



Paraná, viernes 07 de diciembre de 2009

Di Nucci de Bedendo E.,
Valentinuz O.,
Firpo M.V. *
Martínez, M. del H. *

* FCA-UNER

Introducción

Las pasturas base alfalfa y sus asociaciones constituyen un recurso forrajero estratégico en los sistemas de producción de leche y carne de Entre Ríos. Durante los últimos años la alfalfa ha incrementado su participación en las pasturas aportando calidad y mejorando la distribución de forraje de las mismas.

La producción de una pastura está condicionada principalmente por factores climáticos, tales como radiación incidente, temperatura, lluvias y edáficos, especialmente aquellos que limitan el desarrollo y/o funcionalidad del sistema radical. El rendimiento potencial de la alfalfa en muchas zonas del país se logra cuando la disponibilidad de agua para el cultivo es suficiente para cubrir la demanda atmosférica y no se producen períodos de estrés hídrico (Collino, 2008). Spada (1998 y 2002) cita producciones máximas de forraje de 31 t MS ha⁻¹ año⁻¹ en Rafaela, 29 t MS ha⁻¹ año⁻¹ en Hilario Ascasubi, 28 t MS ha⁻¹ año⁻¹ en Pergamino y 20 t MS ha⁻¹ año⁻¹ en Balcarce. El rendimiento de forraje promedio anual de alfalfa sin riego en suelos Argiudoles de Entre Ríos es de 10 t MS ha⁻¹, con máximos y mínimos de 18 y 6 t MS ha⁻¹ tanto para alfalfas con reposo moderado como sin reposo invernal (Di Nucci y Valentinuz, 2008).

La alfalfa tiene un elevado consumo de agua que varía, tanto diaria como estacionalmente, de acuerdo a la demanda evaporativa de la atmósfera y al estado fenológico del cultivo (Roca da Cunha *et al.*, 1994). Se han registrado consumos de agua de 1630 mm año⁻¹ en el norte de Buenos Aires (Totis y Coca, 1998) y 1464 mm año⁻¹ en Córdoba (López *et al.*, 1997). Las variaciones entre localidades en el consumo potencial anual de agua del cultivo se deben a las diferencias en la demanda atmosférica.

La eficiencia en el uso del agua (EUA) presenta variaciones a lo largo del año. Se han registrado variaciones entre 12,9 y 25,4 kg mm⁻¹ (López *et al.*, 1997), 9,0 y 25,4 kg mm⁻¹ (Collino *et al.*, 2005) para otoño y primavera, respectivamente. Estas variaciones se atribuirían al diferente grado de sequedad del aire y la temperatura a lo largo del año que modifica la demanda transpiratoria de la alfalfa (Collino *et al.*, 2007).

El valor normal anual de precipitación en el oeste de Entre Ríos es de 1024,3 mm (Saluso, 2007). Esto indica que aproximadamente un 68% de la demanda de agua de la alfalfa estaría cubierta por las precipitaciones. Adicionalmente, el patrón de distribución de las precipitaciones establece como los períodos más críticos la salida del invierno, primavera y verano. La ocurrencia de déficit de agua en diferentes estaciones y años explicaría las variaciones en la producción de forraje.

El objetivo de este trabajo fue comparar el crecimiento estacional (primavera y verano) de alfalfa en condiciones potenciales (sin limitaciones hídricas y nutricionales) y naturales de producción.

Materiales y Métodos

El ensayo se condujo en la EEA Paraná del INTA (31° 50' S, 60° 31' O, 110,5 msnm), sobre un suelo Argiudol ácuico Serie Tezanos Pinto con un contenido de 37,1 ppm de fósforo extraíble, durante la primavera 2008 y verano 2009.

