

Eficiencia de uso de radiación de un pastizal natural con disponibilidad diferencial de agua y nutrientes en la época estival

Radiation use efficiency of natural grasslands under different water and nitrogen availability during the warm-season

Colabelli, M.R.¹; Agnusdei, M.G.²

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, UNMdP, Argentina. Email: mcolabelli@balcarce.inta.gov.ar

² EEA Balcarce, INTA, Argentina. Email: magnusdei@balcarce.inta.gov.ar

Resúmen

Se comparó la eficiencia de uso de la radiación (EUR) de un pastizal natural de la pampa Deprimida (Argentina) en dos condiciones de disponibilidad hídrica (natural y no limitante) y nitrogenada (natural y no limitante) durante dos rebrotes primavera-estivales. La acumulación de forraje se triplicó en condiciones potenciales de disponibilidad hídrica y nitrogenada (NA) respecto de las condiciones naturales de ambos factores (T). Los tratamientos carenciados en uno u otro recurso presentaron valores intermedios entre la situación potencial y natural. El tratamiento NA superó el 90% de intercepción de radiación (RI) en ambos rebrotes, mientras que T no pudo superar el 70%. NA presentó valores de EUR de 1,55 y 1,64 para el primer y segundo rebrote, respectivamente. T presentó menor EUR que NA (56%). La fertilización nitrogenada o el riego incrementaron la acumulación de forraje, la RI y la EUR en relación al tratamiento T. Si bien las diferencias entre el tratamiento A y N no pudieron ser detectadas como significativas, en ambos rebrotes se observó que el tratamiento A tuvo valores más altos que N en las variables evaluadas.

Palabras claves: pastizal natural, pampa Deprimida, eficiencia de uso de radiación, nitrógeno, estrés hídrico

Abstract

This experiment was conducted in a natural grassland of the Pampa region (Argentina) to compare their radiation use efficiency (EUR) under natural and non-limiting water (A) and nitrogen (N) condition in two regrowth during warm season. The forage accumulation was three-fold higher in potential nitrogen and water condition (NA) in respect to the natural condition (T). N or the A deficit showed intermediate values between natural and potential conditions. NA exceeded 90% of radiation intercepted (RI) in the two regrowths while T lower than 70%. EUR values were 1,55 and 1,64 for first and second regrowths, respectively. EUR of T was lower than NA (56%). Nitrogen or water supplies incremented the forage accumulation, RI and EUR in comparison with T. Although the differences between A and N were not significative, treatment A presented higher values than T in the evaluated variables.

Keywords: grasslands, Pampa regions, radiation use efficiency, water deficit, nitrogen

Introducción

Los pastizales naturales de la Pampa deprimida están sometidos a condiciones de déficit hídrico en el período de fines de primavera-medios de verano, época del año en que las condiciones de temperatura favorecen la mineralización de la materia orgánica del suelo, y en la que se verifica un incremento en la disponibilidad de formas asimilables de N (Echeverría y Bergonzi, 1995).

Numerosos experimentos han demostrado que existe una interacción positiva entre el déficit hídrico edáfico y el déficit de nutrición nitrogenada, sin embargo la magnitud de esta interacción puede diferir entre especies (Lemaire y Denoix, 1987). En los pastizales mencionados, durante la estación cálida del año coexisten gramíneas C3, C4 y leguminosas. Tal escenario determinaría que la productividad y la distribución estacional del crecimiento se modifique en función de los recursos disponibles y del grupo de especies que se adelante en la captura de dichos recursos. En este contexto, no existen trabajos locales que cuantifiquen el efecto de la disponibilidad hídrica y nitrogenada sobre la acumulación de forraje de los pastizales.

El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto combinado de la disponibilidad de agua y de nitrógeno sobre el crecimiento de un pastizal natural de la Pampa Deprimida para el período de fines de primavera y verano.

Materiales y Métodos

La experimentación fue conducida en un pastizal típico de pampa Deprimida, Argentina (37°45'S; 58°18'W). El sitio experimental presentó un mosaico de suelos predominando Natracuoles típicos, Hapludoles tauto-nátricos y Natracualfes. La vegetación correspondió a un pastizal de comunidad "B" (León, 1975) para el área Castelli-Pila, caracterizado por la asociación de *Piptochaetium montevidensis*, *Ambrosia tenuifolia* y *Mentha pulegium*, ubicado en posiciones topográficas intermedias en el paisaje.

