

RESPUESTA DEL PASTO CAYMAN (*Brachiaria híbrido* cv. CIAT BRO2/1752) AL DÉFICIT HÍDRICO

Response to cayman grass (*Brachiaria hybrid* cv. CIAT BRO2/1752) to water deficit

Roberqui Martín✉, José M. Dell'Amico y Pedro J. Cañizares

ABSTRACT. The objective of this work was to study, the effect of two irrigation treatments on soil moisture content, growth and yield variables in the Cayman grass (*Brachiaria hybrid*). The cultivar employed was CIAT BRO2 / 1752 grown in double row in concrete containers of 1,56 m². Irrigation treatments consisted of applying 50 and 100 % of ETc, (T 50 and T 100, respectively). Bottom fertilization was performed before planting with complete NPK (9-13-17) and urea (46-0-0), applying to each channel 0,1 and 0,04 kg, respectively. The irrigation was applied through an automated system of micro spray and the delivery of the water was controlled by valves placed conveniently in each treatment. The results showed a significant effect of the treatments on the soil water content where the T 50 plants showed a water deficit at 50 and 74 days after sowing (DAS), also the effect of the irrigation treatments on the growth variables was observed where significant differences were only found in the accumulation of dry mass of the aerial part, root and total of T 100 plants. The relative content of water decreased in plants T 100 although this did not influence to obtain higher results in dry mass production (t ha⁻¹).

RESUMEN. El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de dos tratamientos de riego en el contenido de humedad del suelo, variables del crecimiento y el rendimiento en el pasto Cayman (*Brachiaria híbrido*) cv CIAT BRO2/1752 cultivado en doble hilera en contenedores de hormigón de 1,56 m². Los tratamientos de riego, consistieron en aplicar el 50 y el 100 % de la Evapotranspiración estándar del cultivo (ETc), T 50 y T 100, respectivamente. Se realizó una fertilización de fondo antes de la siembra con fórmula completa NPK (9-13-17) y urea (46-0-0) aplicando a cada canaleta 0,1 y 0,04 kg, respectivamente. El riego se aplicó mediante un sistema automatizado de micro aspersión y la entrega del agua se controló mediante válvulas colocadas convenientemente en cada tratamiento. Los resultados mostraron un efecto importante de los tratamientos en el contenido hídrico del suelo donde las plantas T 50 mostraron un déficit hídrico a los 50 y 74 días después de la siembra (DDS), también hubo efecto de los tratamientos en las variables del crecimiento donde sólo se encontraron diferencias significativas (P<0,05) en la acumulación de masa seca de la parte aérea, raíz y total a favor de las plantas T 100. El contenido relativo de agua disminuyó para las plantas T 100 aunque esto no influyó para que se obtuvieran resultados superiores en la producción de masa seca (t ha⁻¹).

Key words: growth, irrigation, water use

Palabras clave: crecimiento, riego, uso del agua

INTRODUCCIÓN

La disponibilidad de forrajes de buena calidad, ha sido una de las principales limitaciones para que los trópicos; dadas sus características de ubicación y condiciones climáticas, se conviertan en zonas especializadas para la producción de carne y leche, mejorando así las condiciones de vida de los productores pecuarios. Una decisión del ganadero es elegir el pasto que mejor se adapte a las condiciones de su terreno, al manejo y finalidad zootécnica de su unidad productiva (1).

Los pastos del género *Brachiaria* son una opción para estudiar en parcelas de manera controlada y de esta forma, probar si son una alternativa potencial a recomendar para la ganadería tropical de la región.

Por otro lado, el agua es uno de los factores de mayor importancia en el desarrollo de las gramíneas, ya que esta constituye aproximadamente el 80 % de los tejidos de las plantas. Cuando se presentan bajas precipitaciones o la distribución de estas es irregular, se generan condiciones de déficit de agua en el suelo, que afectan negativamente las relaciones hídricas internas, lo cual limita la supervivencia de las especies (2).

