

Efecto del riego sobre la calidad, desarrollo y producción de biomasa a dos edades de corte en *Cenchrus purpureus* vc. CT-115, para la región central del estado de Veracruz

Effect of Irrigation on the Quality, Growing and Production of Biomass at Two stages of Cut in *Cenchrus purpureus* vc. CT-115, for the Central Region of the State of Veracruz

Cynthia O. Retureta González,^{*1} César R. Padilla Corrales,² Ramón O. Martínez Zubiaur,² Vicente E. Vega Murillo,³ Raymundo S. Gudiño Escandón¹ y Maribel Montero Lagunes³

¹Unión Ganadera Regional Zona Centro Veracruz, Urano s/n, C.P. 94299, Boca del Río, Ver., México.

²Instituto de Ciencia Animal, apartado postal 24, C.P. 32700, San José de las Lajas, La Habana, Cuba.

³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), Progreso No. 5, Col. Barrio de Santa Catarina, Delegación Coyoacán, C.P. 04010, Ciudad de México, México.

*Correspondencia: retureta_c@hotmail.com

Resumen

En un diseño en bloques al azar con arreglo factorial 2 x 2, se estudió la calidad, desarrollo y acumulación de biomasa del pasto *Cenchrus purpureus* vc. CT-115. Los tratamientos consistieron en aplicación o no de riego durante el periodo seco, con un corte a 56 y 98 días. Se midieron el largo del tallo (cm), largo de hoja (cm), largo y grosor del segundo entrenudo (cm) y los rendimientos tMSha⁻¹ totales, y de hojas y tallos, así como los porcentajes de PC (proteína cruda), FDA (fibra detergente ácido), FDN (fibra detergente neutro) y lignina en hoja. No se encontraron interacciones entre edad y riego para ninguna de las variables. El rendimiento de hojas, tallos y total fue mayor ($P = 0.0001$) cuando se aplicó riego y se cortó a los 98 días. Los indicadores: largo del tallo y hojas, grosor

Abstract

In a randomized block design with a 2 x 2 factorial arrangement, the quality, development and biomass accumulation of *Cenchrus purpureus* vc. CT-115 was studied. The treatments consisted of application of irrigation, or not, during the dry period, with a cut at 56 and 98 days. The length of the stem (cm), leaf length (cm), length and thickness of the second internode (cm) and the total yields, and leaves and stems (tMSha⁻¹), as well as the percentages of CP, ADF, NDF and lignin in leaf were measured. No interactions between age and irrigation were found for any of the variables. The yield of leaves, stems and total were higher ($P = 0.0001$) when irrigation was applied and cut at 98 days. The long stem and leaf indicators, stem thickness and internode

del tallo y largo de los entrenudos, fueron mejores cuando se aplicó riego. La PC en hoja fue mayor ($P = 0.0007$) a los 56 días con 11.45% y de 8.30% a los 98 días. La PC fue mayor ($P = 0.0064$) con riego 11.05% y de 8.70% sin riego. Se concluye que los incrementos en producción de MS total ($tMSha^{-1}$) y la calidad de la biomasa indican la posibilidad de acortar los tiempos de reposo e incrementar la capacidad productiva de sistemas con bancos de biomasa de Cuba CT-115 cuando se aplica riego.

Palabras clave

Rendimiento, periodo seco, tallo, hoja.

length were better when irrigation was applied. The leaf CP was higher ($P = 0.0007$) at 56 days with 11.45% and 8.30% at 98 days. The CP was higher ($P = 0.0064$) at 11.05% with irrigation and 8.70% without irrigation. It is concluded that the increases in total DM production ($tMSha^{-1}$) and the quality of the biomass indicate the possibility of shortening the resting times and increase the productive capacity of systems with biomass banks of Cuba CT-115 when irrigation is applied.

Keywords

Yield, dry period, stem, leaf.

Introducción

La mayor limitante que presentan las áreas ganaderas es la intensa sequía, que repercute seriamente en la producción del pasto y disminuye la disponibilidad y el valor nutritivo del mismo. El efecto de estas condiciones adversas en el trópico se manifiesta en el crecimiento, producción y reproducción de los animales. El uso inadecuado de los pastizales nativos e introducidos en las regiones tropicales es considerado como uno de los principales problemas que limitan la productividad de las explotaciones ganaderas (Ruiz *et al.*, 2009). La disponibilidad de agua, tanto la aportada por las precipitaciones como por el riego, desempeñan un importante papel en el crecimiento de los pastos, ya que su déficit puede reducir la fotosíntesis, la absorción y transporte de nutrientes, así como causar efecto perjudicial en la síntesis de proteína y de carbohidratos, lo que se expresa en menor crecimiento y desarrollo de la planta.

