

EFECTO DEL RIEGO DEFICITARIO MEDIANTE RIEGO POR ASPERSIÓN EN EL RENDIMIENTO DEL PASTO *Cynodon dactylon*

EFFECT OF THE DEFICIT IRRIGATION THROUGH SPRINKLER IRRIGATION ON THE YIELD OF GRASS *Cynodon dactylon*

Manuel Ángel Calderón Vera¹ y Rubén Darío Rivera Fernández²

¹Consultor Independiente en Riego y Drenaje SiteOne Irrigation

²Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí Extensión Chone, Carrera Agropecuaria Avenida Eloy Alfaro y Malecón.
Chone-Manabí-Ecuador

Email: rd_03rivera@hotmail.com

Información del artículo

Tipo de artículo:
Artículo original

Recibido:
30/05/2018

Aceptado:
12/12/2018

Licencia:
CC BY-NC-SA 4.0

Revista
ESPAMCIENCIA
10(1):91-95

Resumen

El objetivo fue evaluar el riego deficitario en el rendimiento del pasto *Cynodon dactylon*. Se estudió cuatro láminas de riego en función de la Etc del cultivo: 120, 100, 80 y 60% de la Etc diaria. El experimento se llevó a cabo en una parcela establecida de pasto estrella. El sistema de riego fue aspersor tipo cañón con un caudal de 25 m³/h. El marco de riego fue de 42 x 42 m. Se evaluó la biomasa (kg.m²), materia seca (%), proteína (%), consumo de agua y además se midió el coeficiente de uniformidad del riego. Los resultados muestran el incremento de la biomasa en función de la lámina (p<0,001) siendo la Etc 120% la de mayor rendimiento con 0,94 kg.m². La materia seca (MS) fue significativa a los 28 días siendo el tratamiento 120% el de mayor promedio con 32,71%. La proteína no presentó variación por la influencia de la lámina siendo similar entre los tratamientos. El consumo de agua disminuyó con la reducción de la lámina, los mismo estuvieron entre 78,49 y 39,24 mm (120 y 60%, respectivamente) en los días del cultivo. Sin embargo, la eficiencia del uso del agua mostró un comportamiento inverso dado que con la disminución de la lámina aumentó el uso eficiente del agua. El riego presentó un coeficiente de uniformidad 75,5% acorde al riego por aspersión. El rendimiento del pasto estrella está ligado a la lámina de riego, por tanto la aplicación del riego deficitario provoca la disminución del rendimiento.

Palabras clave: Biomasa, materia seca, proteína, coeficiente de uniformidad, uso eficiente del agua

Abstract

The objective of this work was to evaluate the deficit irrigation on the grass *Cynodon dactylon*. Four irrigation levels were studied according to the Etc of the crop: 120, 100, 80 and 60% of the daily Etc. The field experiment was carried out in a stablished plot of star grass. The irrigation system was sprinkle cannon with a flow rate of 25 m³/h, the irrigated area was 42 x 42m. Biomass (kg.m²), dry matter (%), protein (%), water consumption and the uniformity coefficient ratio were evaluated. Results show increase of biomass depending on the irrigation level (p<0,001), Etc 120% showed the highest yield 0,94 kg.m². Dry matter (MS) was significant for the same treatment at 28 days showing an average of 32,71%. Protein did not vary according to the irrigation level being similar among treatments. Water consumption decreased in accordance to the irrigation level 78,49 and 39,24 mm (120 y 60% respectively) during the cycle of the crop. Nevertheless, efficiency of the use of water showed a reverse behavior due to reduction on irrigation levels increase the efficiency of the use of water. The sprinkler system showed a uniformity coefficient ratio of 75,5%. Star grass yield is linked to the irrigation level, therefore, deficit irrigation application cause yield decrease.

Keywords: Biomass, dry matter, protein, uniformity coefficient, efficient use of water

INTRODUCCIÓN

Existe la necesidad de ser eficiente con el uso del agua de riego y al mismo tiempo aumentar la productividad de los cultivos. En la zona norte de Manabí la principal especie de pastoreo para la ganadería vacuno, es el pasto estrella (*Cynodon dactylon*); sin embargo, no es aprovechado óptimamente debido a la ausencia de riego en la época de sequía, sabiendo de antemano que el límite productivo del cultivo está directamente relacionado con el consumo de agua. En gran parte se debe al desconocimiento en las recomendaciones al momento de realizar el riego.

