 32.5 °C incrementan la tasa de aparición de hoja, sin embargo, ésta disminuye cuando la temperatura supera los 35 °C (Festo *et al.*, 2003).

La menor acumulación de hoja obtenida en las épocas de nortes y sequía en comparación con la época de lluvias se debe a que en la época de nortes, el crecimiento de las plantas fue inhibido por las bajas temperaturas, mientras que, en la época de sequía, la nula precipitación fue el factor limitante (Figura 1). Se ha indicado que, durante la época de sequía, las gramíneas forrajeras tropicales producen poco forraje de mala calidad, debido al escaso rebrote y madurez de las plantas, causados por la escasa humedad en el suelo, disminución de las temperaturas y por los días más cortos (Bauer *et al.*, 2011).

La menor acumulación de hoja obtenida en las épocas de nortes y sequía en comparación con la época de lluvias se debe a que en la época de nortes, el crecimiento de las plantas fue inhibido por las bajas temperaturas, mientras que, en la época de sequía, la nula precipitación fue el factor limitante (Figura 1). Se ha indicado que, durante la época de sequía, las gramíneas forrajeras tropicales producen poco forraje de mala calidad, debido al escaso rebrote y madurez de las plantas, causados por la escasa humedad en el suelo, disminución

de las temperaturas y por los días más cortos (Bauer *et al.*, 2011). rebrote y madurez de las plantas, causados por la escasa humedad en el suelo, disminución de las temperaturas y por los días más cortos (Bauer *et al.*, 2011).

La edad de rebrote tuvo efecto en la proporción de tallos durante la época de sequía y lluvias ( $p < 0.001$ ). Se observó que la mayor proporción de tallos se obtuvo en la época de lluvias con un valor de 1,372 kg MS ha<sup>-1</sup> a los 42 días de rebrote (Cuadro 3). Durante la época de lluvias la acumulación del componente tallo se incrementó conforme la ER también aumentó ( $p < 0.05$ ). En la época de sequía la ER de 42 días acumuló 1,100 %, más tallo, que las ER de 35 y 28 días, las que fueron similares entre sí; mientras que en la época de nortes no hubo diferencias entre ER, para la acumulación de este componente. Resultados similares fueron reportados por Man y Wiktorsson (2003) y Garay *et al.* (2018) quienes consignaron que, durante la época de lluvias, la proporción de hojas del forraje cosechado disminuye al aumentar el intervalo entre cortes, debido a un incremento de la tasa de acumulación de los componentes tallo y material muerto. En contraste, durante la época de nortes la elongación del tallo es inhibida por las bajas temperaturas. En cambio, en la época de sequía, el déficit de agua es el factor limitante del crecimiento vegetal y por consiguiente de la escasa contribución del tallo al rendimiento (Gómez *et al.*, 2007).

**Cuadro 2. Acumulación de componentes morfológicos (kg MS ha<sup>-1</sup>) por época del año, a diferente edad de rebrote.**

Edad de rebrote (días)	Nortes	Sequía	Lluvias	Rendimiento Anual
Hojas				
28	2,847 Bb	476 Bc	6,062 Aa	9,384 A
35	3,123 ABb	483 Bc	5,935 Aa	9,541 A
42	3,285 Ab	606 Ac	5,646 Aa	9,536 A
Promedio	3,085 b	522 c	5,881 a	
Tallos				
4	87 Ab	1 Bb	776 Ca	863 C

**320** Joaquín-Cancino *et al.*  $\Phi$  Rendimiento de forraje y características estructurales de *urochloa brizantha* cv. Insurgente cosechado a diferente edad de rebrote

5	137 Ab	1 Bb	1,017 Ba	1,154 B
6	125 Ab	12 Ab	1,372 Aa	1,509 A
Promedio	116 b	5 c	1,055 a	
Material muerto				
4	24 Ba	22 Aba	90 Aa	135 A
5	50 Ba	20 Ba	122 Aa	191 A
6	110 Aa	44 Aa	137 Aa	292 A
Promedio	61 ab	29 b	116 a	

Letras diferentes mayúsculas en la misma columna y minúsculas en la misma hilera indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ).