En el estado de Veracruz, particularmente la zona centro, el *Cenchrus purpureus* vc. CT-115 es de los recursos forrajeros de reciente introducción. Los productores ganaderos de dicha región lo establecen en sus predios con poca información sobre su comportamiento productivo en sus condiciones; es por ello necesario realizar investigaciones que les permitan tener información del potencial de producción de biomasa y otros parámetros morfológicos y bromatológicos de este pasto, en el período poco lluvioso con riego y sin él.

El objetivo de esta investigación es ofrecer información sobre el potencial de producción de biomasa y otros parámetros morfológicos y bromatológicos del CT-115, con aplicación o no de riego, a las edades de corte de 56 y 98 días en la región central del estado de Veracruz.

Materiales y métodos

La unidad experimental fue una parcela de 4.5 m². El área experimental seleccionada fue de 20 x 30 m, y para uniformar el área se aplicó la fórmula completa en una fertilización equivalente a 114 kg/ha de nitrógeno, 60 de fósforo y 60 de potasio, recomendada por el laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias

(INIFAP), campo experimental de Cotaxtla, según el análisis químico mostrado en el cuadro 1, esto se hizo después del corte de establecimiento.

La preparación de la tierra consistió en pase de doble rastra y surcado con una distancia entre surcos de 90 cm. La plantación se realizó en el mes de julio de 2016 después de iniciadas las lluvias. Los tallos se depositaron de forma yuxtapuesta en el fondo del surco con una profundidad de 10-15 cm y se trozaron con un machete (60-70 cm) para facilitar el tape. Éstos se cubrieron con azadón alrededor de 5 cm de profundidad. La dosis de plantación fue de 4.0 t/ha de semilla vegetativa.

El clima es cálido-seco-regular con una temperatura promedio de 25 °C y precipitación pluvial media anual de 1,108 milímetros de acuerdo con la *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México*, Estado de Veracruz (INAFED, 2010). El experimento se desarrolló en la zona central del estado de Veracruz, en la localidad de Jamapa, ubicada en las coordenadas 19° 03´ de latitud norte y 96° 14´ de longitud oeste, a una altura de 57 msnm (INEGI, 2011). El tipo de suelo fue un migajón arenoso de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM 021 RECNAT 2000 AS-09.

Cuadro 1
Contenido de nutrientes del suelo del área experimental.

Determinación	Contenido	Clasificación agronómica	Referencia Norma Oficial Mexicana
	Arena 75.20%		
Textura	Arcilla 11.80% Limo 13.00%	Migajón arenoso	NOM 021 RECNAT 2000 AS-09
pH agua (1:2)	5.62	Moderadamente ácido	NOM 021 RECNAT 2000 AS-02
Materia orgánica	3.02%	Rico	NOM 021 RECNAT 2000 AS-07
Nitrógeno inorgánico	2 mg/kg	Pobre	NOM 021 RECNAT 2000 AS-08
Fósforo	13.4 mg/kg	Pobre	NOM 021 RECNAT 2000 AS-11
Potasio	30 mg/kg	Pobre	NOM 021 RECNAT 2000 AS-12
Calcio	1 400 mg/kg	Medio	NOM 021 RECNAT 2000 AS-12
Magnesio	17 mg/kg	Pobre	NOM 021 RECNAT 2000 AS-12
Fierro (DTPA)	54.9 mg/kg	Adecuado	NOM 021 RECNAT 2000 AS-14
Cobre (DTPA)	TRAZAS	Deficiente	NOM 021 RECNAT 2000 AS-14
Zinc (DTPA)	2.10 mg/kg	Adecuado	NOM 021 RECNAT 2000 AS-14
Manganeso (DTPA)	6.16 mg/kg	Adecuado	NOM 021 RECNAT 2000 AS-14

Fecha: 2 de agosto de 2016.

mg/kg: miligramos de nutriente por kilogramo de suelo.

DTPA: Ácido pentático o ácido dietiltriáminopentaacético.

Después de la plantación se utilizó un sistema de riego por goteo asegurando la humedad adecuada de suelo, y antes de comenzar el periodo de investigación se realizó un corte de homogenización a 10 cm de altura.