El período experimental incluyó dos rebrotes, el primero entre el 24/11/97 y 23/01/98 y el segundo entre el 23/01/98 y el 26/03/98.

La temperatura media del aire y la radiación incidente fue medida en la Estación Experimental INTA Balcarce, situada aproximadamente a 20 km del pastizal bajo estudio, mientras que las precipitaciones fueron registradas en el mismo sitio experimental. La temperatura media del aire fue de 17,8 y 18,4°C para el primer y segundo rebrote, respectivamente, en tanto que la radiación incidente promedio fue de $20,4 \pm 5,9 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ para el primer rebrote y de $17,8 \pm 4,7 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ para el segundo. Las precipitaciones fueron de 150 y de 79 mm en el primer y segundo rebrote.

El análisis de suelo indicó valores de 6,4 de pH y 56 g.kg⁻¹ de MO en el horizonte superficial. Al inicio del experimento todas las parcelas recibieron 50 kg de P.ha⁻¹ para asegurar que el fósforo no limite el crecimiento.

Los tratamientos fueron dos disponibilidades de agua (natural y no limitante, regado tres veces por semana); y dos niveles de nitrógeno (natural y no limitante). En el primer rebrote, el tratamiento N no limitante recibió 400 kg N.ha⁻¹ mientras que en el segundo, 200 kg N.ha⁻¹. Así, los tratamientos generados fueron 4: 1) no limitante de agua y nitrógeno (NA); regado y nitrógeno natural (A); agua natural y fertilizado (N) y condiciones naturales de agua y nitrógeno (T).

Se utilizó el diseño de Parcela Dividida con 2 repeticiones. El tamaño de la unidad experimental fue de 1,5 m de ancho y 4 m de largo.

Se realizaron las siguientes mediciones: 1) acumulación de forraje: se evaluó a través de cortes en secuencia a ras de suelo de 1 m central de la parcela. Se realizaron 5 cortes desfasados en el tiempo de 2 parcelas por fecha. Para el primer rebrote, los mismos se realizaron el 22/12, 30/12, 7/01, 14/01 y 23/01, correspondientes a 28, 36, 44, 51 y 60 días de rebrote; mientras que para el segundo rebrote, los cortes se realizaron el 4, 12, 18 y 26/03, correspondiendo a los 40, 48, 54 y 62 días de rebrote; 2) Intercepción de radiación (RI): se registró la radiación incidente sobre el canopeo y a nivel del suelo con un solarímetro (DeltaT-Devices Ltd., UK), entre las 11:30 y las 13:00 hs. en tres oportunidades durante cada rebrote. El porcentaje de radiación interceptada (%RI) se calculó como el cociente entre el valor registrado a nivel del suelo y sobre el canopeo. La cantidad de radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi) por el canopeo se calculó a partir del producto entre %RI y radiación solar incidente ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$) afectada por el coeficiente 0,48 (eficiencia de intercepción de la cubierta vegetal). La RFAi acumulada se calculó como la sumatoria de los valores diarios desde la fecha del corte inicial hasta la fecha del último corte; 3) Eficiencia de uso de la radiación (EUR): se estimó a partir de la pendiente de la regresión lineal forzada por el origen de biomasa acumulada-RFAi acumulada (Goose *et al.*, 1986); 4) proporción de gramíneas C3, C4 y leguminosas: se extrajo una alícuota del material cosechado; en laboratorio se separó en los componentes señalados y se secó hasta peso constante.

La información fue analizada a través de análisis de varianza (procedimiento GLM, SAS), y las medias fueron comparadas por la prueba de Tukey ($p < 0.05$). Las pendientes de las regresiones lineales fueron comparadas por mediante utilización de variables Dummy.

