

Dinámica del crecimiento de una pastura de agropiro alargado de acuerdo con la época de fertilización nitrogenada

FERNÁNDEZ GRECCO, R.¹

RESUMEN

Las pasturas de agropiro alargado *Thinopyrum ponticum* (Bark. y Dewey) en la Pampa Deprimida bonaerense, en términos generales, son considerados cultivos con pobre producción de forraje, de escaso valor nutricional para la producción animal y que concentran su crecimiento durante fin de primavera hasta mediados del verano. En la EEA INTA Balcarce se llevaron a cabo dos ensayos sobre una pastura de agropiro alargado con el objetivo de evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre la dinámica del crecimiento y la acumulación de forraje durante dos épocas del año: otoño-invierno y primavera. Para ello, se aplicaron seis dosis de nitrógeno (DN) N0 hasta N250 con incrementos de 50 kgNha⁻¹ y se utilizó urea como fuente nitrogenada. El período otoño invernal se extendió desde el 18/05 hasta el 3/09, mientras que en el período primaveral la evaluación se realizó entre el 28/08 y el 4/12. En ambos períodos la acumulación de forraje mostró diferencias ($p < 0,05$) al agregado de N, siendo el valor máximo encontrado en el período primaveral de 6200 kg MSha⁻¹ con tasas de crecimiento de 84 kg MSha⁻¹día⁻¹, mientras que en el período otoño invernal se lograron 4600 kg MSha⁻¹ con tasas de crecimiento máximas de 43 kg MSha⁻¹día⁻¹. Los resultados obtenidos demuestran que, mediante una adecuada nutrición mineral en pasturas de agropiro alargado, es posible incrementar la acumulación de forraje en ambas épocas del año.

Palabras clave: agropiro alargado, fertilización, nitrógeno, invierno, primavera.

ABSTRACT

Tall wheatgrass *Thinopyrum ponticum* (Bark and Dewey) pastures in the Pampa Buenos Aires, in general, are considered crops that concentrate growth during late spring to midsummer, with poor forage production and of low nutritional value for animal production. In the EEA INTA Balcarce two trials were conducted on a pasture of tall wheatgrass in order to evaluate the effect of nitrogen fertilization on the dynamics of growth and accumulation of forage during two seasons: autumn-winter and spring, using 6 doses of nitrogen (DN) N0 to N250, with increments of 50 kgNha⁻¹ and using urea as nitrogen source. The winter period was extended from 05/18 to 09/03, while in the spring evaluation the trial was conducted between 08/28 and 12/04. In both periods forage accumulation showed significant differences ($p < 0.05$) to the addition of N, being the maximum value found during springtime, with 6200 kg DMha⁻¹, with growth rates of 84 kg DMha⁻¹day⁻¹, while in the winter period the maximum value achieved was 4600 kg DMha⁻¹ with maximum growth rates of 43 kg DMha⁻¹day⁻¹. The results obtained showed that wheatgrass pastures may increase the forage accumulation through proper mineral nutrition in both seasons.

Key words: tall wheatgrass, fertilization, nitrogen, winter, spring.

¹INTA, Estacional Experimental Agropecuaria Balcarce. Ruta 226 Km 73,5 (7620). Balcarce, Provincia de Buenos Aires. Correo electrónico: titogrecco@balcarce.inta.gov.ar

Recibido el 31 de mayo de 2012// Aceptado el 28 de mayo de 2013// Publicado online el 12 de junio de 2013

INTRODUCCIÓN

En el centro-este de la provincia de Buenos Aires (Argentina) se encuentra ubicada la Pampa Deprimida que ocupa un área de 8,5-9 millones de ha y está la mayor parte de esta superficie cubierta por pastizales (León, 1975). Pasturas de festuca alta (*Festuca arundinacea*) (Schreb.) y de agropiro alargado (*Thinopyrum ponticum*) (Bark y Dewey) completan el resto de los recursos forrajeros perennes utilizados por la cría bovina, principal actividad que se desarrolla en la zona mencionada (Vázquez *et al.*, 2007; Rearte, 2010).

En los pastizales se han determinado cuatro comunidades vegetales que se caracterizan por su diversidad florística y producción de forraje (León, 1975). Entre ellas las comunidades de loma, media loma y bajo dulce tienen una producción anual de forraje que varía entre 4,5-6,8 tn MSha⁻¹ año⁻¹ (Sala *et al.*, 1981), mientras que la comunidad de bajo alcalino sólo alcanza 1,2-2,0 tn MSha⁻¹ año⁻¹, razón por la cual se recomienda su reemplazo por pasturas de agropiro alargado (Fernández Grecco, 1999).

El agropiro alargado tiene un ciclo de crecimiento otoño invierno primaveral que concentra su producción en el período comprendido entre el inicio de octubre hasta fines de enero, momento en el cual presenta las mayores tasas de crecimiento con importantes pérdidas de calidad (Mazzanti *et al.*, 1992). Como consecuencia, es una especie poco valorada ya que, en general, presenta inflorescencias que limitan el rebrote otoñal, destinándose de manera exclusiva a la actividad de cría bovina (Carrillo, 1997).