Las gramíneas forrajeras al igual que muchas especies varían notablemente en su tolerancia a estrés

Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA). Gaveta postal No.1, San José de las Lajas. Mayabeque, Cuba. CP 32700
✉ rmartin@inca.edu.cu

por déficit hídrico. En algunos casos éstas experimentan cambios que le puedan permitir adaptarse o escapar a los efectos negativos ocasionados por el estrés hídrico (3). El pasto *Brachiaria híbrido* Cayman con un hábito de crecimiento macollado, produce abundantes estolones. Además, en condiciones de alta humedad, este pasto modifica su hábito de crecimiento y desarrolla, temprano en su ciclo de crecimiento, un gran número de tallos decumbentes, los cuales producen macollas y raíces en los nódulos, una característica similar a la de *Brachiaria humidicola*. Estas raíces superficiales sirven de sostén a la planta, absorben nutrientes y suministran oxígeno a la planta en condiciones adversas de drenaje deficiente (4).

Teniendo en cuenta lo antes planteado se desarrolló la investigación que tuvo como objetivo evaluar la respuesta de *Brachiaria híbrido* cv. CIAT bro2/1752 (pasto Cayman) al déficit hídrico en condiciones semicontroladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó en el área central del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) durante los meses de septiembre a diciembre 2016, para ello se sembraron 12 contenedores de hormigón de 2,60 m de largo por 0,60 m de ancho (1,56 m²) que contenían suelo Ferralítico Rojo Lixiviado (5). En cada contenedor se sembraron semillas de pasto Cayman (*Brachiaria híbrido* cv CIAT BR 02/1752) a chorrillo y dispuestas en dos hileras, con una separación entre ellas de 0,25 m.

Se realizó una fertilización de fondo con fórmula completa NPK (9-13-17) y urea (46-0-0) aplicando a cada contenedor 0,1 y 0,04 kg, respectivamente. El riego se aplicó mediante un sistema automatizado de micro aspersión y la entrega del agua se controló mediante válvulas colocadas en los laterales de cada tratamiento.

Se ensayaron dos variantes de riego (seis contenedores por tratamiento) distribuidos según un diseño experimental de bloques al azar con tres repeticiones. Los tratamientos de riego ensayados fueron:

T100, regado al 100 por ciento de la Evapotranspiración estándar del cultivo (ETc.).

T50, regado al 50 por ciento de la ETc.

La evapotranspiración del cultivo de referencia (ETo) se calculó utilizando una serie de datos de 27 años de una estación meteorológica cercana (aproximadamente a 200 m del experimento) y se empleó el método de FAO Penman-Monteith (6). La evapotranspiración estándar del cultivo (ETc.) se calculó mediante la siguiente ecuación:

$$ETc. = ETo * Kc. [1]$$

Donde:

ETc. Evapotranspiración del cultivo [mm d⁻¹],

Kc. Coeficiente del cultivo [adimensional],

ETo Evapotranspiración del cultivo de referencia [mm d⁻¹].

Los coeficientes de cultivo Kc empleados fueron los siguientes:

$$Kc. inicial = 0.30, Kc. medio = 0.75 \text{ y } Kc. final = 0.75$$

Durante el período de germinación y emergencia (primeros 10 días) el riego fue de 3 mm diarios en ambos tratamientos para garantizar un crecimiento inicial homogéneo. A partir de este momento el riego se aplicó según correspondió a cada tratamiento. Se consideró lluvia efectiva cuando ésta fue superior a 3 mm. Otras atenciones culturales (principalmente deshierbe manual) fueron realizadas por igual en ambos tratamientos.

Durante la conducción del experimento se registraron las temperaturas máximas, mínimas y media, procesándose los datos de las tres variables de forma decenal.

Se evaluó la humedad del suelo (%) semanalmente, mediante una sonda TDR (Reflectometría en Dominio del Tiempo) Field Scout TDR 100 System, Spectrum Technologies, Inc., en cada tratamiento se realizaron 30 mediciones (10 en cada contenedor) a 20 cm de profundidad. Además se determinó el contenido relativo de agua (CRA) en hojas jóvenes bien desarrolladas (7) tomando 9 hojas en cada tratamiento (3 plantas en cada contenedor), según el procedimiento de medición por gravimetría, usando la siguiente ecuación:

$$CRA (\%) = [(MF - MS) / (MT - MS)] \times 100$$

Dónde: MF- masa fresca, MS- masa seca, MT- masa turgente.

