

RESPUESTA DEL PASTO ALEMÁN (*Echinochloa polystachya* L) A TRES LÁMINAS DE RIEGO

EFFECT OF THREE DIFFERENT LEVELS OF WATER APPLICATION ON ALEMÁN GRASS (*Echinochloa polystachya* L)

Dídimo Efraín Vera Arteaga¹, Walter Fernando Vivas Arturo¹ y Rubén Darío Rivera Fernández²

¹Universidad Técnica de Manabí, Extensión Chone, Sitio La Anima Km. 2 1/2 via Chone Boyaca

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

Contacto: rd_03rivera@hotmail.com

RESUMEN

Se evaluó la respuesta del pasto Alemán (*Echinochloa polystachya*) a la aplicación de tres láminas de riego. Los tratamientos consistieron en la reposición de la Etc diaria, así se aplicaron los tratamientos T1=100% T2= 80% y T3= 50% del total de la lámina de reposición, además, un testigo (sin riego). Todos los tratamientos se replicaron cinco veces. Se aplicó un diseño de bloques completamente al azar. La unidad experimental la constituyó una parcela de 4 m² cultivada de pasto. Se evaluaron variables morfológicas a los 10, 20 y 45 días después del corte de igualación; también se analizaron la producción y características bromatológica del pasto a los 45 días. Los resultados indican que el grosor y longitud del tallo presentó diferencias a los 20 y 45 días, aumentando en función de la lámina de agua. El menor promedio de la longitud y ancho de la hoja lo alcanzó el testigo en todas las evaluaciones realizadas. La producción de biomasa alcanzó la mayor producción en el T1 y T2 (3,27 y 2,88 kg.m⁻² respectivamente), T3 y el testigo fueron los de menor rendimiento (1,92 y 1,53 kg.m⁻²). Estos valores demuestran que el agua cumplió un papel predominante en el desarrollo y productividad del pasto alemán. Las variables bromatológicas presentaron diferencias estadísticas (p<0,05), sin embargo, no son consistente con los valores de biomasa.

Palabras clave: Biomasa, contenido nutricional, déficit hídrico.

ABSTRACT

We evaluated the effect of three different levels of water application on Aleman grass (*Echinochloa polystachya* L). In all treatments, ETC was replaced every day resulting in the following treatments: T1=100%, T2= 80% and T3= 50% from the total replacement level, plus a control treatment without irrigation. There were five replicates. We used the randomized complete block design (RCB). The experimental unit consisted of a 4 m² plot cultivated with Aleman grass. We used morphological and bromatological characteristics as the dependent variables. The morphological data were collected at days 10, 20 and 45 after pruning, while the bromatological information was taken at day 45. The results showed statistical differences among treatments and variables. Stem thickness and length showed differences at days 20 and 45, increasing according to the water application level. The smallest average value of leaf width and length was that of the control treatment in all replicates. Biomass production was the highest in T1 and T2 (3.27 and 2.88 kg.m², respectively). T3 and the control treatments produced the lowest yield (1.92 and 1.53 kg.m⁻²) indicating that water application played a significant role in growth and productivity; with humidity directly affecting growth. The bromatological variables showed statistical differences (p<0.05), however, this was not consistent with biomass values.

Keywords: Biomass, nutritional contents, water deficit.



Recibido: 20 de julio de 2016

Aceptado: 28 de octubre de 2016

ESPAMCIENCIA 7(2): 153-157/2016

INTRODUCCIÓN

De acuerdo con observaciones realizadas en la provincia de Manabí, Ecuador, existen zonas en las cuales el pasto Alemán (*Echinochloa polystachya* L.) está diseminado de forma agresiva y sin control, sobresaliendo en zonas donde se producen inundaciones con carácter temporal asociadas al desbordamiento de ríos. Sin embargo, en las épocas de sequías la producción de biomasa se ve reducida, dada la baja disponibilidad de agua para el desarrollo del cultivo, lo cual afecta el volumen de producción de materia verde tanto para el pastoreo como para el corte. Por lo que, el agua es esencial para el óptimo desarrollo de la planta, por su función en la absorción y en el transporte de nutrientes.

