

Evaluación de gramíneas estivales perennes fertilizadas con nitrógeno

Evaluation of perennial summer grasses fertilized with nitrogen

Gargano¹, A.O., Adúriz², M.A. y Saldungaray², M.C.
Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. CONICET

Resumen

En los ciclos 2001-02 y 2002-03 se realizó en Bahía Blanca (Buenos Aires) un experimento en bloques al azar y factorial 3² en el que se estudiaron: a) especies: *Antheophora pubescens*, *Eragrostis curvula* y *Digitaria eriantha* y b) dosis de nitrógeno (N): 0, 40 y 80 kg/ha. Durante primavera y verano se efectuaron cortes cada vez que las plantas alcanzaban 26-28 cm de altura modal, dejando un remanente de 5 cm. Se determinaron: rendimientos de materia seca (MS), eficiencia de utilización del N, proteína bruta (PB) y recuperación del N. Los rendimientos acumulados de MS respondieron, en general, a la aplicación de N y los totales anuales, promedios para 0, 40 y 80 kg/ha de N, fueron: en *A. pubescens* 3720, 4570 y 5088 kg/ha, en *E. curvula* 2210, 3411 y 3700 kg/ha, y en *D. eriantha* 1772, 3228 y 3685 kg/ha, respectivamente ($p < 0,05$). En ese mismo orden los promedios anuales de PB, no siempre significativamente diferentes, fueron: en *A. pubescens* 11,4; 12,0 y 13,3%, en *E. curvula* 8,5; 11,3 y 12,0%, y en *D. eriantha* 8,1; 10,5 y 10,8%, respectivamente. Se discutieron las diferencias halladas entre especies en cuanto a duración de sus ciclos y respuestas estacionales cuanti y cualitativas. Se concluyó que *A. pubescens* es promisoría para la región semiárida bonaerense y que es recomendable la fertilización de estas gramíneas con una dosis cercana a los 40 kg/ha de N.

Palabras clave: *Antheophora*, *Digitaria*, *Eragrostis*, fertilización nitrogenada, calidad forrajera.

Summary

A clipping experiment was carried out in Bahía Blanca (Buenos Aires, Argentina) during 2001-03 cycles using a randomized block design in a 3² factorial experiment. Treatments included: a) species: *Antheophora pubescens*, *Eragrostis curvula* and *Digitaria eriantha*, and b) nitrogen level: 0, 40 and 80 kg N/ha. Plants were cut during spring and summer whenever they reached 26-28 cm height. Dry matter (DM) yields, nitrogen utilization efficiency, crude protein (CP) content and nitrogen recovery were determined. In general, DM yields increased by N fertilization. Mean DM yields for 2-cycles with 0, 40 and 80 kg N/ha were: *A. pubescens* 3720; 4570 and 5088 kg/ha, *E. curvula* 2210; 3411 and 3700 kg/ha, and *D.*

Recibido: octubre de 2005

Aceptado: abril de 2006

1. Ing. Agr. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. CONICET. San Andrés 800. 8000-Bahía Blanca, Argentina. E-mail: agargano@uns.edu.ar

2. Ing. Agr. Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur.

eriantha 1772; 3228 and 3685 kg/ha, respectively ($p < 0.05$). Mean annual CP for 2-cycles with 0, 40 and 80 kg N/ha were: *A. pubescens* 11.4; 12.0 and 13.3%, *E. curvula* 8.5; 11.3 and 12.0%, and *D. eriantha* 8.1; 10.5 and 10.8%, respectively, although differences were not always significant. Differences in DM yields, forage quality and growing cycles between species are discussed. Results suggest 1) that *A. pubescens* is a promissory species for the semiarid region and 2) the convenience of applying N at a fertilization rate close to 40 kg/ha.

Key words: Anthephora, Digitaria, Eragrostis, nitrogen fertilization, forage quality.