El componente material muerto fue afectado por la edad de rebrote ( $p < 0.05$ ), donde la mayor proporción se obtuvo en la época de lluvias en comparación con la de sequía, con valores de 116 y 29 kg MS ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Cuadro 2). En este estudio, se observó que el mayor rendimiento de forraje total coincidió con la mayor proporción de hoja, tallo y material muerto, donde dicho rendimiento total de forraje estuvo compuesto por el 84, 13 y 3 % de hoja, tallo y material muerto, respectivamente, en el intervalo de corte de 6 semanas. Mientras que, con cortes a 28 días, la composición morfológica fue de 90, 8 y 2 % para hojas, tallos y material muerto, respectivamente. Lo anterior indica que el mayor rendimiento de forraje obtenido a 42 días después del rebrote presenta mayor cantidad de tallos y material muerto. Por el contrario, en una edad menor, al penetrar mayor cantidad de luz al dosel de la pradera, se disminuye la tasa de senescencia y la acumulación de material muerto (Mazzanti y Lemaire, 1994). El incremento en la masa de forraje está asociado con incrementos en los porcentajes de hoja y tallo; y que acumulación de material muerto modifica la estructura de la pradera y reduce el valor nutritivo de la misma (Mesquita *et al.*, 2010).

Los menores rendimientos de materia seca encontrados en la época de sequía se explican por la contribución de los componentes de la pradera a lo largo de las estaciones del año. La producción de materia seca de hojas y tallos varía entre épocas del año (Bauer *et al.* La frecuencia de defoliación influye en la velocidad de crecimiento, producción, composición botánica, calidad y persistencia de la pradera (Dong *et al.*, 2004). Al respecto, se ha reportado que en praderas tropicales conforme aumenta el intervalo entre cortes y/o pastoreos, se

incrementa el rendimiento de forraje con menor proporción de hojas y mayor acumulación de tallo y material muerto, y en consecuencia se disminuye su valor nutritivo. Por tanto, además del rendimiento de materia seca de las especies forrajeras es importante considerar su proporción de hojas en relación a la de tallos y material muerto (Cruz *et al.*, 2011). En el presente estudio, la proporción de hoja fue mayor a la de tallo y material muerto independientemente de la época y frecuencia de corte. Sin embargo, se observa que los valores de dichos componentes morfológicos fueron más altos en la época de lluvias, en comparación con la de nortes y sequía, debido a que durante esta época las condiciones de luz, temperatura y precipitación favorecieron el crecimiento (Mesquita *et al.*, 2010). Asimismo, con la altura de corte a 15 cm aseguró a las plantas mayor cantidad de radiación solar y con ello, la activación de yemas dormantes y aparición de nuevos tallos, lo cual coincide con otros autores (Difante *et al.*, 2011).

**Relación hoja: tallo y hoja: no hoja.** Se encontró efecto de la interacción edad de rebrote y época del año en la relación hoja: tallo ( $p < 0.001$ ). Durante la época de lluvias, los mayores valores se obtuvieron a los 28 días, los cuales tendieron a disminuir conforme se incrementó la edad de rebrote. Además, se observó valores promedio de relación hoja: tallo de 60.2, 28.7 y 6.0 para la época de sequía, nortes y lluvias, respectivamente (Cuadro 3). Por otro lado, en la relación hoja: no hoja se observó que los mayores valores ocurrieron a los 28 días después del rebrote, durante la época de sequía. La mayor relación hoja: tallo y hoja: no hoja obtenidos durante la época de sequía, se debió, a que, en situaciones de estrés hídrico, las plantas reducen el crecimiento de la parte aérea y consecuentemente el de tallos (Gerdes *et al.*, 2000; Ramírez *et al.*, 2009); sin embargo, la aparición de hojas es el último componente morfogénico de las plantas que es afectado por la falta de humedad (Nascimento y Adese, 2004).

La tendencia en los menores valores de la relación hoja: tallo y hoja: no hoja obtenidos en la época de lluvias se atribuyó a la mayor cantidad de tallos y material muerto, ya que durante esta época ocurre la elongación de tallos y aparición de inflorescencias. Asimismo, el crecimiento acelerado ocasiona mayor acumulación de material muerto. Al respecto, los pastos en la etapa reproductiva tienen mayor cantidad de tallos en comparación a la etapa

vegetativa. Además, conforme aumenta la edad de rebrote se incrementa la proporción de tallos y material senescente y disminuye la formación de hojas, lo que ocasiona variaciones en la relación hoja: tallo (Ramírez *et al.*, 2009).

La relación hoja: tallo varía con la especie forrajera, la cual es menor en especies de tallo pequeño y poca lignificación (Sbrissia y Da Silva, 2001). Por tanto, ésta variable puede ser utilizada como índice de valor nutritivo de los forrajes. Resultados similares fueron reportados por Ramírez *et al.* (2009), quienes al evaluar tres intervalos de corte (21, 35 y 49 días) en pasto guinea cv. Mombaza encontraron que, al aumentar el intervalo de corte, se redujo la relación hoja: tallo y hoja: no hoja y esa condición puede disminuir la eficiencia de utilización de la pradera. Sin embargo, al cortar cada tres semanas, obtuvieron mayor proporción de hojas en el forraje acumulado.