Durante la época invernal se observa una depresión de la capacidad de producción de forraje y reducción del área efectiva de pastoreo dada por el efecto del encharcamiento, drenaje deficiente, aceleramiento en los procesos de salinización de los suelos y baja precipitación. A la vez, se ha podido comprobar que el pasto Alemán prospera en condiciones adversas como inundaciones por lo cual constituye una especie importante en zonas donde se presentan estas condiciones. La información disponible sobre la aptitud productiva de las especies forrajeras, se ha centrado principalmente en la cuantificación de la acumulación neta de forraje y su distribución estacional (Orbea y Carrillo, 1969; Mazzanti y Arosteguy, 1985).

Los pastos demandan un alto volumen de agua para mantener una buena composición y garantizar una alta producción de forraje. Para producir un kilo de materia seca, el pasto necesita aproximadamente 400 litros de agua (Estrada, 2002). Las plantas responden al déficit hídrico con cambios morfológicos y fisiológicos que les permiten disminuir la pérdida de agua y mejorar su consumo (Passioura, 1982). La tasa de aparición y elongación de hojas y la vida media foliar, son las variables que determinan mayoritariamente los cambios de estructura que experimentan los macollos en el transcurso de su desarrollo (Davies, 1988).

El déficit hídrico afecta negativamente la expansión foliar. En general, la elongación celular es más afectada por el déficit hídrico que la división celular (Tunner y Begg, 1978). Esto se traduce en la reducción de la tasa de elongación foliar, que determina un menor tamaño de las hojas en cultivos con carencia de agua en comparación con los cultivos establecidos en condiciones hídricas no limitantes. El objetivo de la investigación fue evaluar la respuesta del pasto Alemán a la aplicación de diferentes láminas de riego para determinar su manejo óptimo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área experimental se encuentra localizada en 0°41'59,03" de Latitud Sur, 80°13'28,74" de Longitud Oeste, ubicada en el sitio La Margarita de la parroquia San Antonio del cantón Chone, Manabí-Ecuador. El suelo donde se estableció el ensayo es de tipo fluvisol. El cultivo se desarrolló entre los meses de junio y agosto.

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar para la asignación de los siguientes tratamientos: 100% (T1), 80% (T2) y 50% (T3) del total de la lámina de reposición; además se contó con un testigo al cual no se le aplicó riego después del corte de igualación. Cada tratamiento se replicó cuatro veces.

Se utilizó como material experimental al pasto Alemán. El ensayo se realizó en áreas de pastizales establecidas por los agricultores. Se seleccionaron parcelas de 4 m² por unidad experimental. El cultivo se lo manejó con similitud al de los productores de la zona, sin fertilización y sin control fitosanitario. Se realizó un corte de igualación a 10 cm de altura previo la iniciación del experimento y a partir de ese momento se programó los riegos en cada tratamiento.

Se midieron variables morfológicas como: grosor del tallo (mm), longitud del tallo (m) longitud de hoja (cm) y ancho de hoja (cm) a los 10, 20 y 45 días posteriores al corte de igualación. La variable de producción fue el rendimiento de masa verde (biomasa Kg.m²), la cual se obtuvo mediante el corte a los 28 días después del corte de igualación, a una altura de cinco centímetros sobre el suelo, similar al que realiza el ganado. Entre las variables bromatológicas se analizaron: ceniza, proteína bruta, fibra cruda y humedad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Grosor del tallo