Resultados y Discusión

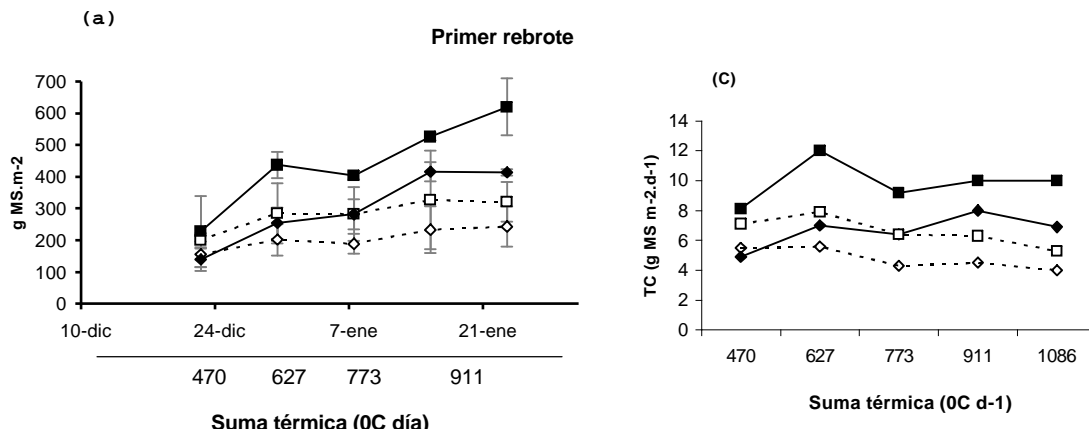
La acumulación total de forraje fue de 2,5 (primer rebrote) a 3 (segundo rebrote) veces superior en condiciones potenciales de disponibilidad hídrica y nitrogenada respecto de las condiciones naturales de ambos factores (Tabla 1). Los tratamientos carenciados en uno u otro recurso presentaron valores intermedios entre la situación potencial y natural.

Tabla 1. Acumulación de forraje ($\text{kg MS}\cdot\text{ha}^{-1}$) de un pastizal natural con diferente disponibilidad de agua y nitrógeno en dos períodos de rebrote estival

	Primer rebrote	Segundo rebrote
NA	6200 a	5585 a
A	4143 ab	3691ab
N	3211 bc	3061ab
T	2432 c	1859 b

Comparación entre tratamientos. Letras iguales no difieren ($p < 0,05$)

La magnitud de las diferencias revela que la disponibilidad de agua y de N en el suelo fueron factores limitantes para la producción estival de forraje. Este efecto puede ser atribuido a que tasas de crecimiento del tratamiento regado y fertilizado se mantuvieron altas, mientras que en la condición natural fueron menores que las anteriores y tendieron a disminuir con el transcurso del rebrote (Figura 1b y 1d). Este efecto se tradujo en acumulaciones sostenidas del tratamiento regado y fertilizado y acumulaciones menores y estables en la condición natural (Figura 1a y 1b).