En el caso de los pastos es necesario tomar en cuenta factores característicos como: momento de corte, época del año, requerimiento del cultivo como fertilización, control de maleza, entre otros; además de la curva de crecimiento (Herrera *et al.*, 2010). De acuerdo con Dourato-Neto *et al.* (2002); Souza *et al.* (2005); Gargantini *et al.* (2005), la productividad de los pastos dependen del riego. En un estudio realizado con seis especies de gramíneas utilizadas como forraje midiendo varias láminas de riego, se encontró que existen diferencias de rendimiento entre los diferentes pastos, lo cual sugiere que dependiendo de la especie, la lámina de riego influye en el rendimiento (Alencar, 2007). En este sentido, Oliveira (2007), encontró que los pastos Tanzania y Xaraés, presentaron un aumento en la productividad de materia seca (MS) al incrementar la cantidad de agua de riego aplicada.

Es imposible hacer un correcto uso del agua si no se toman en cuenta aspectos como: la aplicación oportuna de cantidad, frecuencia, equipo de bombeo y programación, que haga certera la aplicación de agua calculada. Con estos elementos se estima que el encargado del riego pueda planificar correctamente tanto en cantidad como en el momento adecuado del agua con lo cual se es eficiente en el manejo del recurso hídrico (Nadal y Lacasa, 1995) los mismos que juegan un papel indispensable al aplicar riego deficitario. Con los antecedentes mostrados se plantea como objetivo evaluar el rendimiento del pasto estrella con la aplicación de riego deficitario.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se lo llevó a cabo en los predios de la finca Pastora Sol, ubicada en el sitio La Pastora del cantón Bolívar, provincia de Manabí-Ecuador; geográficamente localizado entre las coordenadas 0°37'35" Latitud Sur; y 80°02'55.07" Longitud Oeste y una Altitud de 16 msnm. El área del estudio presenta un suelo franco arcilloso, de topografía plana y con permanente pastoreo de ganado vacuno.

Se estudió cuatro láminas de riego, las mismas que fueron establecidas en función de la evapotranspiración del cultivo (Etc). Las variantes fueron: 120, 100, 80 y 60% de

la Etc diaria. El cálculo de la Etc se la realizó mediante la ecuación (1):

$$Etc = Eto \times Kc \quad (1)$$

Donde,

Eto=evapotranspiración del cultivo de referencia (mm/día)

Kc= Coeficiente del cultivo

La evapotranspiración del cultivo de referencia se determinó mediante el tanque evaporímetro tipo A y su cálculo se realizó con la siguiente ecuación (2).

$$Eto = Ev \times K \quad (2)$$

Donde,

Ev= la evaporación medida del tanque (mm)

Kt= coeficiente del tanque.

Las mediciones del tanque fueron diarias en todo el experimento y el Kt considerado fue de 0,7. En el caso del Kc inicial fue de 0,4 y 0,7 para el Kc medio. Los días de cada etapa fueron 10 y 20 días para inicial y desarrollo, respectivamente.

Manejo experimental

Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente al azar con tres réplicas. Cada tratamiento se aplicó en un área de 1764 m² correspondiente al distanciamiento de los aspersores. La unidad experimental correspondió a la zona de traslape del riego para lo cual se consideró un área de 225 m² (15 x 15 m). En toda el área de estudio se realizó un corte de igualación y posteriormente, la limpieza de malezas.

Riego

El sistema de riego estuvo constituido por una tubería principal de 110 mm (diámetro nominal) y 103 mm (diámetro interno) una secundaria fue de 70,4 mm (diámetro interno) y la terciaria de 59 mm (diámetro interno) se logró una pérdida de carga del sistema inferior a la pérdida de carga admisible. El aspersor utilizado fue el PY40 el cual requiere una presión de operación de 50 PSI, caudal de 24 m³/h y un diámetro de cobertura de 60 m a una altura del aspersor de 1,5 m. Se consideró una frecuencia de 7 días. La Eto media durante el estudio fue de 3,2 mm/día. El Kc inicial de 0,4 y Kc medio 1,0 (obteniendo en la etapa de desarrollo un Kc=0,7). Las etapas del cultivo fueron: inicial (10 días) y desarrollo (20 días) y la eficiencia de riego de 75%. Las láminas de aplicación se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Lámina de aplicación (mm) en cada riego en las etapas del cultivo de pasto estrella.

Tratamientos	Etapas del cultivo	
	Inicial	Desarrollo
Lámina 120%	14,28	25,2
Lámina 100%	11,9	21,0
Lámina 80%	9,52	16,8
Lámina 60%	7,14	12,6

Variables estudiadas

Biomasa: se consideró biomasa a la totalidad del follaje que es viable de ser consumido por el animal. Para ello se tomó tres muestras al azar de un metro cuadrado del área de la unidad experimental. Esta operación se la realizó progresivamente con intervalos de 7 días tomando en cuenta que la última fue al momento de ingreso de los animales. Esta variable se consideró como kg/m².