En el cuadro 1 se muestran los valores de grosor del tallo en los días evaluados, donde los tratamientos presentan diferencias altamente significativas a los 20 y 45 días. El T1 promedia los mayores valores con 12,25 y 18,88 y 20 mm de grosor en los días evaluados respectivamente. En cambio, el testigo obtuvo entre 8,38 y 10,25 mm. Se debe hacer notar que tanto el testigo como el T3 presentaron una disminución en esta característica, lo cual podría estar relacionado a la falta de turgencia celular, producto del déficit hídrico que experimentaron estos tratamientos. Por otro lado, esta disminución se reflejó en la biomasa y por ende en la materia seca, en este sentido Alencar (2007) menciona que el aumento de láminas de riego incrementó

la producción de materia seca (MS) solo en la temporada otoño/invierno y el aumento de dosis de fertilización nitrogenada no incrementó la productividad de los pastos.

Cuadro 1. Promedio del grosor del tallo (mm) del pasto Alemán a los 10, 20 y 45 días de evaluado

Tratamientos	Días		
	10	20	45
T1	12,25±2,5	18,88±1,03 a	20,0±0,8 a
T2	11,5±0,57	14,0±3,3 b	14,5±1,2 b
T3	10,5±0,57	8,5±0,57 c	8,5±1,08 c
Testigo	10,25±1,5	8,05±0,49 c	7,38±0,47 c
Probabilidad	0,27	<0,001	<0,001
Error estándar	0,76	0,9	0,48

a, b, c, letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según Tukey < 0,05; ± Desviación Estándar.

Longitud del tallo

Con respecto a la longitud del tallo, al igual que en el grosor solo se presentaron diferencias estadísticas ($p < 0,001$) a los 20 y 45 días pero difiere en que todos los tratamientos tienden a aumentar en el tiempo, además, desde el inicio ya se observa un margen de diferencia entre T1 y los demás tratamientos. El T1 obtuvo un aumento de 40 cm en 35 días que corresponden al 33,3%, en cambio en los primeros 10 días se obtiene el 66,7%, lo que sugiere que la etapa inicial es de mayor importancia en el crecimiento. En los demás tratamientos durante los primeros 10 días se alcanzan hasta el 96% de la longitud, dado que el racionamiento o falta de riego afecta su crecimiento después de este tiempo.

En términos de altura, se diferenció la altura con los tratamientos, donde el tratamiento 1 muestra mayor significancia con el tratamiento T2 y en longitud de hojas la lámina 1 y 2 mostraron mayor significancia. Herrera *et al.* (2010) mencionan que la curva de crecimiento es mayor con una mayor lámina de riego que está en función de la época del año.

Cuadro 2. Promedios de la variable longitud (m) del tallo del pasto Alemán a los 10, 20 y 45 días de evaluado

Tratamientos	Días		
	10	20	45
T1	0,8±0,05	1,06±0,06 a	1,2±0,03 a
T2	0,7±0,08	0,8±0,1 b	0,91±0,08 b
T3	0,66±0,02	0,76±0,04 b	0,81±0,01 bc
Testigo	0,62±0,04	0,75±0,04 b	0,77±0,05 c
Probabilidad	0,11	<0,001	<0,001
Error estándar	0,08	0,03	0,003

a, b, c, letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según Tukey < 0,05; ± Desviación estándar.

Longitud de hoja

El cuadro 3 presenta el promedio de la variable longitud

de hoja, teniendo diferencias altamente significativas en todas las evaluaciones, siendo el T1 y T2 quienes muestran los mayores promedios los que difieren con el T3 y el testigo; sin embargo, no se manifiesta una tendencia a incrementar su longitud. Se tiene una longitud máxima de 0,62 m de los cuales 0,6 m se obtuvo en los primeros 10 días fortaleciendo la hipótesis que la etapa inicial es más crítica en el cultivo de pasto Alemán. Por otro lado, el no aplicar agua de riego al suelo o disminuir a la mitad su requerimiento reduce hasta un 17% la longitud de la hoja al aplicar el 100% de la capacidad de campo.