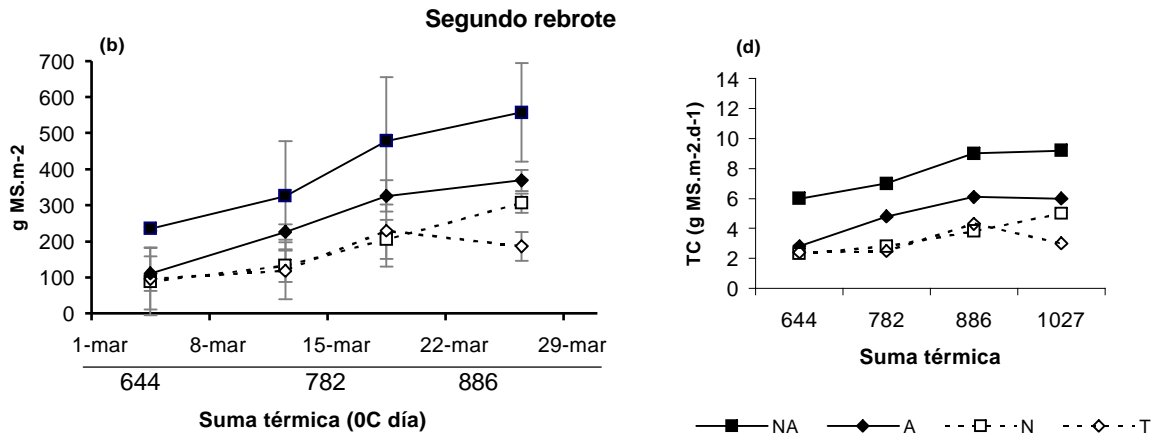


Figura 1. Evolución de la acumulación de forraje (a,b) y de las tasas de crecimiento (c,d) de un pastizal natural con diferente disponibilidad de agua y nitrógeno en dos períodos de rebrote estival.

La disponibilidad de agua y N incrementaron el %RI (Figura 2). Los máximos valores de %RI se alcanzaron para todos los tratamientos alrededor de los 50 días de su inicio en el primer rebrote y de los 60 días en el segundo.

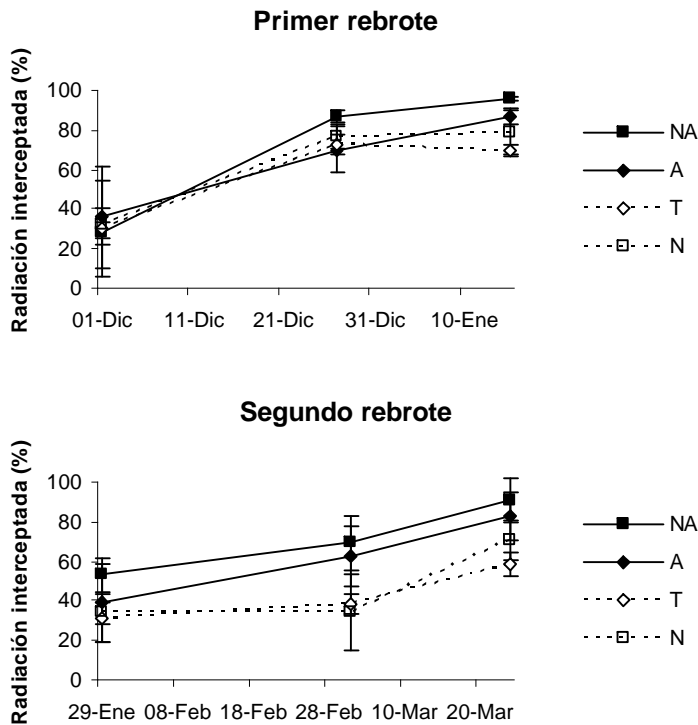


Figura 2. Intercepción de la radiación en un pastizal natural bajo diferentes niveles de disponibilidad hídrica y de nitrogenada en dos períodos de rebrote estival

Barras sobre los valores medios indican el Desvío Estándar de la Media

El mayor %RI de las cubiertas regadas y fertilizadas respecto del tratamiento en condición natural puede ser explicada por el efecto positivo de ambos factores sobre la expansión del área foliar. En el primer rebrote, todos los tratamientos tuvieron similar %RI hasta transcurrido 1 mes de rebrote, a partir allí los tratamientos regados

siguieron incrementando el %RI mientras que aquellos en condiciones naturales de agua se estabilizaron en los valores alcanzados hasta ese momento. Este comportamiento se reflejó en la acumulación de forraje (Figura 1a) en la que se observó similares valores de acumulación en el primer mes y las diferencias descriptas mas allá de ese valor. En el segundo rebrote, los tratamientos regados tuvieron mayor %RI hasta el final del rebrote, reflejando la misma tendencia que la acumulación de forraje (Figura 1d). N y A alcanzaron valores similares de %RI al final del rebrote y ello se tradujo en similar acumulación de forraje. T no pudo superar niveles subcríticos, próximos al 70% de RI en ambos períodos de rebrote.

Las diferencias en biomasa acumulada y en %RI pueden analizarse en forma integrada mediante el modelo de Monteith (1977) presentado en la Figura 3. En ésta se presentan los ajustes lineales entre la cantidad de MJ de radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi) y biomasa aérea de forraje acumulada forzados por el origen. En ambos períodos de rebrote, la EUR (pendiente de la relación) fue superior ($p < 0,05$) en el tratamiento NA que en el resto, y menor en el tratamiento T. El tratamiento A no difirió de N, y ambos tuvieron mayor EUR que T.