Las mediciones se desarrollaron durante 98 días en el periodo seco 2016-2017. En cinco surcos seleccionados se muestrearon 4.5 m², eliminando previamente un metro de efecto de borde. Durante el periodo en estudio se realizó medición a los 56 y 98 días, largo del tallo (cm), largo de la hoja (cm), largo y grosor del segundo entrenudo (cm), los rendimientos tMSha⁻¹ total, hojas y tallos y los porcentajes de PC (proteína cruda), FDA (fibra detergente ácido), FDN (fibra detergente neutro) y lignina.

El peso verde total se midió con una pesa dinamómetro de 50 kg con una precisión de 0.10 g, el peso de las hojas y tallos verdes se hizo con una pesa de 10 kg y precisión de 0.2 g. El largo de las hojas se midió a la tercera hoja abierta. El diámetro del segundo entrenudo se midió con un pie de rey y para el largo del tallo se utilizó una regla graduada. El peso de la planta íntegra se realizó sumando el peso de las hojas más el peso de los tallos en verde y para obtener el peso seco, éstos se secaron en estufa de circulación de aire graduada a 60° C hasta peso constante, después se midió el peso seco de hojas y tallos para calcular el rendimiento.

El riego se aplicó con una frecuencia de 9 a 11 días, por goteo, procurando no exceder su capacidad de campo.

Las muestras secas de hojas y tallos se molieron a tamaño de partícula de 1 mm para la determinación del contenido de proteína bruta el cual se consideró como el contenido de N total determinado por el método de Kjeldahl. La FDN, FDA y lignina se determinaron mediante el método de Van Soest en equipo de tecnología ANKOM®.

Se realizó análisis de varianza con un diseño en bloques al azar con arreglo factorial 2 x 2 (aplicación de riego o no y dos edades de corte). Las comparaciones entre medias se hicieron con la prueba de comparación múltiple de Duncan (1955), declarando diferencias con una significancia menor a 0.05. Se reportan los valores reales de P con cuatro cifras.

Resultados

La interacción entre el factor riego y la edad de corte no fue significativa para ninguna de las variables estudiadas.

En el cuadro 2 se presentan los valores de los efectos principales para largo de las hojas, entrenudos y tallo. El largo del tallo fue mayor ($P = 0.0001$) cuando se aplicó riego, en comparación con no riego (155.40 *versus* 120.68 cm); el mayor largo del tallo ocurrió a los 98 días (178.34 cm) que difirió ($P = 0.0001$) de los 56 días (97.76 cm). No hubo diferencias significativas ($P = 0.0953$) para el largo de la hoja.

Cuadro 2

Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para largo de las hojas, entrenudos y tallo según edad y aplicación de riego.

Tratamiento	Largo de la hoja (cm)	Largo entrenudos (cm)	Largo tallo (cm)
Riego			
Con riego	108.00	14.70	155.40
Sin riego	94.48	11.49	120.68
Error estándar	1.58	0.31	2.24
Significancia	P = 0.0001	P = 0.0001	P = 0.0001
Cortes			
56 días	98.26	12.50	97.76
98 días	103.22	13.69	178.34
Error estándar	1.58	0.31	2.34
Significancia	P = 0.0953	P = 0.0186	P = 0.0001

Prueba de Duncan, 1955.

En el cuadro 3, se aprecia que el rendimiento ($tMSha^{-1}$) total, de hojas y tallos fue superior ($P = 0.0001$) para el efecto principal riego comparado con el tratamiento sin riego. De igual forma hubo un mayor ($P = 0.0001$) rendimiento total, tallos y hojas cuando se cosechó a 98 días de edad.

Cuadro 3

Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para rendimiento de $tMSha^{-1}$ total, hoja y tallo del CT-115, con riego y sin riego a los 56 y 98 días de corte.

Tratamiento	Rendimiento $tMSha^{-1}$	Rendimiento hojas $tMSha^{-1}$	Rendimiento tallo $tMSha^{-1}$
Riego			
Con riego	13.21	5.16	8.05
Sin riego	8.29	3.31	4.98
Error estándar	0.63	0.23	0.41
Significancia	P = 0.0001	P = 0.0001	P = 0.0001
Cortes			
56 días	6.30	2.82	3.49
98 días	15.20	5.66	9.54
Error estándar	0.63	0.23	0.41
Significancia	P = 0.0001	P = 0.0001	P = 0.0001

Prueba de Duncan, 1955.

En el cuadro 4, se presentan las medias de cuadrados mínimos y errores estándar para los valores de PC, FDN, FDA y lignina de la hoja, para el factor riego y las edades 56 y 98 días de corte. El riego incrementó significativamente ($P = 0.0064$) la PC, y no hubo diferencias para FDN y FDA. La lignina aumentó con el riego ($P = 0.001$).