Los trabajos realizados en agropiro alargado sobre morfofisiología (Harkes, 2011) y sobre utilización en pastoreo (Pascuet *et al.*, 2002) concluyen que manteniendo el cultivo en estado vegetativo se mejora la producción y calidad de la oferta de forraje, por lo que es posible destinar su utilización para recría de vacunos. En condiciones naturales, es una especie que presenta bajas tasas de crecimiento debido, principalmente, a la baja disponibilidad de formas libres de nitrógeno (Echeverría y Bergonzi, 1995; García *et al.*, 2002).

Se plantea como hipótesis que mediante una adecuada nutrición mineral, en los momentos en que naturalmente existe una escasa disponibilidad de formas disponibles de nitrógeno, se lograría incrementar la acumulación de forraje.

El objetivo de este trabajo fue cuantificar y analizar la dinámica del crecimiento de forraje de una pastura de agropiro alargado en dos épocas del año: otoño-invierno y primavera, mediante diferentes niveles de fertilización nitrogenada.

MATERIALES Y MÉTODOS

En este trabajo se presenta una recopilación de información de ensayos independientes de fertilización nitrogenada (FN) que se realizaron en otoño-invierno y primavera del año 1998.

Los ensayos se ubicaron en el campo anexo número 6 de la EEA INTA Balcarce (37° 45' latitud sur, 58° 18' longitud oeste) en una pastura de agropiro alargado implantada

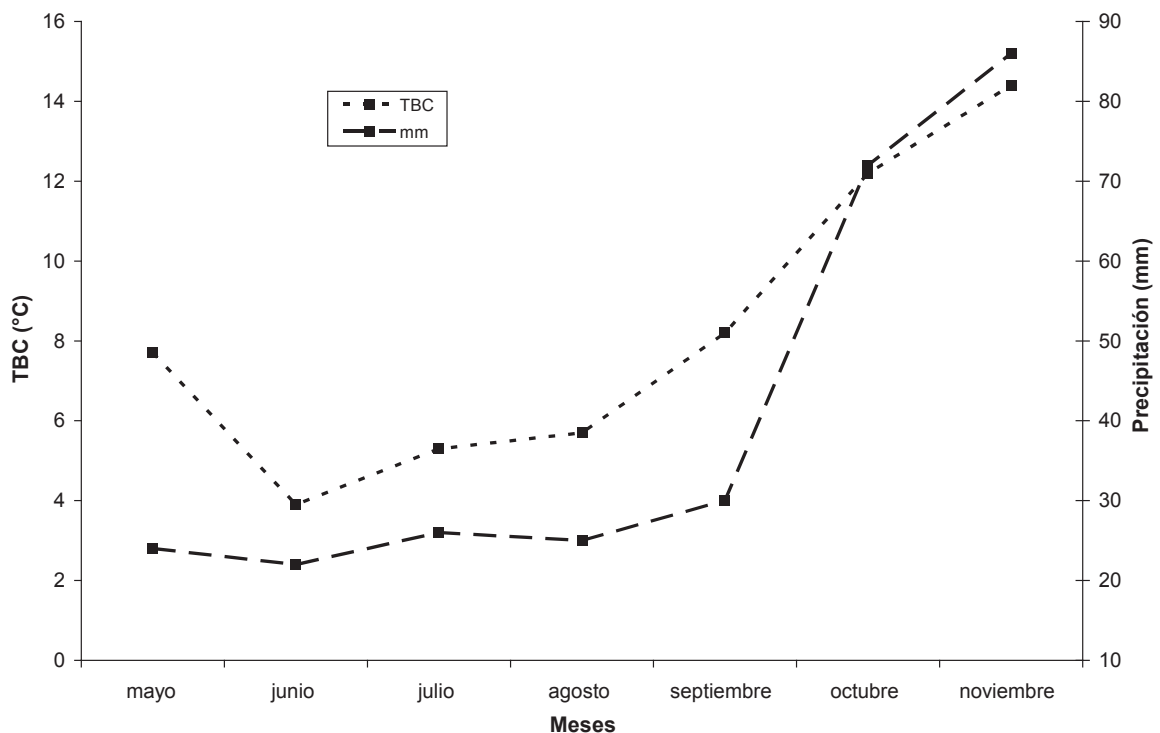


Figura 1. Distribución de las precipitaciones y la TBC en ambos períodos experimentales (TBC: temperatura base de crecimiento).

en el año 1982 sobre un suelo natracuol con 9,1 de pH (suspensión suelo:agua= 1:2.5), 79 gr kg⁻¹ de MO (Walkley, 1974), 15 mg kg⁻¹ de P (Bray y Kurtz, 1945) y, en los primeros 40 cm de suelo, una concentración de 8 mg kg⁻¹ de NO⁻³ (Bremner, 1965).

En la figura 1 se presentan los valores de temperatura base de crecimiento (TBC) y de precipitación durante el período en que se desarrollaron ambos ensayos. La TBC se calculó como la sumatoria de la temperatura media diaria (TMD) menos 5 °C, debido a que las gramíneas templadas perennes crecen muy poco por debajo de dicha temperatura (TMD= 18 °C, en un mes la TBC= 390 °C).