En junio de 2008 se sembraron 20 kg/ha de semilla viable, inoculada y peleteada de alfalfa cultivar Bárbara SP INTA (GR 9) en líneas distanciadas a 17,5 cm. Se utilizó un diseño en bloques completos al azar (n=3), con arreglo de parcelas divididas. Se asignó a la parcela principal la condición hídrica: condición natural (CN) y potencial (CP) aplicando riego para cubrir el 60% de agua útil y a la subparcela los niveles de nitrógeno (0 y 200 kg N ha⁻¹) aplicados al inicio de las evaluaciones de primavera (2/11 al 3/12/08) y verano (30/12/08 al 26/01/09).

En cada estación se realizaron cuatro muestreos considerando la acumulación de tiempo termal, a partir de una temperatura base de 5 °C, aproximadamente a los 100, 200, 350 y 500 °C día. En cada muestreo se registró: a) la biomasa aérea acumulada (BA, g m⁻²) dejando un remanente de 5 cm; b) el índice de área foliar (IAF) en base al área foliar específica calculada sobre una muestra mayor a 200 cm² por parcela; c) la radiación global incidente (RG, Mj m⁻²), obtenida en el observatorio agrometeorológico ubicado en las proximidades del ensayo; d) el porcentaje de RFA interceptada (RFAint) utilizando un sensor lineal, mediante una lectura sobre el canopeo (I_o) y cinco debajo del mismo (I), calculándose como 100*(I_o - I)/I_o; e) La cantidad de RFA interceptada acumulada (RFAint, Mj m⁻²), estimada a partir de la interpolación lineal entre dos mediciones consecutivas de intercepción y acumulando los valores diarios; f) La eficiencia de uso de la radiación (EUR) calculada como el cociente entre la acumulación de BA en un periodo y la RFA interceptada acumulada en el mismo periodo (Cirilo y Andrade, 1994).

Los datos se procesaron por ANVA y análisis de regresión lineal simple (a=0,05). Las medias se compararon mediante la prueba de comparación múltiple de Tukey (a=0,05).

Resultados

Durante el período comprendido entre el 2/11 al 26/01/09 se registraron 166 mm, 180 mm menos que los valores normales. Si bien el balance hídrico-climático fue negativo durante las dos estaciones estudiadas, las deficiencias fueron más acentuadas durante diciembre/2008 y enero/2009 (Figura 1). Las temperaturas medias registradas durante el período comprendido entre septiembre y enero fueron superiores a la media histórica y las lluvias medias mensuales fueron inferiores a la media histórica (Figura 2).

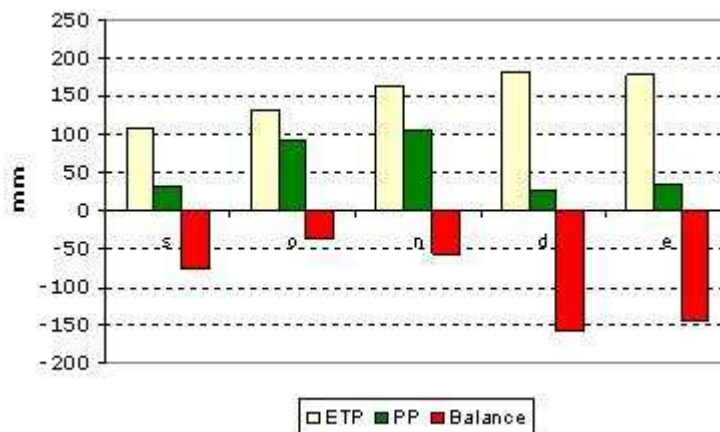


Figura 1. Balance hídrico-climático durante los meses de septiembre a enero 2008/09 (Fuente: Observatorio Agrometeorológico de la EEA Paraná).