Introducción

El destacado rol de las gramíneas perennes de ciclo estival en los sistemas de cría de bovinos para carne fue señalado por varios autores en tres regiones semiáridas de Argentina (Cairnie, 1991; Frasinelli et al., 1992; Gargano y Adúriz, 2004). En esas regiones *Eragrostis curvula* ha alcanzado una notable difusión y en los últimos años comenzó a utilizarse *Digitaria eriantha* que, en diversos ambientes semiáridos, ha evidenciado mayor calidad forrajera pero menor productividad que *E. curvula* (Rethman y de Witt, 1991; Snyman, 1994; Gargano y Adúriz, 2004). *Antheophora pubescens* es también una gramínea perenne estival de origen africano que ha mostrado atributos importantes como tolerancia a sequía, amplia adaptación a distintos suelos, alto contenido foliar y calidad forrajera (Fourie et al., 1987; Mynhardt et al., 1994; Moolman et al., 1996), aunque es prácticamente desconocida en Argentina. También se reportó que es poco sensible a las deficiencias de nutrientes edáficos (Nurse y Kruger, 1973; Fourie et al., 1987) y que su rebrote primaveral es más tardío que el de *E. curvula* (Mynhardt et al., 1994). Otros estudios revelaron divergencias respecto de su respuesta a la fertilización (Fourie et al., 1984; Fourie et al., 1987).

El objetivo del presente trabajo fue comparar el efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de materia seca y el contenido proteico del forraje acumulado en primavera y verano en las tres gramíneas mencionadas.

Materiales y Métodos

Sitio experimental

Durante los ciclos de crecimiento 2001-02 y 2002-03 fueron evaluadas tres gramíneas perennes estivales. El experimento se condujo en Bahía Blanca, sudoeste de la provincia de Buenos Aires ($38^{\circ} 44' S$; $62^{\circ} 10' O$). De acuerdo con la clasificación climática de Köppen (citado por Elías y Castellví Sentís, 1996), el área mencionada pertenece al tipo semiárido. El suelo responde al Subgrupo Ustipsament petrocálcico, con textura arenofranco (USDA, 1999), pobre en materia orgánica y muy susceptible a la erosión principalmente eólica (Sánchez y Kruger, 1981).

Diseño experimental, tratamientos y técnicas

El diseño experimental fue en bloques completos al azar con un arreglo factorial 3^2 y tres repeticiones. Los factores estudiados y sus respectivos tratamientos fueron:

- (a) Especies: *Antheophora pubescens* cv. Wollie, *Eragrostis curvula* cv. Tanganyika y *Digitaria eriantha* cv. Irene
- (b) Nivel de fertilización nitrogenada: 0, 40 y 80 kg/ha de N, en forma de urea granulada.

Cada bloque estuvo compuesto por nueve parcelas, cada una de 5,0 m x 1,4 m ($7,0 \text{ m}^2$) en las que se sembraron cuatro líneas a 0,35 m de distancia.

La siembra se efectuó en octubre de 1999 con una sembradora manual monosurco con control de profundidad y se efectuaron controles manuales de malezas permanentemente. Las densidades utilizadas fueron 4; 1,5 y 4 kg/ha para *A. pubescens*, *E. curvula* y *D. eriantha*, respectivamente. A principio de agosto de 2001 se hizo un corte a fin de eliminar todo el forraje existente y se inició el experimento. Las especies iniciaron su crecimiento durante el mes de septiembre. El fertilizante se distribuyó manualmente al voleo en la primera quincena de octubre después de una lluvia no inferior a 5 mm o un riego equivalente a fin de asegurar la disolución de la urea y su penetración en el suelo. Las especies fueron cortadas con tijeras de esquilador cada vez que llegaban a 26-28 cm de altura modal, dejando un remanente de 5 cm. Las borduras en cada parcela fueron las dos líneas externas y 1,0 m en las cabeceras. En consecuencia, la muestra utilizada para las determinaciones fue el área central de cada parcela compuesta por dos líneas de 3,0 m de largo (2,1 m²). Los cortes se efectuaron hasta el cese del ciclo de crecimiento en el mes de abril de 2002. Este procedimiento se repitió durante el ciclo 2002-03. El número de cortes, promedio general de los dos ciclos en *A. pubescens*, *E. curvula* y *D. eriantha*, fue: 5,2; 5,0 y 3,2, respectivamente.