Mediante un diseño en bloques completos al azar con tres repeticiones, se evaluaron seis dosis de nitrógeno (DN, kg Nha⁻¹): N0, N50, N100, N150, N200 y N250, utilizando urea (grado: 46-0-0) como fuente nitrogenada. Previo al agregado de las DN, se realizó un corte de vegetación a 2,5 cm para homogeneizar la altura y se agregaron 20 kg de fósforo como súper fosfato triple de Ca (grado: 0-46-0) para evitar deficiencias.

La acumulación de forraje (AF, kg MSha⁻¹) se cuantificó mediante cortes desfasados en el tiempo a 2,5 cm de altura (Anslow y Green, 1967), sobre los 5 m² centrales de parcelas de 7,5 m² (5 m x 1,5 m), utilizando una motosegadora. El material cosechado en cada parcela fue pesado en fresco y se extrajo una muestra de aproximadamente 500 g. Ésta fue pesada y luego secada en estufa por aire forzado a 70 °C hasta obtener un peso constante que refleje el porcentaje de MS. La AF se obtuvo mediante el producto del material cosechado en cada parcela y el porcentaje de MS.

En otoño-invierno la aplicación de P y los diferentes niveles de N se realizó el 18/05 y la respuesta a la FN se determinó los días 8/07, 23/07, 1/08, 13/08, 26/08 y 3/09.

En primavera el agregado de ambos nutrientes fue el 28/08 y los cortes de vegetación se realizaron: 1/10, 16/10, 25/10, 4/11, 21/11 y 4/12.

Las comparaciones entre tratamientos se realizaron mediante ANVA (PROC GLM) y las diferencias entre medias

mediante el test de Duncan (5%). A su vez, las tasas de crecimiento fueron calculadas por regresión lineal (REG) (SAS, 2008) entre la AF y el tiempo transcurrido entre inicio y fin de cada experimento. En ambos ensayos se evaluó que la regresión fuese significativa al 0,05%.

Los registros meteorológicos de precipitación y temperatura se obtuvieron de la EEA Balcarce [en línea] < <http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/meteor.htm>

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Otoño invierno

La FN incrementó la AF en todas las fechas de muestreo y se encontraron diferencias (p<0,05) entre las DN. Las diferencias fueron extremas al final del período experimental momento en que N250 alcanzó la máxima AF, sin que se diferencie (p>0,05) de las DN N200 y N150. La menor AF se encontró con N0 la cual se diferenció (p<0,05) del resto de las DN (tabla 1).

Las diferencias entre tratamientos ponen de manifiesto la escasa disponibilidad de nitrógeno en este tipo de suelo durante la época fría del año (Barbieri *et al.*, 2006), ya que entre los tratamientos N150 y N0 se encontró una relación de 3,2:1 en la AF. En las forrajeras templadas (Gastal *et al.*, 1992; Chapman y Lemaire, 1993) la extensión foliar, considerada el principal componente del crecimiento, se encuentra fuertemente afectada por el agregado de nitrógeno, ya que difieren entre tres y cuatro veces entre niveles extremos de FN y el testigo.

El agregado de N no sólo tiene impacto sobre la extensión foliar, sino que también genera un incremento en el número de macollos (Mazzanti *et al.*, 1994). En agropiro alargado, Di Salvo (2001), determinó un incremento (p<0,05) en la densidad de macollos por el agregado de N150. Sin embargo, como consecuencia del efecto negativo por el sombreado generado por la mayor acumulación de forraje y por la inhibición causada por el desarrollo de estructuras reproductivas, existió una alta tasa de mortalidad de los mismos obteniéndose un cultivo con menor

Dosis de nitrógeno (kg N ha ⁻¹)	Acumulación de MS (kg MS ha ⁻¹)	Tasa de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹)	Coefficiente de determinación (r ²)
N0	1014,2 d	13,78	0,811
N50	1912,3 c	17,18	0,723
N100	2858,4 b	26,54	0,923
N150	3985,6 a	38,50	0,835
N200	4097,0 a	38,84	0,981
N250	4146,8 a	41,72	0,974

Tabla 1. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la acumulación de forraje y las tasas de crecimiento al finalizar el período otoño invernal (18/05 - 3/09).

Para cada dosis en sentido vertical, letras diferentes difieren significativamente (Duncan p<0,05). N0 hasta N250 indica dosis de nitrógeno aplicado por ha.

número pero de mayor tamaño (Simon y Lemaire, 1987; Fernández y Alonso, 2000).

En zonas templado-húmedas como la Pampa Deprimida, a medida que progresa la época fría disminuye la radiación y la temperatura generando un efecto depresivo sobre el crecimiento de las cubiertas vegetales. El período fin del otoño-invierno es la época donde se dan las condiciones adversas más severas para que ocurra la extensión foliar (Williamms y Biddiscombe, 1965; Thomas y Norris, 1981).

Considerando la vida media foliar de agropiro alargado en un rango de 450-500 °Cd (Harkes, 2011), en la figura 2, se presenta para cada tratamiento la evolución de la AF dividida en tres períodos en función de la suma térmica alcanzada ($\Sigma^{\circ}\text{C}$ = días de cada período x temperatura media diaria -5 °C).