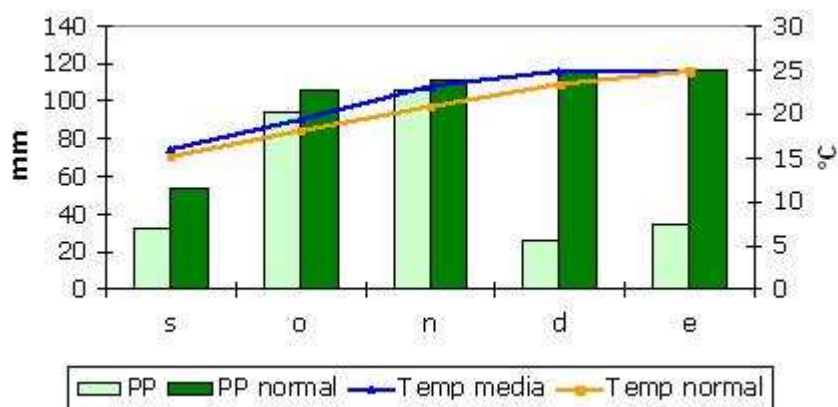


Figura 2. Temperaturas medias mensuales, precipitaciones medias mensuales y Normal 1934/07. (Fuente: Observatorio Agrometeorológico de la EEA Paraná).

A



B



Crecimiento de alfalfa en verano bajo condiciones potenciales vs. naturales (A). Crecimiento de alfalfa bajo condiciones potenciales (B).

Tabla 1. Biomasa aérea acumulada (BA), tasa de crecimiento (TC), índice de área foliar (IAF), porcentaje de la radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFA_{int}), eficiencia en la utilización de la radiación de la biomasa aérea (EUR) para un cultivo de alfalfa creciendo bajo dos condiciones de oferta hídrica y dos niveles de nitrógeno.

Cond. Hídr. (CH)	Dosis N (kg N ha ⁻¹)	Primavera					Verano				
		BA (g MS m ⁻²)	TC (g MS m ⁻² día ⁻¹)	IAF	RFA _{int} (%)	EUR (G Mj ⁻¹)	BA (g MS m ⁻²)	TC (g MS m ⁻² día ⁻¹)	IAF	RFA _{int} (%)	EUR (g Mj ⁻¹)
CN	No	232	7,8	2,6	65	1,6	34	1,2	0,3	13	1,2
	N ₂₀₀	254	8,5	3,2	74	1,7	48	1,7	0,4	11	1,8
CP	No	341	11,4	4,8	91	2,1	328	11,7	3,9	91	1,8
	N ₂₀₀	386	12,9	5,5	93	2,3	358	12,8	4	92	2,1

CN	243 b	8,1 b	2,9 b	69 b	1,7 a	41 b	1,5 b	0,36 b	12 b	1,5 a	
CP	364 a	12,1 a	5,2 a	92 a	2,2 a	343 a	12,3 a	3,9 a	91 a	1,9 a	
N_o	287 b	9,6 b	3,7 b	78 b	1,84 a	181 a	6,5 a	2,1 a	52 a	1,5 b	
N₂₀₀	320 a	10,7 a	4,3 a	84 a	2,04 a	203 a	7,3 a	2,2 a	51 a	1,9 a	
CV% %(%)	7	6,5	6,1	3,1	6,9	9	9	19,2	1,7	11,3	
CH	(p<)	0,0309	0,031	0,0243	0,0166	ns	0,003	0,003	0,0022	0,0004	ns
N	(p<)	0,0436	0,0433	0,0113	0,0145	ns	ns	ns	ns	ns	0,0235
CH * N		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Letras distintas indican diferencias significativas entre medias de condición hídrica (a través de N) y dosis (a través de CH) (Tukey, $p < 0,05$).

La RFA fue similar en ambas estaciones (323 Mj m^{-2}). Bajo condiciones potenciales (CP) la alfalfa interceptó más del 90% de la RFA en ambas estaciones, mientras que bajo la CN fue menor al 70%. La EUR no difirió entre estaciones ni entre condición hídrica (Tabla 1).