**Cuadro 3. Relación hoja:tallo y hoja:no hoja de pasto Insurgente, a diferente frecuencia de corte y época del año.**

Edad de rebrote (días)	Nortes	Sequia	Lluvias	Promedio
Relación hoja:tallo				
28	33.3 Aa	71.6 Aa	7.9 Aa	37.6 A
35	24.7 Aa	54.5 Aa	6.0 Ba	28.4 A
42	28.2 Ab	54.6 Aa	4.1 Cc	28.9 A
Promedio	28.7 a	60.2 a	6.0 a	
Relación hoja: no hoja				
28	26.0 Aa	21.7 ABa	7.3 Ab	18.3 A
35	17.0 Bab	27.3 Aa	5.5 ABb	16.6 A
42	14.1 Ba	11.4 Ba	3.8 Bb	9.8 B
Promedio	19.0 a	20.1 a	5.5 b	

Letras diferentes mayúsculas en la misma columna y minúsculas en la misma hilera indican diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ).

En el presente estudio se observó que independientemente de la edad de rebrote y época de corte, la relación hoja:tallo fue superior a lo reportado por Casagrande *et al.* (2011), ya que se obtuvo en promedio una proporción del 90 % de hoja y en consecuencia, poca cantidad de tallo y material muerto. Lo anterior pudo deberse a que, al cortar a una altura de 15 cm, se cosechó mayor cantidad de hoja, ya que por debajo de dicha altura se acumula mayor cantidad de tallo y material muerto. Resultados similares fueron reportados por Cruz *et al.* (2011), quienes al evaluar frecuencias e intensidades de pastoreo en pasto Mulato encontraron que, si se considera el hábito de crecimiento amacollado, decumbente y estolonífero de éste pasto, se pueden explicar las altas relaciones hoja: tallo y la falta de material senescente, debido a que se concentró en los estratos inferiores de la pradera.

## CONCLUSIONES

La contribución de hoja al rendimiento total fue alrededor del 80 %, independientemente de la edad de rebrote y época del año, lo que indica que el forraje obtenido fue de calidad. La relación hoja:tallo disminuyó al aumentar la edad de rebrote y fue mayor durante la época de sequía, seguido por la época de nortes y lluvias. Para mejorar el rendimiento de forraje y su eficiencia, el pasto Insurgente se debe cosechar cada 28 días, durante las tres épocas del año. Se sugiere continuar con este estudio utilizando edades de rebrote mayores y el uso de animales, con la finalidad de determinar con mayor precisión la edad de rebrote óptima en la producción de forraje y persistencia de la pradera.

## LITERATURA CITADA

- Bauer, M.O., Pacheco, L. P. A., Chichorro, J. F., Vasconcelos, L. V. y Pereira, D. F. C. 2011. Produção e características estruturais de cinco forrageiras do gênero *Brachiaria* sob intensidades de cortes intermitentes. *Revista Ciência Animal Brasileira*. 12(1):17-25.
- Cab, J. F. E., Enríquez, Q. J. F., Pérez, P. J., Hernández, G. A., Herrera, H. J. G., Ortega, J. E. y Quero, C. A. R. 2008. Potencial productivo de tres especies de *Brachiaria* en monocultivo y asociadas con *Arachis pintoi* en Isla, Veracruz. *Técnica Pecuaria en México*. (46):317-332.