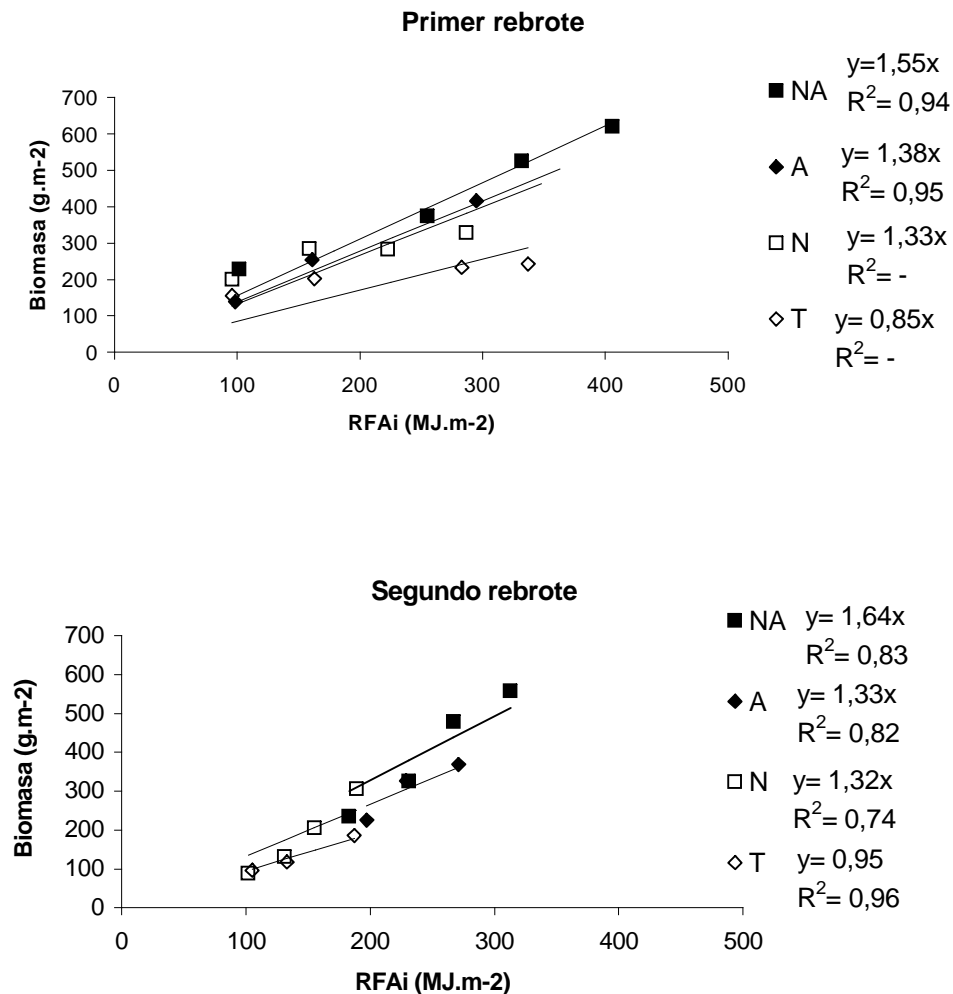


Figura 3. Eficiencia de uso de la radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAi) en un pastizal natural bajo diferentes niveles de disponibilidad hídrica y nitrogenada en dos períodos de rebrote estival

Los valores de EUR del tratamiento no limitante (1,55 y 1,64 para el primer y segundo rebrote, respectivamente), son superiores e inferiores a los informados para leguminosas y gramíneas C4, respectivamente (Gosse *et al.*, 1986) y levemente inferiores que los hallados para cubiertas simples de gramíneas C3 en el período estival

(Belanger *et al.*, 1994). La mayor proporción de gramíneas C3 en el primer rebrote y de C4 en el segundo (Tabla 2) podrían explicar las diferencias de EUR entre ambos rebrotes.