Las muestras fueron secadas a 60 °C en estufa con circulación forzada de aire hasta peso constante. Para el análisis de laboratorio se tomó una submuestra que se pasó por un molino Wiley con tamiz de 1 mm de diámetro.

Determinaciones

Se efectuaron las siguientes:

- (a) Rendimientos de materia seca (MS, kg/ha) primaveral, estival y total anual. Los de primavera correspondieron a la sumatoria de los cortes efectuados desde inicio del rebrote hasta el 21 de diciembre

y los de verano a partir de esa fecha hasta la finalización del crecimiento. El rendimiento total anual representa la suma de ambas estaciones.

- (b) Eficiencia de utilización del N (kg MS/kg N) (Novoa y Loomis, 1981).

$$= \frac{\text{rend. MS parcela fertilizada (kg)} - \text{rend. MS parcela testigo}}{\text{N aplicado (kg)}}$$

- (c) Proteína bruta (PB, %). Se utilizó una submuestra de la MS y se determinó el N total con el método Kjeldhal semimicro (Bremner, 1996). Se multiplicó por 6,25 para expresarlo como PB.

- (d) Recuperación del N (%)

$$= \frac{\text{rend. N parcela fertilizada (kg)} - \text{rend. N parcela testigo (kg)}}{\text{N aplicado (kg)}} \times 100$$

Análisis estadísticos

Los resultados fueron sometidos al análisis de variancia (ANDEVA). Al iniciar el análisis el modelo fue un ANDEVA en parcela dividida en el tiempo, donde los niveles del factor principal fueron la combinación de tratamientos aplicados sobre bloques, y el factor secundario los dos ciclos consecutivos (años). Cuando se produjo interacción tratamientos x ciclos, los años se analizaron separadamente y los tratamientos fueron clasificados en dos factores de igual jerarquía, quedando un ANDEVA doble en bloques. La comparación múltiple de tratamientos se hizo mediante el test de Diferencia Mínima Significativa (DMS). También se analizaron las diferencias entre primavera y verano mediante el test "t" a fin de probar diferencias respecto de cero. Para el análisis estadístico, los porcentajes de recuperación de N fueron transformados a grados por falta de normalidad (Snedecor y Cochran, 1971).

Resultados y Discusión

Rendimientos de materia seca (MS) y eficiencia de utilización del nitrógeno (EUN)

En el análisis de los rendimientos de MS y de EUN se encontraron interacciones entre ciclos y tratamientos ($p < 0,05$) y, en cada estación, especies x niveles de N ($p < 0,05$). Durante el ciclo de crecimiento 2001-02 los rendimientos primaverales respondieron positivamente a la fertilización nitrogenada (Cuadro 1). Si bien dentro de cada especie los incrementos de MS fueron significativos en todos los casos ($p < 0,05$), en *E. curvula* y *D. eriantha* las diferencias entre los tratamientos con 40 y 80 kg/ha de N fueron de poca magnitud. Entre especies sobresalen los rendimientos de *A. pubescens* y *E. curvula* que superaron a los de *D. eriantha* en los tres niveles de N ($p < 0,05$). Los rendimientos del verano

fueron marcadamente más bajos que los de primavera y al analizar las diferencias de los pares entre ambas estaciones se halló significancia en todos los casos ($p < 0,05$). Esto respondió a las naturales diferencias climáticas entre estaciones que, además, estuvieron exacerbadas porque las precipitaciones estivales fueron escasas y mal distribuidas (Figura 1). En esta estación, *A. pubescens* fue la de mayor rendimiento en todos los tratamientos ($p < 0,05$). En *E. curvula* no hubo influencia de la fertilización ($p > 0,05$) y en las otras dos especies la principal diferencia fue la del tratamiento testigo respecto de los fertilizados ($p < 0,05$), aunque los incrementos fueron escasos. Los rendimientos totales anuales destacaron claramente a *A. pubescens* en los tres niveles de N ($p < 0,05$) y *E. curvula* sólo superó a *D. eriantha* en el testigo ($p < 0,05$).