A los 98 días disminuyó significativamente la PC. El mayor valor encontrado de PC en este estudio fue de 11.45% a los 56 días; también se incrementaron significativamente los valores de FDN y FDA y lignina a los 98 días, en comparación con 56 días de edad.

Cuadro 4

Medias de cuadrados mínimos y errores estándar para la composición química en hoja del *Cenchrus purpureus* vc. CT-115 con riego y sin riego a los 56 y 98 días de edad.

Corte, días	PC, % MS	FDN, % MS	FDA, % MS	Lignina, % MS
56	11.45	63.76	35.19	5.23
98	8.30	69.68	38.27	7.58
Error estándar	0.53	0.50	0.49	0.09
Significancia	$P = 0.0007$	$P = 0.001$	$P = 0.0004$	$P = 0.001$
Riego	PC, % MS	FDN, % MS	FDA, % MS	Lignina, % MS
Con riego	11.05	67.05	37.07	6.84
Sin riego	8.70	66.39	36.39	5.97
Error estándar	0.53	0.50	0.49	0.09
Significancia	$P = 0.0064$	$P = 0.369$	$P = 0.3471$	$P = 0.001$

PC=proteína cruda, MS= materia seca, FDN= fibra detergente neutro, FDA= fibra detergente ácido. Prueba de Duncan, 1955.

Discusión

Se aprecia en todas las variables estudiadas un claro efecto favorable del riego, excepto en el incremento de lignina; esto está en correspondencia con lo reportado para la especie *Cenchrus purpureus* (Herrera y Ramos, 2006). La respuesta al riego del CT-115 es relativamente novedosa dada los escasos reportes específicos en la literatura.

Los resultados encontrados para el largo del tallo y el entrenudo, así como para la alta relación hoja-tallo, confirman el bajo porte del CT-115 y las características para ser usado en pastoreo (Martínez, 2010); mientras que para la edad de 98 días sin riego coinciden con los obtenidos para el primer tiempo de reposo recomendado por Martínez *et al.* (2010) para este pasto cuando se explota para bancos de biomasa; sin embargo, son muy superiores a esta misma edad cuando se aplicó el regadío. Puntualmente la producción de MS total ($tMSha^{-1}$) a los 98 días se incrementó con el riego en un 55%, esto indica la posibilidad de acortar los tiempos de reposo para almacenar biomasa e incrementar la capacidad productiva de sistemas con bancos de biomasa cuando se aplica riego.

Los resultados para el rendimiento total ($tMSha^{-1}$) con riego o sin riego fueron superiores a los encontrados por Caballero (2013), quien reportó $11.18 t MS/ha^{-1}$ en el periodo poco lluvioso con la aplicación de riego.

Como aspecto importante se destaca el efecto positivo que tuvo la aplicación de riego en el incremento del rendimiento de hojas de 3.31 a $5.16 tMSha^{-1}$, así como el incremento ocurrido entre edades de corte de 2.82 a $5.66 tMSha^{-1}$. Los valores coinciden con los reportados por Caballero (2013) en condiciones similares.

La temperatura y la intensidad lumínica para la región estudiada no parece que sean limitantes para el crecimiento y desarrollo del Cuba CT-115, pues son superiores a las reportadas como limitantes para el desarrollo de esta especie según Herrera y García (2016).

La repuesta encontrada a la producción de biomasa a una mayor edad, coincide con lo aceptado en Cuba para la explotación de las áreas de forraje en las empresas ganaderas, donde se emplean frecuencias de cortes de 60 días para el periodo lluvioso y 90 días para el de poca lluvia cuando se emplean fertilización y riego. Ello coincide con lo reportado por Martínez (2010) al evaluar este pasto en similares condiciones en la región occidental de Cuba. Por otra parte, Rodríguez (2015) indicó que la evaluación del crecimiento con el uso de modelos de crecimiento puede ayudar a predecir el momento apropiado para la cosecha, en niveles dentro de la capacidad sostenible de los pastos y forrajes.