El primer período se extendió por 50 días y desde la aplicación de las DN hasta el momento en que se realizó el primer corte de vegetación (8/07). La TBC promedio diaria fue de 3,96 °C con una acumulación de 198 °C, suma térmica que se consideró adecuada para que el cultivo incorpore los nutrientes agregados y exprese diferencias ($p < 0,05$) en la AF. Esto, como consecuencia de una mayor área fotosintética, causada por una mayor longitud de lámina y un mayor número de macollos (Gastal y Lemaire, 1988, Gastal, *et al.*, 1992).

En ese período no se encontraron diferencias ($p > 0,05$) entre las DN N250, N200 y N150 y entre N100 y N50, pero

todas las DN difirieron ($p < 0,05$) con el testigo. Las TC calculadas para N0 y N150 fueron de 10,28 kg MSha⁻¹día⁻¹ y de 30,12 kg MS ha⁻¹día⁻¹ respectivamente, las cuales establecen un incremento porcentual próximo al 300%. Valores menores de TC, pero con un incremento porcentual semejante encontraron Cañón *et al.* (2002), ya que el testigo creció a 2,1 kg MS ha⁻¹día⁻¹ y con N250 la TC fue de 4,9 kg MSha⁻¹día⁻¹.

El segundo período se extendió por 35 días (desde el 8/07 hasta el 13/08) con una suma térmica de 172 °C y con una acumulación en total de 370 °C. Durante este período se logró la mínima AF, ya que la TBC no superó los 3,9 °C. Se estableció que diferentes estados de nutrición y status hídrico afectan el crecimiento de especies forrajeras templadas, mientras que la temperatura es el factor que lo limita cuando se encuentra por debajo del umbral térmico requerido (Lemaire y Salette, 1982).

En este período, las TC fueron de 5,8 kg MSha⁻¹día⁻¹ en el testigo y de 14,2 kg MS ha⁻¹día⁻¹ en el tratamiento N150. Éstos valores coincidentes con trabajos realizados sobre diferentes especies forrajeras templadas (Mazzanti *et al.*, 1992), como así también en pastizales naturales y en pasturas mezcla de gramíneas y leguminosas utilizadas en el sudeste bonaerense (Agnusdei *et al.*, 2001).

El tercer período se extendió por 20 días (14/08 hasta el 3/09) en el cual se registró una suma térmica de 120 °C y se acumularon en total 490 °C. En este período se regis-

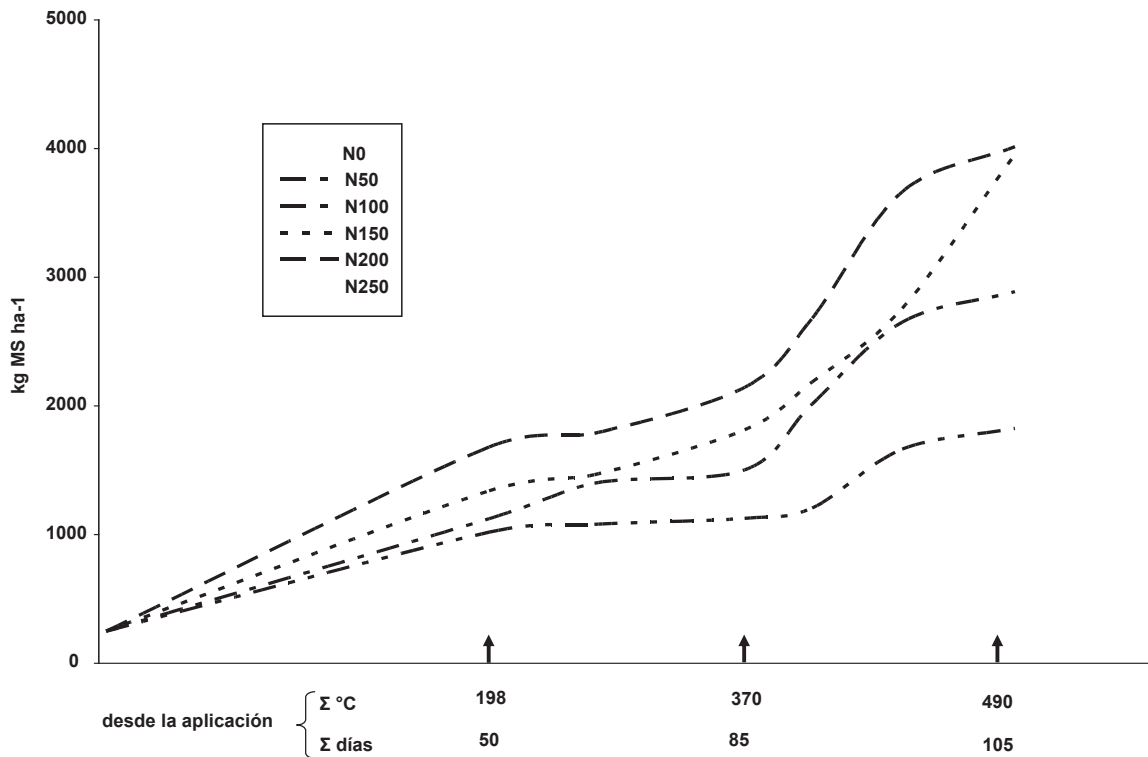


Figura 2. Evolución de la acumulación de forraje de agropiro alargado para cada dosis de nitrógeno (N) durante el período otoño-invernal. Las flechas indican el fin de cada período expresado como TBC y días transcurridos desde la aplicación (TBC: Temperatura base de crecimiento). N0, N50, N100, N150, N200 y N250 corresponden a dosis de nitrógeno 0, 50, 100, 150, 200 y 250, respectivamente).