Cuadro 3. Promedios de la variable longitud de hoja (m) del tallo en el pasto Alemán a los 10, 20 y 45 días de evaluado

Tratamientos	Días		
	10	20	45
T1	0,6±0,013 a	0,61±0,019 a	0,62±0,018 a
T2	0,56±0,04ab	0,61±0,02 a	0,61±0,017 a
T3	0,51±0,03 b	0,55±0,05 ab	0,53±0,031 b
Testigo	0,51±0,025 b	0,53±0,03 b	0,51±0,022b
Probabilidad	0,005	0,018	<0,001
Error estándar	0,02	0,02	0,003

a, b, c, letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según Tukey < 0,05; ± Desviación Estándar.

Ancho de hoja

El ancho de hoja (Cuadro 4) muestra diferencias estadísticas a los 20 y 45 días, en 10 días no presentaron diferencias estadísticas. El T1 presenta los mayores promedios seguido por T2, los que tienen similar tendencia a incrementar en el tiempo, a diferencia del T2 y el testigo que mantienen una similitud sin ninguna tendencia clara.

Cuadro 4. Promedios de la variable ancho de hoja (m) del tallo en el pasto Alemán a los 10, 20 y 45 días de evaluado

Tratamientos	Días		
	10	20	45
T1	19,0±0,8 a	19,25±0,5 a	19,25±0,9 a
T2	18,75±0,5 ab	19,0±0,8 ab	19,0±0,8 ab
T3	17,75±0,5 b	17,5±0,9 bc	17,75±0,57 ab
Testigo	17,75±0,5 b	17,25±0,57 c	17,5±0,5 b
Probabilidad	0,027	0,004	0,01
Error estándar	0,76	0,37	0,37

a, b, c, letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según Tukey < 0,05; ± Desviación Estándar.

Biomasa

La biomasa estuvo influenciada por el efecto de la lámina de riego ($P < 0,05$) siendo el tratamiento T1 el de mayor rendimiento de biomasa con 3,27 kg.m² y disminuyendo progresivamente a medida de que la lámina es menor (Cuadro 5). La aplicación del 50% del requerimiento hídrico tiene un comportamiento similar al testigo, lo que sugiere la importancia del riego para la producción de

biomasa a pesar que los valores obtenidos son inferiores a los reportados por Braga *et al.* (2008) quienes encontraron que la producción de materia verde aumentaba dependiendo del día de corte. En este sentido Abreu *et al.* (2006) alcanzaron, en 84 días, una producción de 9,56 t.ha⁻¹. Alencar *et al.* (2009), mencionan la tendencia del aumento del forraje mediante el riego, especialmente de los materiales de siembra tropicales. Oliveira (2007) indica que las prácticas agrícolas que aumentan al máximo productividad y uso de agua son de importancia vital para el cultivo. Alencar (2007), en la región Oriental del Estado de Minas Gerais, realizó la evaluación del rendimiento de seis gramíneas forrajeras tropicales con diferentes láminas de riego y diferentes estaciones del año, se encontró que en general el pasto Xaraes (*Brachiaria brizantha*) se destacó con una mayor productividad, en comparación a las otras gramíneas. Jara y Valenzuela (1998), mencionan que es un aspecto conocido que, todo déficit de agua producirá una disminución en los rendimientos. Sin embargo, hay etapas o estados fenológicos en el desarrollo de un cultivo, en donde el efecto de detrimento de un estrés hídrico es mayor.

Cuadro 5. Promedio de la variable biomasa (kg/m²) a los 28 días de evaluación

Tratamientos	Biomasa
T1	3,27±0,16 a
T2	2,88±0,17 b
T3	1,92±0,17 c
Testigo	1,53±0,19 c
Probabilidad	<0,001
Error estándar	0,04

a, b, c, letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según Tukey < 0,05; ± Desviación estándar.