Cuadro 1: Rendimiento primavero-estival de materia seca durante dos ciclos de crecimiento (kg/ha).
Table 1: Spring-summer dry matter yields during two growth cycles (kg/ha).

Especies	Nivel de N kg/ha	Ciclo 2001-02			Ciclo 2002-03		
		Primavera	Verano	T. Anual	Primavera	Verano	T. Anual
<i>A. pubescens</i>	0	2190 d	1515 b	3705 c	1605 e	2130 c	3735 c
	40	2550 c	1815 a	4366 b	2480 b	2295 b	4775 b
	80	2960 a	1800 a	4760 a	2850 a	2565 a	5415 a
<i>E. curvula</i>	0	1700 e	807 ef	2507 e	1343 f	571 I	1914 g
	40	2700 b	741 f	3441 d	2314 c	1067 g	3381 e
	80	2899 a	800 ef	3699 c	2514 b	1186 f	3700 c
<i>D. eriantha</i>	0	1071 f	858 e	1929 f	957 g	658 h	1615 h
	40	2285 d	1100 d	3385 d	1586 e	1486 e	3071 f
	80	2486 c	1286 c	3771 c	1857 d	1742 d	3599 d
E. estándar		35,4	26,1	45,8	22,3	26,2	29,8

En cada columna se compara la interacción especies x nivel de N. Promedios seguidos de distinta letra difieren significativamente ($p < 0,05$).

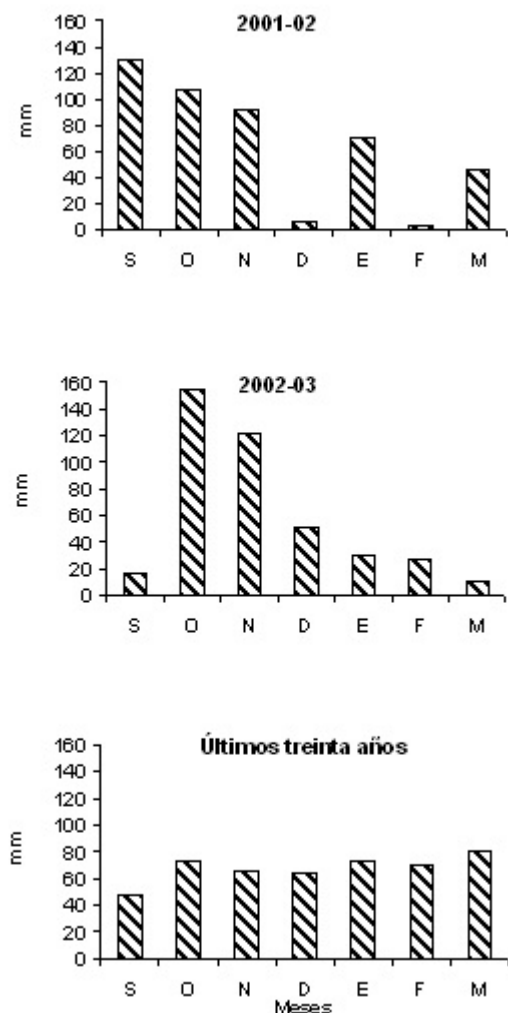


Figura 1: Precipitaciones mensuales entre septiembre y marzo en los dos ciclos y el promedio de los últimos treinta años (mm).

Figure 1: Monthly precipitations between September and March in the two cycles and average of the last thirty years (mm).