- Cândido, D. M. J., Silva, G. R., Neiva, M. J. N., Facó, O., Benevides, I. Y. e Farias, F. S. 2006. Fluxo de biomassa em capim-tanzânia pastejado por ovinos sob três períodos de descanso. *Revista Brasileira do Zootecnia*. 35(6):2234-2242.
- Canto, M. W., Cecato, U., Peternelli, M., Jobim, C. C., Almeida, J. J., Rigolon, L. P., Watfe, E., Barrionuevo, C. V. e Nunes, B. R. C. 2001. Efeito da altura do capim-tanzânia diferido nas características da pastagem no período de inverno. *Revista Brasileira do Zootecnia*. (30):1186-1193.
- Casagrande, D. R., Ruggieri, A. C., Moretti, M. H., Berchielli, T. T., Vieira, B. R., Roth, A. P. T. P. e Reis, R. A. 2011. Sward canopy structure and performance of beef heifers under supplementation in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu pastures maintained with three grazing intensities in a continuous stocking system. *Revista Brasileira do Zootecnia*. 40(10):2074-2082.
- Casagrande, D. R., Ruggieri, A. C., Rosseto, J. E., Gomide, J. A., Reis, R. A. e Valente, A. L. S. 2010. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu manejado sob pastejo intermitente com diferentes ofertas de forragem. *Revista Brasileira do Zootecnia*. 39(10):2108-2115.
- Costa, K. A. P., Rosa, B., Oliveira, I. P., Custodio, D. P. e Silva, D. C. 2005. Efeito da Estacionlidade na produção de materia seca e composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Ciência Animal Brasileira*. 6(3):187-193.
- Costa, N. L., Paulino, V. T., Townsend, C. R., Magalhães, J. A. e Oliveira, J. R. C. 2007. Desempenho agrônômico de genótipos de *Brachiaria brizantha* em diferentes idades de corte em Porto Velho, Rondônia, Brasil. *Revista Electrónica de Veterinária*. 8(8):1-5.
- Costa, N. L. e Saibro, J. C. 1984. Adubação nitrogenada, épocas e alturas de corte em *Paspalum guenoarum* Arech. *Agronomia Sulriogrande*. 20(1):33-49.
- Cruz, H. A., Hernández, G. A., Enríquez, Q. J. F., Gómez, V. A., Ortega, J. E. y Maldonado, G. N. M. 2011. Producción de forraje y composición morfológica del pasto Mulato

- (*Brachiaria* híbrido 36061) sometido a diferentes regímenes de pastoreo. Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias. 2(4):429-443.
- Cruz, L.P.I., Hernández, G.A., Enríquez, Q.J.F., Mendoza, P.S.I., Quero, C.A.R. y Joaquín, T.B.M. 2011. Desempeño agronómico de genotipos de *Brachiaria humidicola* (Rendle) Schweickt en el trópico húmedo de México. Revista Fitotecnia Mexicana, 34(2):123-131.
- Cruz-Hernández, A., Hernández-Garay, A., Aranda-Ibañez, E., Chay-Canul, A.J., Márquez-Quiroz, C., Rojas-García, A.R. y Gómez-Vázquez, A. 2017. Nutritive value of Mulato Grass under different grazing strategies. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios, 4: 65-72.
- Da Silva, S.C., Bueno, A.A.O., Carnevalli, R.A., Uebele, M.C., Bueno, F.O., Hodgson, J., Matthew, C., Arnold, G.C., and Morais, J.P.G. 2009. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. Scientia Agricola, 66(1):8-19.
- Da Silva, S.C. 2004. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: The basis for planning efficient grazing management practices. In: Symposium on Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology. Pizarro, E. *et al.* (eds.). UFPR, Curitiba, Brazil. CD-ROM.
- Difante, S.D., Nascimento, J.D., Da Silva, S C., Euclides, B.V.P., Baptaglin, M.D., Teixeira, S.M.C. e Da Silva, P.K. 2011. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. Revista Brasileira de Zootecnia, 40(5):955-963.
- Dong, S.K., Kang, M.Y., Hu, Z.Z., Long, R. and Pu, X.P. 2004. Performance of cultivated perennial grass mixtures under different grazing intensities in the alpine region of the Qinghai-Tibetan Plateau. Grass and Forage Science, (59):298-306.

- Festo, J.M., Sabed, N.A. and Jeremy, A.R. 2003. The impact of temperature on leaf appearance in bamba groundnut landraces. *Crop Science*, (43):1375-1379.
- Fuerza Aérea Mexicana. 2012. Estadística meteorológica mensual. Dirección de Servicio Meteorológico. Estación Loma Bonita, Oaxaca, México.
- Garay, M.J.R., Joaquín C.S., Zárate, F.P., Ibarra, M.A., Martínez, G.J.C., González, R.P., Cienfuegos, R.E.G. 2017. Dry matter accumulation and crude protein concentration in *Brachiaria* spp. cultivars in the humid tropics of Ecuador. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 5: 66-76.
- Garay-Martínez, J.R., Joaquín-Cancino, S., Estrada-Drouaillet, B., Martínez-González, J.C., Joaquín-Torres, B.M., Limas-Martínez, A.G., Hernández-Meléndez, J. 2018. Acumulación de forraje de pasto buffel e híbridos de *Urochloa* a diferente edad de rebrote. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 5(15):573-581.
- Gastal, F., Lemaire, G. and Lestienne, F. 2004. Defoliation, shoot plasticity, sward structure and herbage utilisation. *In: Symposium on Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology*. Pizarro, E. *et al.* (eds.). UFPR, Curitiba. Anais... Curitiba. CD-ROM.
- Gerdes, L., Werner, C.J., Colozza, T.M., Carvalho, D.D. e Schammas, A.E. 2000. Avaliação de Características agronômicas e morfológicas das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia aos 35 dias de crescimento nas estações do ano. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29(4):947-954.
- Gómez, De la F.E., Díaz, S.H., Saldívar, F.A., Briones, E.F., Vargas, T.V. and Grantd, W.E. 2007. Patrón de crecimiento de pasto buffel [*Pennisetum ciliare* L. (Link.) Sin. *Cenchrus ciliaris* L.] en Tamaulipas, México. *Técnica Pecuaria en México*, 45(1):1-17.
- Machado, L.A.Z., Fabrício, A.C., De Assis, P.G. e Maraschin, G.E. 2007. Estrutura do dossel em pastagens de capim-marandu submetidas a quatro ofertas de lâminas foliares. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 42(10):1495-1501.