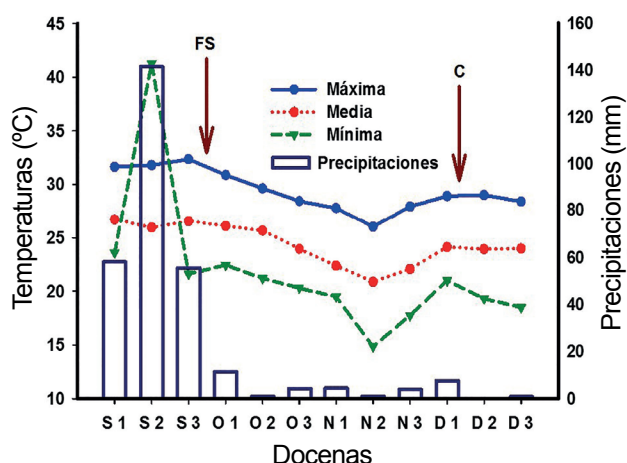
Se determinó el rendimiento de materia seca a los 30, 60 y 80 días después de la siembra (DDS), cosechando una muestra de seis plantas por tratamiento, se secaron en estufa de aire forzado a 75 °C durante 72 h, se registró su masa seca y con estos datos se determinó el rendimiento de materia seca de la parte aérea, raíz y total así como la relación parte masa seca aérea/masa seca raíz.

Para el procesamiento de los datos, la comparación de medias y el cálculo del intervalo de confianza se utilizó el Programa estadístico SPSS 19.0 para Windows y el SIGMA PLOT 11.0 para graficar los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Figura 1 se muestran las condiciones ambientales (temperaturas mínimas, media y máxima), así como las precipitaciones ocurridas durante el desarrollo del experimento.

El crecimiento y la productividad de los pastos está influida por las condiciones climáticas existentes,



Valores de temperatura del aire y precipitaciones decenales. Las flechas indican fecha de siembra (FS) y cosecha (C). 1, 2 y 3, son las decenas

Figura 1. Condiciones ambientales en el período experimental en el INCA, San José de las Lajas, Mayabeque

principalmente por la distribución anual de las lluvias, que unido a otros factores del medio ambiente y de manejo, repercuten en que estos no reflejen totalmente su potencialidad productiva y nutritiva (8). También se ven afectados los procesos bioquímicos o fisiológicos básicos relacionados con la síntesis, transporte y degradación de sustancias en la plantas, por el grado de relación que éstas poseen con la cinética de las reacciones bioquímicas y el mantenimiento de la integridad de las membranas (9).

No todas las especies de pastos tienen el mismo valor óptimo de temperatura. Así informaron que en las gramíneas tropicales (9), el óptimo fotosintético se encuentra entre los 35 – 39 °C con una alta sensibilidad a las bajas temperaturas, cuyos efectos negativos en el crecimiento ocurren entre los 0 y 15 °C y en algunas especies a los 20 °C, lo cual está dado por la baja conversión de azúcares en los tejidos de las plantas, producto de una disminución en los procesos de biosíntesis y por un déficit energético producido por una reducción en la tasa respiratoria.

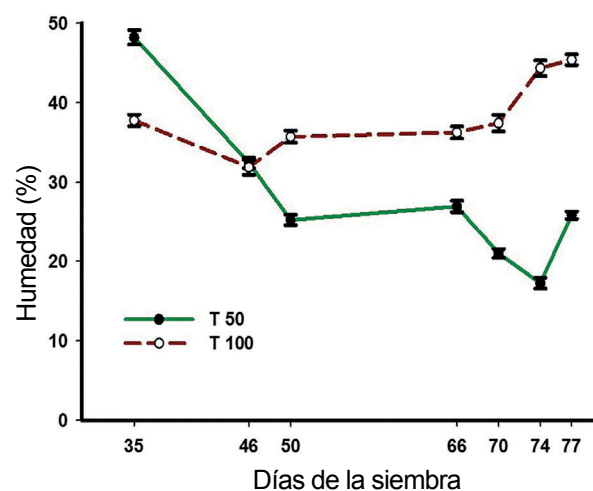
Como se observa, las temperaturas se encuentran por debajo de lo planteado anteriormente con una media de alrededor de los 25 °C, lo cual parece indicar que no es un elemento limitante en este caso. Resultados similares se han obtenido en el crecimiento del *Pennisetum purpureum* sp (10) y en *Cynodon dactylon* (11) los cuales mostraron su crecimiento máximo en el período de mayo a octubre. También en trabajos realizados (12) se plantea que las especies forrajeras que se conocen en Cuba crecen a temperatura media anual entre 20 y 30 °C, lo que les permite tener un amplio rango de adaptación en todo el territorio. Además, se plantea en el uso creciente del género *Brachiaria*, como es el caso del pasto Cayman se debe

a que posee mejores características agronómicas, mayor adaptación y resistencia a diversos factores abióticos (anegamiento y sequía), ataques de hongos, plagas y simultáneamente seleccionado para mayor producción de biomasa y mejor calidad nutricional (13,14).