Los valores de PC en este estudio fueron menores a los presentados por Valenciaga *et al.* (2006) con 60 días de edad de la planta (12.63% de PC), no obstante son aceptables para la alimentación de los bovinos. Los valores obtenidos de FDN, FDA y lignina presentaron un incremento normal entre 56 y 98 días. El incremento de la PC y la lignina ocurridos con la aplicación del riego se deben a un mayor desarrollo de la planta, aunque no ocurrió de igual forma con FDN y FDA. Dichos valores son menores que los reportados por De Dios (2012) a los 90 días de edad, con valores de 72.24 y 42.59% de FDN y FDA, respectivamente. Hay que destacar que nuevamente se reportan valores bajos de lignina para Cuba CT-115 en comparación con otras variedades estudiadas.

Conclusión

La presencia de riego tuvo un efecto positivo sobre la calidad, desarrollo y producción del pasto Cuba CT-115. Los incrementos en producción de MS total ($tMSha^{-1}$) y la calidad de la biomasa indican la posibilidad de acortar los tiempos de reposo e incrementar la capacidad productiva de sistemas con bancos de biomasa de Cuba CT-115 cuando se aplica riego. Los resultados justifican tener en cuenta el riego en los cálculos de rentabilidad de estos sistemas.

Literatura citada

- Caballero, G.A. (2013). *Caracterización productiva de cinco accesiones de Pennisetum purpureum schum.* Tesis de maestría. Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Estación Experimental de Pastos y Forrajes “Indio Hatuey”. Cuba.

- De Dios, L.G.E. (2012). *Producción de biomasa y valor nutritivo del pasto Cuba CT-115* (Pennisetum purpureum) en un suelo Cambisol. Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, campus Tabasco, H. Cárdenas. México.
- Duncan, D.B. (1955). Multiple Range and Multiple F Tests. *Biometrics*, 11 (1).
- Herrera, R.S. y Ramos, N. (2006). Factores que influyen en la producción de biomasa y la calidad. En: R.S. Herrera, G. Febles y G. Crespo (editores). *Pennisetum purpureum para la ganadería tropical*. La Habana, Cuba: EDICA del Instituto de Ciencia Animal. Pp. 79-123.
- Herrera, R.; García, M. y Cruz, A.M. (2016). Relación entre algunos indicadores climáticos con la altura, rendimiento y población en clones de *Pennisetum purpureum*. *AIA*, 20 (2): 33-42.
- Instituto para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED) y Secretaría de Gobernación (SEGOB) (2010). *Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Estado de Veracruz*. Disponible en: <http://siglo.inafed.gob.mx/enciclopedia/EMM30veracruz/index.html>. (Consultado el 24 de febrero de 2018).
- Martínez, R.O. (2010). *Bancos de biomasa con pasto elefante Cuba CT-115 para solucionar el déficit de alimento durante la seca en la producción de leche y carne*. Curso: Los alimentos y su utilización. Yucatán. México: Centro de Desarrollo Tecnológico Tantakin. 85 p.
- Martínez, R.O.; Tuero, R.; Torres, V. y Herrera, R. (2010). Modelos de acumulación de biomasa y calidad en las variedades de hierba elefante, Cuba CT-169, OM-22 y king grass durante la estación lluviosa en el occidente de Cuba. *Rev. Cubana Cienc. Agríc.*, 44 (2): 189-194.
- Rodríguez, L. (2015). *Modelación y simulación de la producción de biomasa de Pennisetum Purpureum Schum. var. king grass y su aplicación en alimentación animal*. Tesis de doctorado. Instituto de Ciencia Animal. Grupo de biomatemática. República de Cuba.
- Ruiz, A.; Albores, S.; Pérez, E. de J.; Villalobos, I. y Galloso, M. (2009). *Evaluación agronómica del pasto Cuba CT-115* (Pennisetum purpureum) en Villacorzo, Chiapas. Disponible en: <https://docplayer.es/24229758-Evaluacion-agronomica-del-pasto-cuba-ct-115-pennisetum-purpureum-en-villacorzo-chiapas.html>. (Consultado el 24 de febrero de 2018).
- Valenciaga, G.D.; Chongo, G.B y Oliveria, S.S. (2006). Characterization of Pennisetum CUBA CT 115 Clone. Chemical Composition and Rumen DM Degradability. *Cub. J. Agric. Sci.*, 35: 325-329.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2011). *Conjunto de datos vectoriales de uso del suelo y vegetación. Escala 1:250 000, Serie V*. Disponible en: <http://www.beta.inegi.org.mx/app/mapas/default.html?t=0150011000000000&ag=00>. (Consultado el 14 de abril de 2019).

Recibido: 26 de septiembre de 2018

Envío a arbitraje: 28 de octubre de 2018

Dictamen: 01 de marzo de 2019

Aceptado: 23 de abril de 2019