En el ciclo 2002-03 las precipitaciones no difirieron mayormente de las del primero (Figura 1) ya que la primavera fue lluviosa y, si bien, en este segundo verano también llovió por debajo del promedio, la distribución fue mejor que en el primero. En la

primavera se encontró respuesta a la fertilización en las tres especies ($p < 0,05$) aunque en el caso de *E. curvula* el rendimiento con 80 kg/ha de N fue sólo 8,6% mayor que con 40 kg/ha de N. *A. pubescens* fue la de más altos rendimientos y nuevamente los de *D. eriantha* significativamente inferiores ($p < 0,05$). Es importante resaltar la diferente duración de los ciclos de crecimiento entre estas especies. En trabajos anteriores se encontró que el rebrote primaveral de *E. curvula* fue más temprano que el de *A. pubescens* (Mynhardt et al., 1994) y que el de *D. eriantha* (Gargano et al., 1997). En el presente trabajo se ratificó esa característica de *E. curvula* y, por ello, su ciclo de crecimiento fue más largo que los de *A. pubescens* y *D. eriantha* dado que estas tres especies detuvieron su crecimiento simultáneamente al comienzo del mes de abril en cada año. En el promedio de ambos ciclos, el primer corte de *E. curvula* se efectuó 29 y 31 días antes que los de *D. eriantha* y *A. pubescens*, respectivamente. Esto, que representa una importante ventaja comparativa de *E. curvula*, explica su mayor rendimiento primaveral respecto de *D. eriantha* pero, en cambio, la productividad de *A. pubescens* fue similar o mayor que la de *E. curvula*. En el segundo verano, los rendimientos de *A. pubescens* sobresalieron aún más que en el primero en todos los tratamientos ($p < 0,05$) y su respuesta a la fertilización, si bien significativa ($p < 0,05$), fue pobre. En las otras dos especies se destaca la diferencia de los tratamientos fertilizados respecto del testigo ($p < 0,05$). Los rendimientos de este verano también fueron inferiores a los de primavera ($p < 0,05$), aunque con diferencias de menor magnitud que en el primero y con la excepción del testigo de *A. pubescens*. La alta productividad de *A. pubescens* quedó también expresada en el total anual de este segundo ciclo y, en el promedio general de ambos ciclos, esta forrajera produjo 46,7 y 57,5% más MS que *E. curvula* y *D. eriantha*, respectivamente. Esto difiere de los resulta-

dos de otros tres trabajos en los que se reportó que los rendimientos de *A. pubescens* fueron superados por *D. eriantha* (Dannhauser, 1991), por *E. curvula* (Mynhardt et al., 1994) y por ambas (Snyman, 1994). Por otra parte, la comparativamente menor sensibilidad de *A. pubescens* a la fertilización nitrogenada quedó asimismo reflejada en el promedio general de ambos ciclos. Esto muestran las dos primeras líneas del Cuadro 2 donde los incrementos de MS de *A. pubescens* con 40 y 80 kg/ha de N fueron, respecto del testigo, sustancialmente más bajos que los de las otras dos gramíneas y, particularmente, que los de *D. eriantha*. En un estudio previo en el mismo sitio experimental se encontró que el N incrementó los rendimientos de *D. eriantha* significativamente más que los de *E. curvula* aunque con diferencias de menor magnitud que las del presente (Gargano y Adúriz, 2004). En cambio, otros autores señalaron que los requerimientos de N de *D. eriantha* fueron claramente menores que los de *E. curvula* y *A. pubescens* (Du Toit et al., 1973; Burger et al., 1975; Pretorius et al., 1975; Kruger, 1981, citados por Pieterse y Rethman, 1995).

En síntesis, los rendimientos de MS de *A. pubescens* fueron en general superiores a los de *E. curvula* y *D. eriantha* y, en particular, en ambos veranos donde las precipitaciones fueron deficitarias. Esto último -que

indicaría que *A. pubescens* tiene menores requerimientos de humedad- y su menor respuesta al N, coinciden con los reportes de Nursey y Kruger (1973) y Fourie et al. (1987). La baja sensibilidad de *A. pubescens* a las deficiencias nutricionales ha sido señalada como uno de sus atributos más importantes (Fourie et al., 1987; Donaldson, 1992). Finalmente, de la última línea del Cuadro 2 se desprende que en estas tres gramíneas no tendría justificación la aplicación de 80 kg/ha de N ya que los incrementos de rendimientos respecto de la dosis de 40 kg/ha de N fueron bajos. Esto corrobora resultados previos en *E. curvula* y *D. eriantha* (Gargano y Adúriz, 2004).