traron TBC a partir de las cuales comienza el activo crecimiento de forraje, ya que en promedio superaron los 12,6 °C. Las tasas de crecimiento fueron de 9,6 kg MS ha⁻¹día⁻¹ y de 42,08 kg MSha⁻¹día⁻¹ para N0 y N150 respectivamente.

En la figura 2 se observa que en el tercer período la AF se incrementa de manera significativa y que con DN 150 kg N ha⁻¹ o superiores, se acumuló más del 50% del total de forraje obtenido en todo el período experimental.

El agropiro alargado es una especie templada que, en promedio, sostiene tres hojas vivas por macollo y presenta un intervalo filocrónico próximo a los 140-160 °C. Por lo tanto, el inicio de la senescencia se alcanza al acumular alrededor de 500 °C (Harkes, 2011). Este valor es mayor que para *Lolium perenne* y semejante a *Festuca alta*, ya que el inicio de la senescencia lo alcanzan con temperaturas de 400 °C y 570 °C, respectivamente (Lemaire, 1988; Agnusdei *et al.*, 1998).

La temperatura acumulada durante el ciclo de AF estuvo dentro del rango mencionado, ya que en total se acumularon 490 °C la cual representa un ciclo de acumulación de forraje. Por ello, es posible afirmar que la AF se cuantificó sin que se registraran pérdidas por senescencia (Harkes, 2011).

La TBC no se diferenció de los registros históricos (5,6 °C) y, si bien se considera limitante para el crecimiento de forraje, el efecto de la aplicación de elevadas DN durante el período invernal permitió encontrar diferencias ($p < 0,05$) en la AF. Las precipitaciones ocurridas durante el período experimental fueron de 127 mm, valor próximo al promedio histórico de 153 mm de los últimos 20 años

Primavera

En cada fecha de evaluación se encontraron diferencias ($p < 0,05$) entre las distintas DN y la máxima AF se obtuvo al finalizar el período experimental con N250. Ésta no se diferenció ($p > 0,05$) de N200, pero sí del resto de las DN. La menor AF se obtuvo con N0 y difirió ($p < 0,05$) del resto de las DN (tabla 2).

La aplicación de las DN se consideró tardía para cuantificar la acumulación de forraje de agropiro alargado en es-

tado vegetativo. Por esa razón, en la figura 3 se presentan los resultados de la acumulación total de forraje dividida en tres períodos, en función de la suma térmica acumulada desde la aplicación de las diferentes DN (mismo criterio utilizado en el período otoño invernal –TBC–).

El primer período se consideró hasta el 1/10 (34 días) momento en que se realizó el primer corte y se acumularon 226 °C, (valor semejante a la evaluación otoño invernal). Allí, no se encontraron diferencias ($p > 0,05$) en la AF entre las N250, N200, N150 y N100 con una AF y TC promedio de 2680 kg MSha⁻¹ y 50,4 kg MSha⁻¹día⁻¹, respectivamente. La menor AF se obtuvo con N0 con 1300 kg MSha⁻¹ y una TC de 22,8 kg MSha⁻¹día⁻¹.

El segundo período se consideró hasta el 24/10 (58 días) alcanzando una suma térmica de 494 °C, momento en el cual de acuerdo con datos de Harkes (2011) se habría alcanzado la vida media foliar de agropiro alargado y la pastura se encontraba en estado vegetativo. Estos resultados son coincidentes con Laplace (1995), quién trabajando con una pastura de agropiro alargado encuentra que sólo un 10-15% de los macollos se encuentran en estado reproductivo hacia fines del mes de octubre.

Los valores de AF en este segundo período logrados con la DN mayor fueron 6450 kg MSha⁻¹ y una TC de 84,2 kg MSha⁻¹día⁻¹, mientras que con N0 se lograron 1520 kg MSha⁻¹ con una TC de 22,6 kg MSha⁻¹día⁻¹. Estos resultados indican que, a pesar de que en esta época del año se dan condiciones adecuadas para la mineralización de la MO, existe una deficiencia en las formas disponibles de N en este tipo de suelos (Barbieri *et al.*, 2006). La AF, en términos porcentuales, en este período fue superior a la época invernal lográndose una relación de 4.2:1 kg MS ha⁻¹ entre N150 y el testigo, respectivamente. Los valores de temperatura y precipitación no se diferenciaron del promedio de los últimos 20 años, según registros meteorológicos obtenidos en www.inta.gov.ar/balcarce/info/meteor.htm.