Materia seca: en cada toma de muestras se evaluó la materia seca a los 7 y 28 días y se procedió a realizar los respectivos análisis en los laboratorios de la ESPAM MFL por medio de la metodología INEN 464.

Proteína: se tomó al azar un kilo de pasto a los 7 y 28 días después del corte de igualación y el análisis se lo realizó mediante la metodología Kjeldahl en el laboratorio de bromatología de la ESPAM MFL.

Consumo de agua: Se evaluó el consumo total de agua en cada tratamiento siendo la suma de todos los riegos realizados durante el experimento. Además, se evaluó el uso eficiente del agua, con la relación de la producción de biomasa y el consumo total de agua.

Coefficiente de uniformidad: El coeficiente de uniformidad se evaluó mediante la metodología sugerida por Dechmi *et al.* (2001), la cual consistió en colocar recipiente a una distancia de 4 m, ubicados en el área bajo riego. Una vez terminado cada riego se midió la altura de agua (mm) de cada recipiente y mediante la ecuación (2) se calculó el coeficiente de uniformidad de Christiansen:

$$CU = 100 \left[1 - \frac{\sum(X_i - X)}{Xn} \right] \quad (3)$$

Dónde:

CU = coeficiente de Christiansen (%).

X_i = cada uno de los datos de los mm de agua recogida en los recipientes (de 1 a n recipientes).

X = promedio de todos los datos.

n = número total de recipientes utilizados.

[X_i-X] = valor absoluto de la diferencia entre X_i y X.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN**Biomasa**

La biomasa muestra un progresivo aumento hasta los 28 días del cultivo, la lámina de aplicación influyó en la producción de biomasa (p<0,05). La lámina de 120%, presentó los mayores rendimientos de biomasa llegando a 0,94 kg/m²; sin embargo, el tratamiento 100% comparte categoría con un valor de 0,89 kg/m² (Cuadro 1). La lámina de riego y la biomasa tiene un comportamiento cuadrático (Gráfico 1) observando que la reducción de la lámina de riego disminuye la producción de biomasa. Con el 40% menos de agua (lámina de 80%) apenas se reduce 12% de la biomasa y 25% con la lámina de 60%. Lo anotado, es importante tomar en cuenta cuando se tiene áreas con poco acceso al agua de riego, ya que permite tener una estimación de la producción de forraje en función de la lámina de aplicación.

La bibliografía científica indica que la reducción del agua de riego afecta la biomasa de los pastos (Barreto *et al.*, 2001; Melo *et al.*, 2009; Scordia *et al.*, 2015); sin embargo, el hecho que produzca con niveles más bajos de riego, podría considerarse un indicativo de resistencia a condiciones de sequía. Por otro lado, se tiene una estimación de la producción del pasto bajo las condiciones de estrés hídrico que es común en las zonas norte de la provincia de Manabí. A nivel de fincas productoras de pasto estrella se ha encontrado comportamiento similar (Villalobos y Arce, 2013). Otro aspecto a considerar es la aplicación de fertilizantes lo cual no es común en la zona de estudio, conociendo de antemano que los mayores rendimientos se obtienen realizando estas prácticas simultáneamente (Ames *et al.*, 2014).

Cuadro 1. Promedios de los valores de la producción de la biomasa (kg/m²).

Tratamientos	Días			
	7	14	21	28
Lámina 100%	0,5 a	0,61 b	0,78 a	0,89 ab
Lámina 80%	0,31 b	0,55 c	0,72 b	0,83 b
Lámina 60%	0,22 c	0,43 d	0,65 c	0,70 c
Lámina 120%	0,33 b	0,67 a	0,82 a	0,94 a
Probabilidad	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Error estándar	0,021	0,011	0,01	0,02

a, b, c letras diferentes en una misma columna indican significancia estadística según Tukey al 0,05.