Análisis bromatológico

En el cuadro 6, se observan las variables bromatológicas las mismas que se vieron afectadas por los tratamientos (P<0,001) a excepción de ceniza. La humedad estuvo entre 73,95 y 83,9% siendo el testigo quien presenta el menor valor, pudiendo estar relacionada con la no aplicación de riego. Sin embargo, el T3 que presentó la misma tendencia como en anteriores respuestas agronómicas. Aunque la ceniza no presentó diferencias estadísticas (P>0,05) se tiene una tendencia a disminuir a medida que se reduce la aplicación de riego. Esta tendencia es posible que se deba a una menor formación de sólidos totales por la disminución del agua de riego. La proteína bruta no presenta tendencia con relación al riego, puesto que el menor promedio lo alcanzó T1 y el mayor el T3, al cual se le aplicó el 50% del requerimiento hídrico.

co. Esta inconsistencia podría estar relacionada con la concentración de proteína bruta que se da mayormente al tener una menor cantidad de biomasa (Abaunza *et al.*, 1991; Costa y Cruz, 1994; Villarreal, 1994; Martín, 1998; Velasco *et al.*, 2001). Por otro lado, los niveles de proteína de estas especies tienen un rango de variación. Otro factor en los niveles de proteína bruta es el nitrógeno en el suelo, se conoce que estas áreas tienen un lavado de fertilizantes producto de las inundaciones que se producen cada año durante la época de invierno o de la aplicación artificial, siempre que sea asimilable (Marino *et al.*, 2004). Sin embargo, los datos encontrados no presentan una tendencia inversa a la biomasa. Los valores encontrados están levemente superiores a los registrados por Martín (1998) que muestran valores entre 10-15% de proteína bruta para *Echinochloa* spp.

La fibra cruda al igual que la proteína no presenta un patrón en función de la cantidad de agua aplicada. T2 presenta los mayores valores con 38,58% y el T3 obtuvo el menor valor con 30,87%. La producción de materia seca y el contenido de proteína son dos de las variables que mayormente han sido utilizadas en la evaluación de pastos, sin embargo, ambas variables se correlacionan negativamente. Lo anterior significa que, si un pasto se selecciona por su producción forrajera, puede ir en detrimento de su valor en proteína, y viceversa (Juárez y Bolaño, 2007).

Cuadro 6. Promedio de las variables bromatológicas a los 28 días de edad del pasto Alemán

Tratamientos	Humedad	Ceniza	Proteína	Fibra
T1	82,59 a	17,02	14,4 b	33,74 b
T2	83,61 a	16,57	15,71 ab	38,58 a
T3	82,74 a	16,43	16,94 a	30,87 c
Testigo	73,95 b	16,32	15,15 ab	32,62 bc
Probabilidad	<0,001	0,04	0,01	<0,001
Error estándar	0,53	0,32	0,48	0,58

a, b, c, letras iguales en una misma columna no difieren estadísticamente según Tukey < 0,05; ± Desviación estándar.

CONCLUSIÓN

Los indicadores morfológicos y productivos del pasto Alemán están directamente influenciados por la lámina de reposición. Para la obtención de los mayores rendimientos de biomasa se debe reponer el 100% de la Etc, aunque al tener escasez de agua para riego se puede reducir en un 20% de la Etc, sin que afecte considerablemente al pasto Alemán; por debajo de este porcentaje se ve afectado el cultivo en la producción de biomasa.