El tercer período se extendió hasta el 4/12 (98 días) y una acumulación térmica de 808 °C, considerando que la pastura se encontraba en estado reproductivo. A su vez, luego de la primera semana de noviembre el agropiro alar-

Dosis de nitrógeno (kg N ha ⁻¹)	Acumulación de MS (kg MS ha ⁻¹)	Tasa de crecimiento (kg MS ha ⁻¹ día ⁻¹)	Coefficiente de determinación (r ²)
N0	3400,2 e	34,76	0,882
N50	5602,4 d	57,14	0,762
N100	6722,4 c	68,36	0,888
N150	8552,6 b	86,52	0,786
N200	9844,8 a	100,02	0,892
N250	10256,2 a	104,08	0,942

Tabla 2. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la acumulación de forraje y las tasas de crecimiento al finalizar el período primaveral (28/08– 4/12).

Para cada dosis en sentido vertical, letras diferentes difieren significativamente (Duncan $p < 0,05$). N0 hasta N250 indica dosis de nitrógeno aplicado por ha.

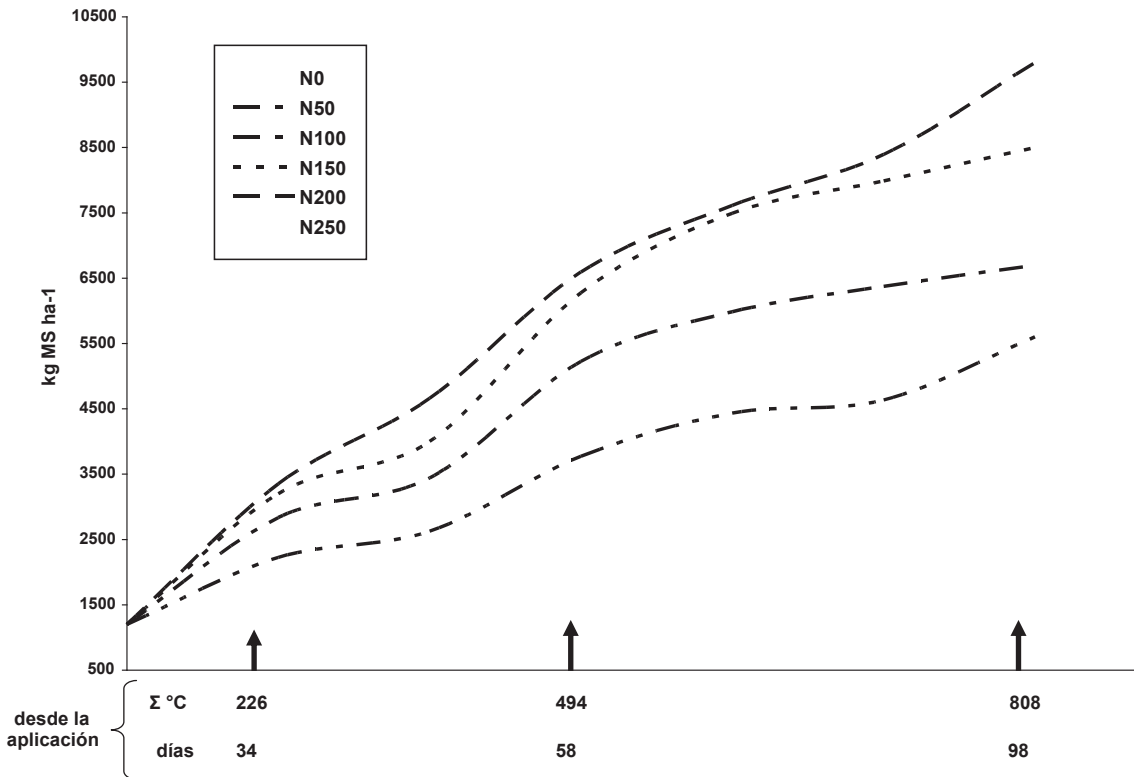


Figura 2. Evolución de la acumulación de forraje de agropiro alargado para cada dosis de nitrógeno (N) durante el período primaveral. Las flechas indican el fin de cada período expresado como TBC y días transcurridos desde la aplicación (TBC: Temperatura base de crecimiento, N0, N50, N100, N150, N200 y N250 corresponden a dosis de nitrógeno 0, 50, 100, 150, 200 y 250, respectivamente. A partir de los 494 °C se considera a la pastura en estado reproductivo).

gado presenta un 32% de macollos en estado reproductivo y para fines del mismo mes el 100% se encuentran en ese estado fenológico (Laplace, 1995). Aunque se presentan los valores de AF, no se tienen en cuenta como un rebrote, ya que la suma térmica excedió largamente la vida media foliar de agropiro alargado. Por otro lado, la magnitud de la respuesta es causada por la estructura más erecta del cultivo, como consecuencia del desarrollo del tallo verdadero y, posiblemente, a una mayor eficiencia fotosintética de los macollos en estado reproductivo, tal como ocurre con otras especies forrajeras templadas (Wolledge *et al.*, 1976).