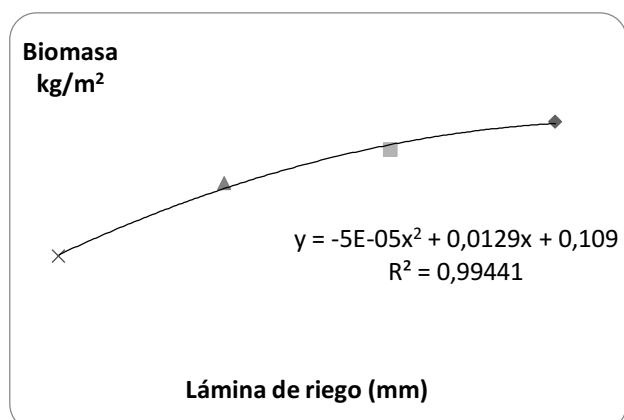


Gráfico 1. Comportamiento de la producción de biomasa a los 28 días del cultivo, en función de la lámina de riego

Materia seca

El contenido de materia seca no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) entre las láminas a los 15 días de evaluación; sin embargo, a los 28 días se observa que la lámina del 120% es diferente estadísticamente a los demás tratamientos con 32,71% de M.S (Cuadro 2). Se debe considerar que con una reducción considerable de agua el nivel de M.S, es alto comparado con otros pastos. También se observa una similitud entre los tratamientos 100 y 80% respectivamente, por lo cual es consistente sugerir una lámina de 80%.

Cuadro 2. Promedios de los valores de materia seca (%) durante el desarrollo del pasto estrella.

Tratamientos	Días	
	15	28
Lámina 100%	19,95	29,82 b
Lámina 80%	19,58	29,83 b
Lámina 60%	19,48	28,88 b
Lámina 120%	19,85	32,71 a
Probabilidad	0,8	<0,001
Error estándar	0,39	0,41

Letras diferentes en una misma columna indican significancia estadística según Tukey al 0,05.

Proteína

La proteína no presentó diferencias estadísticas ($p > 0,05$) en los días evaluados (Cuadro 3). A los siete días los valores fluctuaron entre 3,31 y 3,45%, a los 28 días se obtuvo una fluctuación entre 4,4 y 4,96%. Los niveles de proteína para esta especie son bajos, de manera que cuando se cuenta con esta especie se debe aplicar suplemento alimenticio. Cuando el material de siembra es híbrido, como el Tifon 85, con una adecuada fertilización se consigue mayor concentración de proteína (Ziech *et al.*, 2016). En este sentido, es posible que los bajos niveles de

proteína estén relacionados con la falta de aplicación de fertilizantes tal como ocurre en las zonas de estudio donde no es común la fertilización.

Cuadro 3. Promedios de los valores de proteína (%) durante el desarrollo del pasto estrella.

Tratamientos	Días	
	7	28
Lámina 100%	3,33	4,86
Lámina 80%	3,45	4,96
Lámina 60%	3,43	4,40
Lámina 120%	3,31	4,53
Probabilidad	0,58	0,13
Error estándar	0,09	0,18

Consumo de agua

El consumo de agua estuvo en función de la Eto aplicada; por lo tanto, a mayor Eto mayor consumo de agua. Aunque la lámina tiene directa relación con el rendimiento de la biomasa se debe considerar el uso eficiente del agua. En este sentido se puede observar que la eficiencia del uso del agua aumenta con la reducción de la lámina de riego.

Cuadro 4. Lámina total y uso eficiente del agua en cada tratamiento durante los 28 días del cultivo

Tratamientos	Lámina acumulada (mm)	Uso eficiente del agua kg/m³
Lámina 60%	52,08	13,4
Lámina 80%	69,44	11,9
Lámina 100%	86,8	10,2
Lámina 120%	104,16	9,0

Coefficiente de uniformidad (C.U)

La evaluación del coeficiente de uniformidad nos indica que existe la posibilidad de tener un valor alto puesto que se tuvo en el tratamiento 60% un C.U de 81,97%, y en este tipo de aspersor que por ser un dispositivo de alto caudal (25 m³/h) se tiende a tener un bajo C.U como es el caso de los demás tratamientos (Cuadro 6). Cisneros y Pacheco (2007), quienes evaluaron aspersores de baja pluviometría, mencionan que los datos encontrados de C.U por debajo de 80% pueden estar relacionados al tiempo de evaluación del sistema. Flórez *et al.* (2013), en experimentos con diferentes espaciamientos de aspersores encontraron que el C.U disminuía conforme aumentaba el espaciamiento del aspersor. Este parámetro podría afectar la uniformidad en la producción de la biomasa en la totalidad del área cultivada. Sin embargo, no se evidenció en este trabajo.