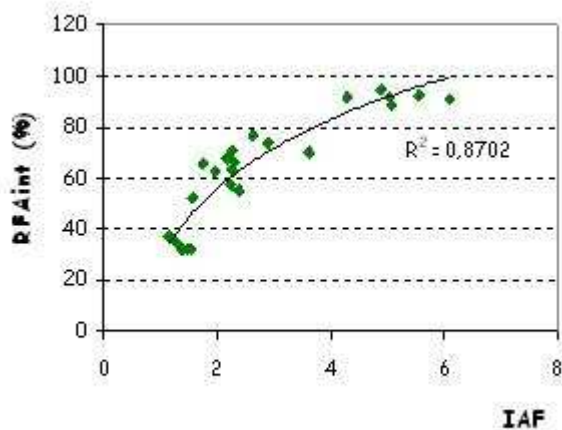
El riego incrementó el IAF en ambas estaciones, alcanzando un máximo de 5,2 en primavera y 3,9 en verano y similares porcentajes de RFAint. El N incrementó el IAF solamente en primavera (superior a 4) (Tabla 1).

La BACP no difirió ($p > 0,05$, CV: 5,1%) entre estaciones, mientras que la BACN fue significativamente inferior ($p < 0,001$, CV: 5,1%) en verano.

La TC se incrementó por efecto del riego en un 49% en primavera y aproximadamente siete veces en verano. La TC aumentó por efecto del N solamente en primavera (11%) (Tabla 1).

El máximo porcentaje de RFAint en CP en ambas estaciones se logró con un IAF superior a 4 y una BA mayor a 300 g MS m^{-2} (Figs. 3 y 4).

A



B

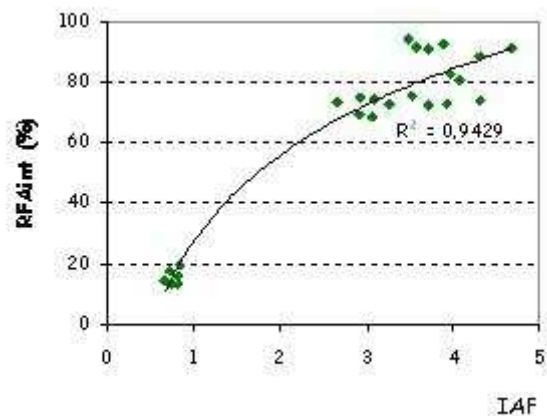


Figura 3. Relación entre la radiación fotosintéticamente activa interceptada (RFAint) y el índice de área foliar (IAF) en alfalfa en primavera (A) y verano (B) en condición potencial.