En el caso de las precipitaciones a pesar de ser escasas (por debajo de los 5 mm), no limitaron el desarrollo del cultivo ya que se establecieron dos tratamientos en los que se regaba al 50 y al 100 % de la ETc.

El efecto de las precipitaciones relacionadas con el crecimiento y la calidad de los pastos dependen de múltiples factores que están asociados al ambiente, al suelo y la especie de planta (15). En este sentido, se ha señalado en la literatura que (8), el crecimiento de los pastos es una función de la humedad disponible en el suelo y que ésta a su vez varía en dependencia de la cantidad y distribución de las precipitaciones, de la estructura y pendiente de los suelos, de los valores de radiación y temperatura, así como del área cubierta por la vegetación (9).

En la Figura 2 se muestra el comportamiento de la humedad del suelo en ambos tratamientos. En T100 la humedad del suelo se mantuvo en la mayor parte del período experimental entre 30 y 40 % y al final (74 y 77 DDS) se incrementó por encima del 40 %, mientras que en T50 entre los 35 y 50 DDS la humedad descendió desde alrededor del 50 % hasta aproximadamente un 25 %, sin embargo, entre los 50 y los 66 DDS se mantuvo entre un 20 y 30 % por lo que se evidencia que las plantas de T 50 a los 70 y 74 DDS estuvieron sujetas a estrés hídrico severo.



Las barras sobre los valores medios representan el intervalo de confianza de las medias, $\alpha = 0,5$

Figura 2. Variación estacional del contenido de agua del suelo en ambos tratamientos T 50 y T 100 a 20 cm de profundidad

Resultados similares en cuanto a las variaciones de la humedad del suelo se encontraron en el cultivo del trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivar INCA TH 4 al estudiar la respuesta fisiológica a la deficiencia hídrica del suelo (16).

Los indicadores del crecimiento evaluados en los distintos momentos del ciclo del cultivo se presentan en la Tabla, donde se muestra que tanto a los 60, como a los 80 DDS no se encontraron diferencias significativas ($P < 0,05$) en ninguna de estas variables entre las plantas de los dos tratamientos, aunque en general los valores fueron ligeramente superiores en las plantas bien regadas (T 100). A los 30 DDS, solamente se presentaron diferencias estadísticamente significativas en la acumulación de masa seca de la parte aérea, raíz y total a favor de las plantas de T 100.

Tabla. Efecto de los tratamientos de riego en variables del crecimiento a los 30, 60 y 80 DDS

Tratamiento	Masa Seca Parte Aérea g	Masa Seca Raíz g	Masa Seca Total g	Relación MS PA/ MS Raíz
30 DDS				
T 50	0,500	0,121	0,621	4
T 100	1,277	0,309	1,586	4
ESx	0,127*	0,038*	0,156*	0,494ns
60 DDS				
T 50	3,182	0,928	4,110	4
T 100	2,344	0,678	3,022	3
ESx	0,437ns	0,196ns	0,618ns	0,496ns
80 DDS				
T 50	3,165	0,913	4,078	4
T 100	4,480	1,322	5,802	3
ESx	0,504ns	0,167ns	0,615ns	0,871ns

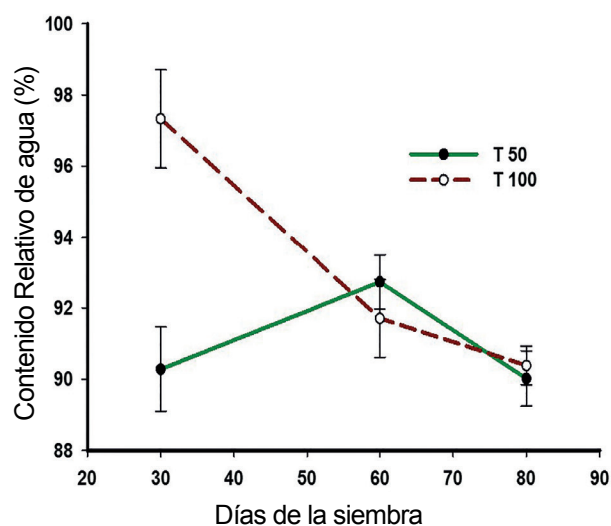
Media de seis plantas. ESx, es el error estándar de las medias, n. s. indica que no hay diferencias significativas y un asterisco indica que la significación fue al $p = 0,05$ %