LITERATURA CITADA

- Abaunza MA, Lascano CE, Giraldo H, Toledo J. 1991. Valor nutritivo y aceptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras tropicales en suelos ácidos. *Pasturas Tropicales*.13(2):2-9.
- Abreu, E. M. A.; Fernandes, A. R. Martins, A. R. A.; Rodrigues. T. E. 2006. Produção de forragem e valor nutritivo de espécies forrageiras sob condições de pastejo, em solos de várzea baixa do Rio Guamá. *Acta Amazônica*. 36(1):1-18.
- Alencar, C. 2007. Producao de seis gramineas forrageiras tropicais submetidas a diferentes lâminas de agua e doses de nitrogenio, na regioao Leste de Minas Gerais. Tese (Doutorado em Engenharia Agricola) – Universidade Federal de Vicosa, Vicosa, MG, Brasil. 121.
- Alencar, C.; Cunha, F.; Martins, C.; Coser, A.; Rocha, W.; Araujo, R. 2009. Irrigacao de pastagem: atualidade e recomendacoes para uso e manejo. *R. Bras. Zootec.* 38:98-108, (supl. especial).
- Braga A; Alves da Costa Z; do Nascimento A; de Lima D; do Vale M. 2008. Produção de massa verde e efeito da idade de corte sobre a composição químico-bromatológica do feno de canarana erecta lisa (*Echinochloa pyramidalis*, hitch). *Caatinga* 21(4):1-5.
- Costa L y Cruz O. 1994. Evaluación agronómica de accesiones de *Panicum maximum* en Rondonia, Brasil. *Pasturas tropicales*.16(2): 44-47.
- Davies, A. 1988. The regrowth of grass swards. In: *The grass crop*. Ch. 3. M.B. Jones y A. Lazenby (Eds). 85-127. London.
- Estrada J. 2002. Pastos y forraje para el trópico colombiano. *Manizales*. Universidad de Caldas. Colombia. Centro Editorial.: 128.
- Herrera, J.; Gonzalez, 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.
- Jara, J. y Valenzuela, A. 1998. Necesidades de Agua de los Cultivos “Desarrollo de Sistemas de Riego en el Secano Interior y Costero. Componente Nacional: Capacitación y Difusión de Tecnologías de Riego”. Universidad de Concepción. Facultad de Ingeniería. Departamento de Riegos y Drenaje.. Agrícola Consultado el 24 de octubre del 2014. Disponible en <http://www.fotossintese.net/esp/manejo.html>.
- Juárez J y Bolaño, E. 2007. Las curvas de dilución de la proteína como alternativa para la evaluación de pastos tropicales. *Universidad y Ciencia*. 23(1):81-90.
- Marino MA, Mazzanti A, Assuero SG, Gastal F, Echeverría HE, Andrade F. 2004. Nitrogen dilution curves and nitrogen use efficiency during winter-spring growth of annual ryegrass. *Agron J*. 96(3): 601-607.
- Martín, P. 1998. Valor nutritivo de las gramíneas tropicales. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 32: 1-10.
- Mazzanti, A. y Arosteguy, J. 1985. Comparación del rendimiento estacional de forraje de cultivares de *Festuca arundinacea* Scrb. *Revista Argentina de Producción Animal*. 5: 157-165.
- Oliveira, J. 2007. Producao de duas gramineas tropicais submetidas a diferentes lâminas de agua e doses de nitrogenio e potassio no Estado do Tocantins. Tese (Doutorado em Engenharia Agricola) - Universidade Federal de Vicosa, Vicosa, MG, Brasil.121f.
- Orbea, J. y Carrillo, J. 1969. Curvas de producción de mezclas de raigrás perenne y trébol blanco fertilizadas. *Revista de Investigaciones Agropecuarias Serie 2*,1(10): 167-181.
- Passioura, J. 1982. Water in the soil-plant-atmosphere continuum. In: *Encyclopedia of Plant Physiology*.12B: 5-33.
- Tunner N y Begg J. 1978. Responses of pasture plants to water deficits. In *plant relation in pastures*. CSIRO: Melbourne. 50-66.
- Velasco Z, Hernández A, González H, Pérez P, Vaquera H, Galvis S. 2001. Curva de crecimiento y acumulación estacional del pasto Ovillo (*Dactylis glomerata* L.). *Téc Pecu Méx*.39(1):1-14.
- Villarreal M. 1994. Valor nutritivo de gramíneas y leguminosas forrajeras en San Carlos, Costa Rica. *Pasturas Tropicales*. 16 (1): 27-31.