Cuadro 6. Valores del coeficiente de uniformidad de Christiansen

Tratamientos	Coeficiente de uniformidad (C.U) de Christiansen (%)
Lámina 60%	81,97
Lámina 80%	72,02
Lámina 100%	72,96
Lámina 120%	75,24
Promedio	75,55

CONCLUSIONES

El rendimiento de biomasa del pasto estrella está ligado a la lámina de riego. La reducción de la lámina de riego disminuye la producción de biomasa; sin embargo, con un lámina por encima de 80% la reducción de la biomasa es inferior al 12%. Por otro lado, el déficit hídrico no afecta el contenido de proteína pero sí la materia seca, siendo evidente con la reducción del 60% de la lámina de riego. Se resalta que el déficit hídrico incrementa la eficiencia del uso de agua. El sistema de riego establecido presenta un coeficiente de uniformidad de Christiansen del 75,5% siendo aceptable para el sistema de riego tipo cañón.

LITERATURA CITADA

Alencar, C. 2007. Produção de seis gramíneas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio, na região Leste de Minas Gerais. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil. 121f.

Ames, J; Neres, M; Castagnara, D; Mufatto, L; Ducati, C; Cabrera, J; and Tres, T. 2014. Dry matter production, chemical composition, dry matter digestibility and occurrence of fungi in Bermuda grass hay (*Cynodon dactylon*) under different fertilization systems or associated with pea plantings in Winter. *Cien. Inv. Agr.* 41(2):163-174.

Barreto, G; Andrade, M; Ferreira, V; Batista, J. 2001. Avaliação de Clones de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de um Híbrido com o Milheto (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) Submetidos a Estresse Hídrico. *Rev. bras. zootec.* 30(1):1-6.

Cisneros F y Pacheco. T. 2007. Evaluación del rendimiento de sistemas de riego por aspersión de baja pluviosidad como resultados de la aplicación de la extensión como soporte técnico. *Ingeniería del agua.* 14(3):177-185.

Dechmi, F; Playán, E; Campo, J; Martínez-Cob, A; Faci, J. 2001. Evaluación del riego por aspersión en cobertura total en una parcela de maíz. XIX Congreso Nacional de Riegos, Zaragoza.

Dourato-Neto, D.; Fancelli, A.; Muller, M. 2002. Manejo da irrigação de pastagens. In: Simpósio dobre manejo de pastagens, 19. Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2002. P.189-216.

Flórez-Tuta, Zution-Gonçalves, Rodrigues-Calvacante, E. Agnellos-Barbosa, Ponciano-de Deus, Diego-Ribeiro, Eiji-Matsura. 2013. Eficiencia de aplicación de agua en la superficie y en el perfil del suelo en un sistema de riego por aspersión. *Agrociencia.* 47(2): 102-113

Gargantini, P.; Hernández, F.; Vanzela, L. 2005. Irrigação e adubação nitrogenada em capim mombaça na região Oeste do Estado de São Paulo. In: Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem, 15. Teresina. Anais.

Herrera, J.; González, F. y Zamora, E. 2010. Coeficientes de cultivo (Kc) del King grass para diferentes épocas del año y edad de la planta. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias.* 19(1):44-49.

Melo, J; Santos, A; Almeida, J; Morais, R. 2009. Desenvolvimento e produtividade dos capins mombaça e marandu cultivados em dois solos típicos do Tocantins, com diferentes regimes hídricos. *Rev. Bras. Saúde Prod.* 10(4):786-800.

Nadal, E. y Lacasa, M. 1995. El Agua y el regadío en el futuro del mundo rural. *Research Gate.* p.130.

Oliveira, J. 2007. Produção de duas gramíneas tropicais submetidas a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio e potássio no Estado do Tocantins. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brasil. 121f.

Scordia, D; Testa, G; Cosentino, S; Copani, V; Patanè, C. 2015. Soil water effect on crop growth, leaf gas exchange, water and radiation use efficiency of *Saccharum spontaneum* L. ssp. *aegyptiacum* (Willd.) Hackel in semi-arid Mediterranean environment. *Italian Journal of Agronomy.* 10:185-191.

Souza, E.; Isepon, O.; Alves, J. 2005. Efeitos da irrigação e adubação nitrogenada sobre a massa de forragem de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. *Revista Brasileira de Zootecnia.* 34(4):1146-1155.

Villalobos, L; y Arce, J. 2013. Evaluación agronómica y nutricional del pasto Estrella africana (*Cynodon nlemfuensis*) en la zona de monteverde, puntarenas, Costa Rica. I. disponibilidad de biomasa y fenología. *Agronomía Costarricense.* 37(1): 91-101.

Ziech, M; Olivo, C; Dahlem, A; Newton, T. 2016. Morphogenesis in pastures of Coastcross-1 and Tifton 85 mixed with forage peanut, submitted to cutting management. *Semina: Ciências Agrárias.* 37(3):1461-1473.