En general, puede resumirse que los tratamientos de riego prácticamente no ejercieron efecto alguno en las variables del crecimiento de las plantas evaluadas, pues solo se encontraron diferencias significativas en la acumulación de biomasa seca de la parte aérea, raíz y total a los 30 DDS, respectivamente y siempre a favor de las plantas de T 100. Sin embargo, a los 60 y 80 DDS evaluados no se encontraron diferencias estadísticamente significativas, comportamiento que puede estar asociado a que en ambos tratamientos prácticamente tuvieron hasta los primeros 66 DDS un suministro hídrico suficiente para permitir a las plantas mantener niveles adecuados de acumulación de biomasa seca, además de las precipitaciones ocurridas momentos antes de la siembra (Figura 1).

El contenido relativo de agua (CRA) es la expresión más usada para medir el nivel de agua de un tejido. Es la medida del contenido de agua respecto al total que este puede almacenar; se expresa como porcentaje y permite conocer el estado hídrico de la planta.

Existe abundante información sobre el contenido de agua de gramíneas nativas y exóticas, un atributo calculado comúnmente como subproducto de la estimación de materia seca para estudios de rendimiento de biomasa (17).

En la Figura 3 se muestra el contenido relativo de agua (CRA) en los tratamientos evaluados donde se puede apreciar que las plantas de T 50 experimentaron un aumento del mismo alrededor de los 60 días disminuyendo al final del ciclo, sin embargo, las plantas bien regadas de T 100 disminuyeron el CRA desde el inicio.

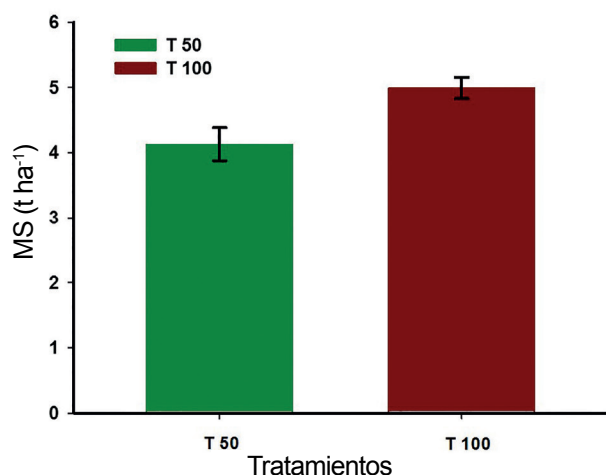


Las barras sobre los valores medios representan el intervalo de confianza de las medias, $\alpha = 0,5$

Figura 3. Contenido relativo de agua (%) en ambos tratamientos T 50 y T 100

La condición del déficit de humedad del suelo presente en las plantas T 50 (Figura 1), limitó el potencial de producción de materia seca (Figura 4). Esta baja disponibilidad de humedad genera que las plantas no expresen su potencial productivo, en este caso, en la producción de MS. Esto se demostró en un trabajo semejante pero en alfalfa (*Medicago sativa*) realizado en 46 condiciones ambientales diferentes (18), donde se observó que cuando las variedades crecieron en condiciones limitantes de humedad del suelo, mostraron entre sí muy poca variación en producción de MS, que cuando se desarrollaban en condiciones favorables de humedad.

Resultados similares se obtuvieron en un ensayo donde se utilizó este mismo cultivar para estimar la producción de forraje acumulada cada diez semanas en el período lluvioso en Oaxaca – México (19).



Las barras sobre los valores medios representan el intervalo de confianza de las medias, $\alpha = 0.5$

Figura 4. Efecto de los tratamientos de riego T 50 y T 100 en la producción de materia seca (MS) (t ha⁻¹)

CONCLUSIONES

A modo de conclusiones se puede plantear que las plantas del cultivar CIAT BR02/1752 del pasto Cayman para alcanzar un desarrollo, rendimiento y hacer un uso eficiente del agua, no necesariamente requieren de suministros excesivos de agua, pero sí de un buen manejo.