En consecuencia, se destaca que en este tercer período, debido a la fecha tardía de aplicación de las DN, la fertilización podría tener como principales destinos la producción de semillas (Fernández Grecco y Castaño, 1998), la confección de reservas forrajeras como heno (Ricci, 2007) o bajo la forma de silaje (Viviani Rossi *et al.*, 1997). De acuerdo con resultados de Di Marco y Agnusdei (2010), si se mantiene la pastura de agropiro alargado con estructura cespitosa es posible lograr forraje de alto valor nutritivo.

CONCLUSIÓN

En ambos períodos de evaluación la FN incrementó la AF, lo cual señala la marcada deficiencia de N en las condiciones naturales en que crece esta pastura de agropiro alargado.

La respuesta obtenida durante la época otoño-invernal se considera de suma importancia, ya que en términos generales se considera a agropiro alargado una especie que produce forraje a partir del mes de septiembre. Los resultados obtenidos podrían ser utilizados para modificar el modelo de cría tradicional de la Pampa Deprimida, ya que con una adecuada nutrición mineral, si se dan condiciones ambientales favorables, sería posible incorporar tempranamente la recría utilizando este recurso forrajero.

La respuesta durante el período primaveral se considera apropiada para ser utilizada a fin de incrementar la carga animal y/o para obtener sub productos que mejoren el negocio ganadero.

AGRADECIMIENTOS

A la Sra. Cano, A. por el análisis, síntesis e interpretación de los resultados obtenidos.

A la EEA del INTA Balcarce por la financiación y apoyo con auxiliares de laboratorio, en ambos ensayos.

Al Dr. Echeverría, H. y M. Sci. Marino, A. por la lectura crítica y sugerencias realizadas.