Los resultados de los análisis de la EUN se presentan en la Figura 2. En la primavera del primer año las EUN de *E. curvula* y *D. eriantha* superaron claramente a la de *A. pubescens* y, además, fueron más altas con 40 que con 80 kg/ha de N ($p < 0,05$). En el verano fueron bajas en *A. pubescens* y en *D. eriantha* e incluso negativas en *E. curvula*. En la primavera del siguiente año hubo mayor equilibrio entre especies y la EUN fue siempre mayor con 40 kg/ha de N ($p < 0,05$). En el segundo verano se repitió la magra EUN de *A. pubescens* pero se incrementó en las otras especies, cuyos valores fueron también más altos con menos N ($p < 0,05$). En ambos ciclos la EUN fue más alta en primavera, a excepción de *D. eriantha* en el

Cuadro 2: Incrementos de rendimientos de materia seca totales anuales entre niveles de N, promedios de ambos ciclos anuales (%).

Table 2: Increases in total annual dry matter yields between N levels, averages of both annual cycles (%).

Tratamientos comparados kg/ha de N	<i>A. pubescens</i>	<i>E. curvula</i>	<i>D. eriantha</i>
0 y 40	29,8	57,0	82,9
0 y 80	37,8	70,4	109,2
40 y 80	11,2	8,4	14,2