BIBLIOGRAFÍA

- Rojas-Hernández S, Olivares-Pérez J, Jiménez-Guillén R, Gutiérrez-Segura I, Avilés-Nova F. Producción de materia seca y componentes morfológicos de cuatro cultivares de *Brachiaria* en el trópico. *Avances en investigación agropecuaria*. 2011;15(1):3-8.
- Mattos JLS de, Gomide JA, Martínez y Huaman CA. Effect of water deficit on the growth of *Brachiaria* species in greenhouse. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 2005;34(3):746-54.
- Atencio LM, Mejía S, Torres JC. Comportamiento fisiológico de gramíneas forrajeras bajo tres niveles de humedad en condiciones de casa malla. *Temas Agrarios*. 2014;19(2):244-58.
- CIAT. Tropical seeds [Internet]. 2011 [citado 26 de marzo de 2018]. Disponible en: <http://www.tropseeds.com/es/cayman/>
- Hernández JA, Pérez JJM, Bosch ID, Castro SN. Clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA. 2015.
- Allen RG, Pereira LS, Raes D, Smith M. Evapotranspiración del cultivo: guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos. Vol. 56. Roma: Food & Agriculture Org.; 2006. 328 p.
- Quintana-Escobar AO, Iracheta-Donjuan L, Méndez-López I, Alonso-Báez M. Caracterización de genotipos élite de *Coffea canephora* por su tolerancia a sequía. *Agronomía Mesoamericana*. 2017;28(1):183-98.
- Vega Espinosa M, Ramírez De la Ribera J, Leonard Acosta I, Igarza A. Rendimiento, caracterización química y digestibilidad del pasto *Brachiaria decumbens* en las actuales condiciones edafoclimáticas del Valle del Cauto. *Revista electrónica de Veterinaria REDVET*. 2006;7(5).
- Rodríguez PDP. Bases ecofisiológicas para el manejo de los pastos tropicales. *Pastos*. 2011;32(2):109-37.
- Cóndor Panchi LS. Relación de los factores climáticos y la edad con el rendimiento y calidad del *Pennisetum purpureum* cv CT 169 en la Provincia de Granma-Cuba [Internet] [Master Thesis]. [Ecuador]: Universidad Técnica de Cotopaxi; 2012 [citado 26 de marzo de 2018]. Disponible en: <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/684>
- Del Pozo PP, Herrera RS, García M, Cruz AM, Romero A. Análisis del crecimiento y desarrollo del pasto estrella con y sin adición de fertilizante nitrogenado. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*. 2001;35(1):51-8.
- Mena M. Pastos y forrajes. 2015 [citado 26 de marzo de 2018]; Disponible en: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/70087>
- Mitre J DA, Matamoros I, Cuestas H, David K, Zelaya G. Implementación de un sistema de pastoreo rotacional intensivo con suplementación de precisión para la producción de leche con vacas Jersey. 2015 [citado 26 de abril de 2018]; Disponible en: <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/4604>
- Vendramini JM, Sollenberger LE, Soares AB, da Silva WL, Sanchez JM, Valente AL, et al. Harvest frequency affects herbage accumulation and nutritive value of *brachiaria* grass hybrids in Florida. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*. 2014;2(2):197-206.
- Velasco SM, Quila NJV, Teran VF. Ganadería eco-eficiente y la adaptación al cambio climático. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial: BSAA*. 2016;14(1):135-44.
- Dell Amico JM, Martín-Martin R, Jerez-Mompie EI, Morales-Guevara D, Plana-Llerena R. Respuesta fisiológica del trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivar INCA TH 4 al déficit hídrico. *Cultivos Tropicales*. 2016;37(3):94-102.
- Kunst C, Ledesma R, Bravo S, Defossé G, Godoy J, Navarrete V, et al. Dinámica del contenido de humedad de pastos y su relación con la ecología del fuego en región chaqueña occidental (Argentina). *RIA. Revista de investigaciones agropecuarias*. 2015;41(1):83-93.
- Aguilar EDB, Huyghe C. Crecimiento y distribución de la materia seca entre órganos vegetativos y reproductores en alfalfa. *Agricultura Técnica en México*. 2005;31(1):65-72.

19. Pizarro EA. Un nuevo híbrido para el mundo tropical-Brachiaria híbrida cv. CIAT BR02/1752" Cayman". Pasturas de América. [Internet]. [citado 26 de marzo de 2018]; Disponible en: <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=catalco.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=081237>

Recibido: 16 de junio de 2017

Aceptado: 26 de diciembre de 2017