BIBLIOGRAFÍA

- AGNUSDEI, M.; MAZZANTI, A.; COLABELLI, M.; LABREVEUX, M. 1998. Fundamentos para el manejo del pastoreo de pastizales y pasturas cultivadas en la Pampa húmeda bonaerense. Boletín Técnico N.º 147. SAGPyA. CERBAS. INTA. EEA Balcarce. 16 p.
- AGNUSDEI, M.; COLABELLI, M.; FERNÁNDEZ GRECCO, R. 2001. Crecimiento estacional de forraje de pasturas y pastizales naturales para el sudeste bonaerense. SAGPyA. CERBAS. INTA. EEA Balcarce. 30 p.
- ANSLOW, R.C.; GREEN, J.O. 1967. The seasonal growth of pasture grasses. *Journal of Agricultural Science. Cambridge.* 68:109-122.
- BARBIERI, P.; ECHEVERRÍA, H.; SAINZ ROSAS, H.; PICONE, L. 2006. Nitrogen use efficiency from urea applied to a tall wheatgrass prairie in a sodic soil. *Australian Journal of Experimental Agriculture.* 46: 535-543.
- BRAY, R.H.; KURTZ, L.T. 1945. Determination of total, organic and available forms of phosphorus in soil. *Soil Science.* 59:360-361.
- BREMNER, J.M. 1965. Inorganic form of nitrogen. P. 1179-1237. IN C.A. Black (Ed). *Methods of soil analysis. Par. 2. Agronomy N.º 9 American Society Agronomy Inc., Madison, Wisconsin, USA.*
- CAÑON, I.; AGNUSDEI, M.; FERNÁNDEZ GRECCO, R. 2002. Producción otoñal de forraje de agropiro alargado: efecto de la fertilización nitrogenada. *Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 22. Sup 1.* 175-176.
- CARRILLO, J. 1997. Manejo de un rodeo de cría. CERBAS – EEA Balcarce. 507 p.
- CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *Proceed. XVII International Grasslands Congress, 95-104.*
- DI MARCO, O.; AGNUSDEI, M. 2010. Plant morphogenetical plasticity in response to sward height can modify fibre digestibility in C3 (*Thinopyrum ponticum*) and C4 (*Chloris gayana*). En: Machado, C.; White, M.; Da Silva, S.; Agnusdei, M.; de Faccio Carvalho, P.; Morris, S.; Beskow, W. (eds) *An overview of research on pastoral based Systems in the southern part of South America.* Tandil: Universidad Nacional del Centro de la provincia de Buenos Aires. I. 18-28.
- DI SALVO, M. 2001. Estimación del estado de nutrición nitrogenada de pasturas de festuca y agropiro mediante un índice de verdor. Tesis Ms Sc. FCA-Balcarce. 81 p.
- ECHEVERRÍA, H.E.; BERGONZI, R. 1995. Estimación de la mineralización de nitrógeno en suelos del sudeste bonaerense. Boletín Técnico N.º 135. Centro regional Buenos Aires Sur. INTA. Balcarce. 16 p.
- FERNÁNDEZ GRECCO, R. 1999. Principios de manejo de campo natural. *Materiales didácticos N.º 9. 2da Edición.* CERBAS EEA Balcarce. 110 p.
- FERNÁNDEZ GRECCO, R.; CASTAÑO, J. 1998. Rendimiento de forraje y de semilla de agropiro alargado fertilizado con diferentes dosis de nitrógeno. XVI Seminario Panamericano de Semillas -Rueda de Negocios-. Buenos Aires. Argentina 19-21 octubre 1998. 55 p.
- FERNÁNDEZ, O.; ALONSO, S. 2000. Evolución de la densidad de macollos en agropiro alargado. *Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 20. Sup 1,* 151-152.
- GASTAL, F.; BELANGER, G.; LEMAIRE, G. 1992. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. *Annals of Botany.* 70: 437-442.
- GASTAL, F.; LEMAIRE, G. 1988. Study of tall fescue sward growth under nitrogen deficiency conditions. In: *Proc. of the XII General Meeting of the European Grassland Federation.* Dublin, Ireland. 323-327.
- GARCÍA, F.; MINUCCI, F.; RUBIO, G.; RUFO, G.; DAVEREDE, I. 2002. Fertilización de forrajes en la región pampeana. Una revisión de los avances en el manejo de la fertilización de pasturas, pastizales y verdesos. Instituto de la Potasa y el Fósforo. INFO-POS- Cono Sur. 72 p.
- HARKES, H. 2011. Calidad nutritiva de agropiro alargado (*T. ponticum*). Su relación con la altura de la pastura, la edad y morfogénesis foliar. Tesis Ms Sc. UNMdP. FCA Balcarce. 74 p.
- LAPLACE, S. 1995. Fenología y rendimiento de material seco digestible de agropiro alargado bajo diferentes frecuencias de defoliación. Tesis Ing Agr. FCA-Balcarce, 43 p.
- LEMAIRE, G. 1988. Sward dynamics under different management programs. *Proceedings of the XII General Meeting of the European Grassland Federation,* 7-22.
- LEMAIRE, G.; SALETTE, J. 1982. The effects of temperature and fertilizer nitrogen on the spring growth of tall fescue and cocksfoot. *Grass and Forage Science* 37, 191-198.
- LEÓN, R.J.C. 1975. Las comunidades herbáceas de la región Castelli-Pila. Monografía 5. Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires. La Plata, 75-107.
- MAZZANTI, A.E.; CASTAÑO, J.; SEVILLA, G.H.; ORBEA, J. 1992. Características agronómicas de especies y cultivares de gramíneas y leguminosas forrajeras adaptadas al sudeste de la provincia de Buenos Aires. Manual de descripción. CERBAS, Balcarce, INTA. 28 p.
- MAZZANTI, A.; GASTAL, F.; LEMARIE, G. 1994. The effects of nitrogen fertilization on the herbage production of tall fescue swards grazed continuously with sheep. 1. Herbage growth dynamics. *Grass and Forage Science.* 49, 111-120.
- PASCUET, M.; AGNUSDEI, M.; WADE, R.; FERNÁNDEZ GRECCO, R.; ELIZALDE, J. 2002. Comportamiento en pastoreo de bovinos en pasturas de agropiro alargado, mantenida bajo dos estructuras. *Revista Argentina de Producción Animal Vol. 22. Sup 1,* 174-175.
- REARTE, D. 2010. Situación actual y perspectivas de la producción de carne vacuna. En <http://www.inta.gov.ar/balcarce/carnes>, 1-26 pp.
- RICCI, P. 2007. Consumo y digestibilidad in vivo de bovinos alimentados con heno y henolaje de agropiro. Tesis Ms Sc. UNMdP. FCA Balcarce, 82 p.
- SALA, O.E.; DEREGIBUS, V.A.; SCHLICHTER, T.; ALIPPE, H. 1981. Dynamic productivity of native temperate grassland in Argentina, *Journal of Range Management.* 34 (1): 48-51.
- SAS (2008). SAS Institute Inc. 2008 SAS/Stat © 9.2. User's Guide. Cary. NC: SAS Institute Inc.
- SIMON, J.C.; LEMAIRE, G. 1987. Tiller and leaf area index in grasses in the vegetative phase. *Grass and Forage Science.* 42:373-380.
- THOMAS, I.; NORRIS, I.B. 1981. The influence of light and temperature during winter on growth and death in simulated swards of *Lolium perenne*. *Grass and Forage Science.* 36:107-116.
- VÁZQUEZ, P.; ROJAS, M.; BURGESS, J. 2007. Caracterización de la ganadería bovina en la Cuenca del Río Salado. *Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 27 Supl.1:* 295-296.
- VIVIANI ROSSI, E.; GUTIÉRREZ, L.; FERNÁNDEZ GRECCO, R.; SCIOTTI, A. E. 1997. Momentos de corte y fertilización con nitrógeno y parámetros cualitativos en silajes de agropiro alargado. *Rev. Arg. Prod. Anim. Vol. 18: Sup:* 145-146.
- WALKLEY, A. 1974. A critical examination of rapid method for determining organic carbon soil-effect of variations in digestion condition and inorganic soil constituents. *Soil Science.* 63:251-264.
- WILLIAMS, C.N.; BIDDISCOMBE, E.F. 1965. Extension growth of grass tillers in the field. *Australian Journal of Agricultural Research.* 16:14-22.
- WOLEDGE, J.; LEAFE, P. 1976. Single leaf and canopy photosynthesis in ryegrass swards. *Annals of Botany* 40, 773-783.