A

B

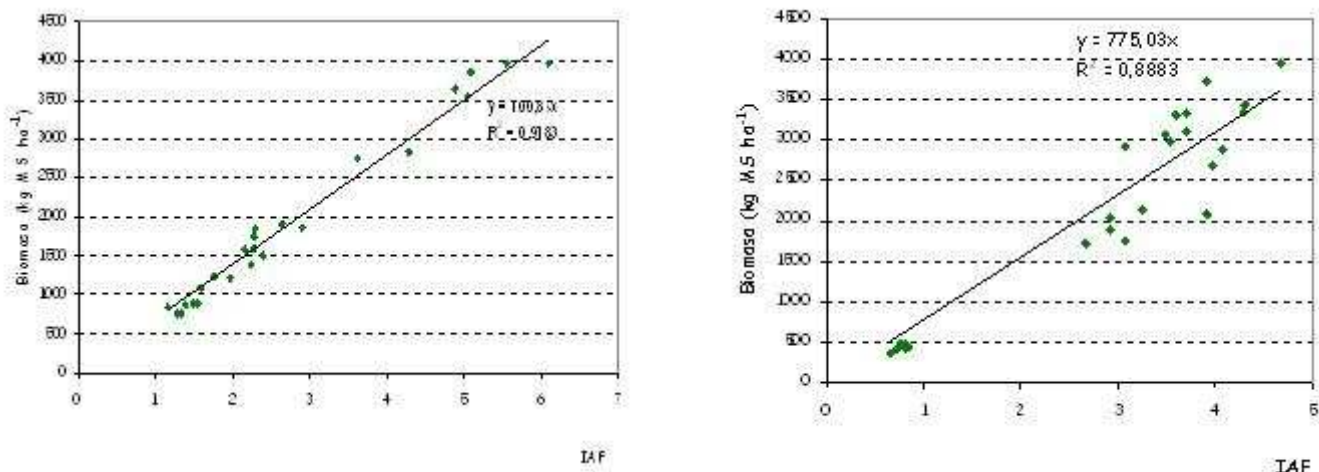


Figura 4. Relación entre la biomasa aérea acumulada y el índice de área foliar (IAF) en alfalfa en primavera (A) y verano (B) en condición potencial.

Conclusiones

Los resultados de este trabajo indican que bajo condiciones potenciales, sin limitaciones hídricas y nutricionales, la producción de alfalfa en primavera y verano son comparables.

Diferencias en la producción entre la condición potencial y natural se atribuirían principalmente a diferencias en el índice de área foliar y en el porcentaje de radiación interceptada, más que a los cambios en la eficiencia de uso de la radiación.

Bibliografía

- ▶ CIRILO A.G. and F.H. Andrade 1994. Sowing date and maize productivity: I. Crop growth and dry matter partitioning. *Crop. Sci.* 34:1039-1043.
- ▶ COLLINO D. 2008. El ambiente y el rendimiento potencial de la alfalfa. En Reunión Anual de Forrajeras "Oportunidades y desafíos en un escenario que cambia". INTA EEA Pergamino. http://www.inta.gov.ar/pergamino/info/documentos/2008/forrajeras/Forrajeras08_comillo.pdf [Verificación: junio 2009]
- ▶ COLLINO D., DARDANELLI J., DE LUCA M Y R.W. RACA 2005. Temperatura and water availability effects on radiation and water use efficiencies in alfalfa. *Aust. J. Exp. Agric.* 45:383-390
- ▶ COLLINO D., DARDANELLI J. y M. DE LUCA 2007. Uso del agua y la radiación para la producción de forraje. En *El cultivo de la alfalfa en la Argentina*. Basigalup D. (Ed.) P. 45-65
- ▶ DI NUCCI de BEDENDO e. Y O. VALENTINUZ 2008. Producción de forraje de alfalfa de diferente grado de reposo con riego suplementario http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/produccion_vegetal/forrajes/evaluacion_manejo/20210_080228_prod.htm
- ▶ LÓPEZ J., DARDANELLI L., COLLINO D. SERENO R. Y R.W. RACCA 1997. Efecto del grado de reposo invernal sobre la producción, consumo y eficiencia en el uso del agua en alfalfa cultivada bajo riego. *RIA* 28 (2):41-48
- ▶ ROCCA da CUNHA G., FALEIRO de PAULA J.R., BERGAMASCHI H., de SAIBO J.C. e M.A. BERLATO 1994. Evapotranspiração e eficiencia no uso da água em alfalfa. *Rev. Bras. Agrometeorol.* vol. 2:23-27

▣ SALUSO J. 2007. Informe meteorológico. Síntesis anual 2007
http://www.inta.gov.ar/parana/info/documentos/meteorologia/inf_mensual/2007/anual.htm

▣ SPADA M. del C. 1998. Avances en alfalfa. Ensayos territoriales. INTA EEA Manfredi. Año 8 n° 8. 78 p.

▣ SPADA M. del C. 2002. Avances en alfalfa. Ensayos territoriales. INTA EEA Manfredi. Año 12 n° 12. 59 p.

▣ TOTIS de ZELIJKOVICH L.E. y M.G. COCA 1998. Necesidades de agua de un cultivo de alfalfa y su relación con la productividad. INTA EEA Pergamino. Revista de Tecnología Agropecuaria 3(8):22-24

[arriba](#)

[VOLVER](#)