- Man, N.V. and Wiktorsson, H. 2003. Forage yield, nutritive value, feed intake and digestibility of three grass species as affected by harvest frequency. *Tropical Grasslands*, (37):101-110.
- Martínez, M.D., Hernández, G.A., Enríquez, Q.J.F., Pérez, P.J., González, M.S.S. and Herrera, H.J.G. 2008. Producción de forraje y componentes del rendimiento del pasto *Brachiaria humidicola* CIAT 6133 con diferente manejo de la defoliación. *Técnica Pecuaria en México*, 46(4):427-438.
- Mazzanti, A. and Lemaire, G. 1994. Effects of nitrogen fertilization on the herbage production of tall fescue swards grazed continuously with sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. *Grass and Forage Science*, (49):352-359.
- Mesquita, P., Da Silva, S.C., Paiva, A.J., Caminha, F.O., Pereira, L.E.T., Guarda, V.A. and Nascimento, J.D. 2010. Structural characteristics of marandu palisadegrass swards subjected to continuous stocking and contrasting rhythms of growth. *Scientia Agricola*, 67(1):23-30.
- Middleton, C.H. 1982. Dry matter and nitrogen changes in five tropical grasses as influenced by cutting height and frequency. *Tropical Grassland*, (16):112-117.
- Nascimento, J.D. e Adese, L.B. 2004. Acúmulo de biomassa na pastagem. *Em: Anais do II simposio sobre manejo estratégico da pastagem*. Pereira *et al.* (eds.). Viçosa, Brasil. 289-346.
- Pontes, L. D. S., Carpinelli, S., Stafin, G., Porfírio-da-Silva, V., & Santos, B. R. C. (2017). Relationship between sward height and herbage mass for integrated crop-livestock systems with trees. *Grassland Science*, 63 (1), 29-35, doi: 10.1111/grs.12147
- Ramírez, R.O., Hernández, G.A., Da Silva, S.C., Pérez, P.J., Enríquez, Q.J.F., Quero, C.A.R., Herrera, H.J.G. y Cervantes, N.A. 2009. Acumulación de forraje, crecimiento y características estructurales del pasto Mombaza (*Panicum maximum* Jacq.) cosechado a diferentes intervalos de corte. *Técnica Pecuaria en México*, 47(2):203-213.

- Rincón, C.A., Ligarreto, M.G.A. y Garay, E. 2008. Producción de forraje en los pastos *Brachiaria decumbens* cv. Amargo y *Brachiaria brizantha* cv. Toledo, sometidos a tres frecuencias y a dos intensidades de defoliación en condiciones del piedemonte llanero colombiano. *Revista Facultad Nacional Agronomica de Medellín*, 61(1):4336-4346.
- SAS INSTITUTE, 1997. User's guide. SAS Institute: Cary, NC.
- Sbrissia, A.F., Da Silva, S.C., Carvalho, C.A.B., Carnevalli, R.A.P., Luiz F.M., Fagundes, J.L., and Pedreira, C.G.S. 2001. Tiller size/population density compensation in Coast cross grazed swards. *Scientia Agricola*, 58(4):655-665.
- Simon, J.C. and Lemaire, G. 1987. Tillering and leaf area index in grasses in the vegetative phase. *Grass and Forage Science*, 42(4):373-380.
- Trindade, J.K., Da Silva, S.C., Souza Jr., S.J., Giacomini, A.A., Zeferino, C.V., Guarda, V.D.A. e Carvalho, P.C.F. 2007. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*, 42(6):883-890.
- Valle, C.B., Euclides, V.P.B. e Macedo, M.C.M. 2000. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 17., 2000, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ. 65-108.