Tabla 2. Proporción de especies leguminosas, gramíneas C3 y gramíneas C4 en un pastizal natural bajo diferente disponibilidad de agua y nitrógeno durante el período estival.

	Leguminosas (%)	Gramíneas C3 (%)	Gramíneas C4 (%)
Primer rebrote			
NA	24,7 a	48,7 a	10,9 a
A	68,8 c	20,4 b	4,4 a
N	44,8 b	23,1 b	14,4 a
T	65,5 c	22,6 b	7,9 a
Segundo rebrote			
NA	8,2 b	33,4 a	58,3 a
A	69,3 c	22,3 b	8,3 b
N	60,7 b	36,7 b	2,4 b
T	67,7 c	26,3 b	11,9 b

Comparación dentro de cada grupo florístico. Letras iguales no difieren ($p < 0,05$)

Respecto de la condición no limitante, el tratamiento T presentó en promedio para ambos rebrotes menor eficiencia de RI (80%) y menor EUR (56%).

La menor RI y EUR es una respuesta común y esperable para cubiertas que crecen en condiciones limitantes de recursos durante un período de rebrote. Sin embargo, la cuantificación de este trabajo revela que la EUR fue el parámetro más sensible frente a la limitación hídrica y nitrogenada. Este comportamiento podría estar explicado por un incremento de la eficiencia fotosintética de las plantas, menores pérdidas por respiración o por una menor proporción de asimilados exportados hacia el sistema radical.

La fertilización nitrogenada o el riego suplementario incrementaron la acumulación de forraje y la captación de la radiación incidente, así como la EUR en relación al tratamiento en condiciones naturales de ambos factores. Si bien las diferencias entre el tratamiento A y N no pudieron ser detectadas como significativas, en ambos rebrotes se observó que el tratamiento A tuvo valores más altos que el tratamiento N en términos de biomasa acumulada, intercepción de radiación y EUR. Estos resultados pueden interpretarse como una menor restricción edáfica del factor N que A, y ser atribuidos a que en este período del año se obtienen las máximas tasas de mineralización de la materia orgánica del suelo en la región (Echeverría y Bergonzi, 1995), y condiciones de balance hídrico menos favorable para el crecimiento.

Conclusiones

Bajo condiciones no limitantes de agua y nitrógeno, el pastizal natural triplicó la acumulación de forraje respecto de la condición natural de ambos factores durante el período primavero-estival. Esta respuesta pudo ser explicada a partir de que dicha cubierta interceptó más radiación y la utilizó con mayor eficiencia en la construcción de biomasa aérea. Además, este tratamiento alteró drásticamente la composición florística, disminuyendo la proporción de leguminosas en ambos rebrotes y modificando la proporción de gramíneas C3-C4.

Literatura citada

Belanger, G., F.Gastal and F.R.Warembourg. 1994. Carbon balance of tall fescue: effect of nitrogen fertilization and the growing season. *Ann.Bot.* 74:653-659.

Echeverria, H.E. y R.Bergonzi. 1995. Estimación de la mineralización de nitrógeno en suelos del sudeste bonaerense. CERBAS. INTA, EEA Balcarce. Boletín técnico 135. 15p.

Gosse, G., C.Varlet-Grancher, R.Bonhomme, M.Chartier, J.M.Allirand and G.Lemaire. 1986. Production maximale de matiere seche et rayonnement solaire intercepté par un couvert vegetal. *Agronomie* 6:47-56.

Lemaire, G. and A.Denoix. 1987. Croissance estivale en matiere seche de peuplements de fétuque élevée (*Festuca arundinacea* Scrb.) et de dactyle (*Dactylis glomerata* L.) dans l'ouest de la France. II. Interaction entre les niveaux d'alimentation hydrique et de nutrition azotée. *Agronomy* 7: 381-389.

León, R.J.C. (1975). Las comunidades herbáceas de la región Castelli – Pila. *Comisión de Investigaciones Científicas*, La Plata (Arg.) Monografía N° 5 p. 75-107.

Monteith, J.L. 1977. Climate and the efficiency of crop production. *In: Britain.Phil.Trans.R.Soc.Lond.*, 281:277-294.