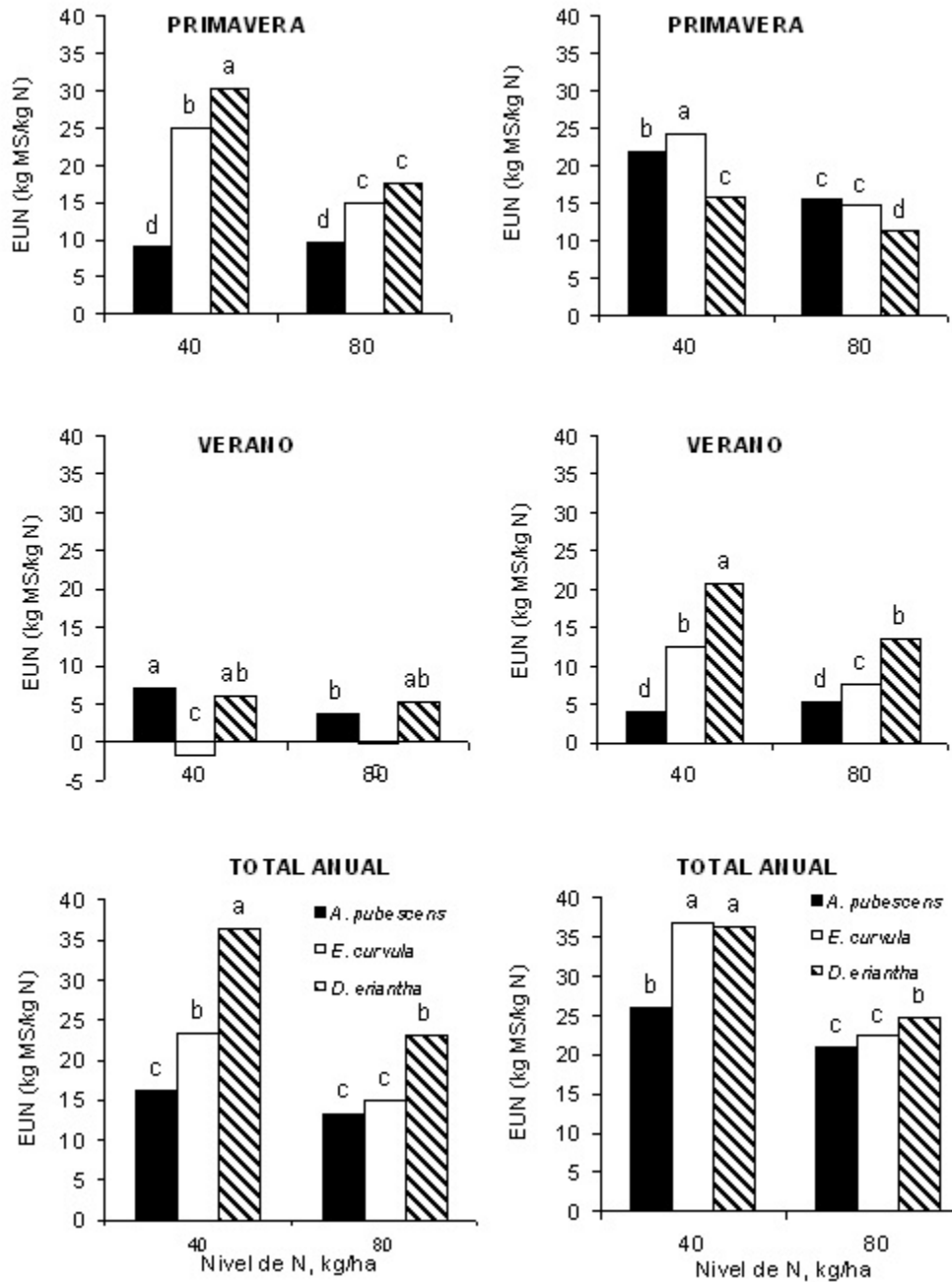


Figura 2: Eficiencia de utilización del nitrógeno en cada ciclo (kg MS/kg N). En cada estación y total anual, promedios seguidos de distinta letra difieren significativamente ($p < 0,05$).

Figure 2: Nitrogen utilization efficiency in each cycle (kg DM/kg N). In each season and annual total, means followed by a different letter are significantly different ($p < 0,05$).

segundo ciclo. Esta diferencia entre estaciones puede atribuirse a la combinación de los siguientes factores: incorporación de la totalidad del N al inicio del rebrote primaveral, abundantes lluvias primaverales y escasas en el verano.

Es muy probable que las respuestas comparativas de MS y EUN entre estaciones aquí encontradas puedan modificarse parcialmente mediante la fertilización dividida en ambas estaciones puesto que en *D. eriantha* se reportó que los rendimientos promedio estivales y totales fueron más altos que con la aplicación total (Gargano et al., 2003). Por otra parte, en ambos veranos la EUN de *D. eriantha* superó a la de *E. curvula* ($p < 0,05$) y ello abona la hipótesis, planteada en otro trabajo reciente (Gargano y Adúriz 2004), que cuando la humedad es limitante la primera especie utilizaría el N más eficientemente que la segunda. Con respecto a la EUN total anual cabe señalar primero que *A. pubescens*, acorde con su baja respuesta en MS a la fertilización (Cuadro 1), fue la de menor EUN. Y segundo, que en las tres gramíneas fue mayor con 40 kg/ha de N en ambos ciclos ($p < 0,05$), ratificando la recomendación antes señalada en cuanto a la dosis a emplear. Los totales anuales más altos, que fueron logrados con 40 kg/ha de N por *D. eriantha* en ambos ciclos y *E. curvula* en el segundo, se consideran satisfactorios ya que fueron sólo 4,2 puntos inferiores a mayor valor logrado por *D. eriantha* en el mismo sitio experimental en un ciclo climáticamente más favorable (Gargano et al., 2003).

Proteína bruta (PB) y recuperación de N (RN)

En la PB no se produjo interacción entre ciclos y tratamientos ($p > 0,05$), por lo cual en la Figura 3 se presenta el promedio de ambos ciclos.

Se puede ver que en cada nivel de N *A. pubescens* superó a las otras dos gramíneas en primavera y en el total anual ($p < 0,05$) aunque no en verano.

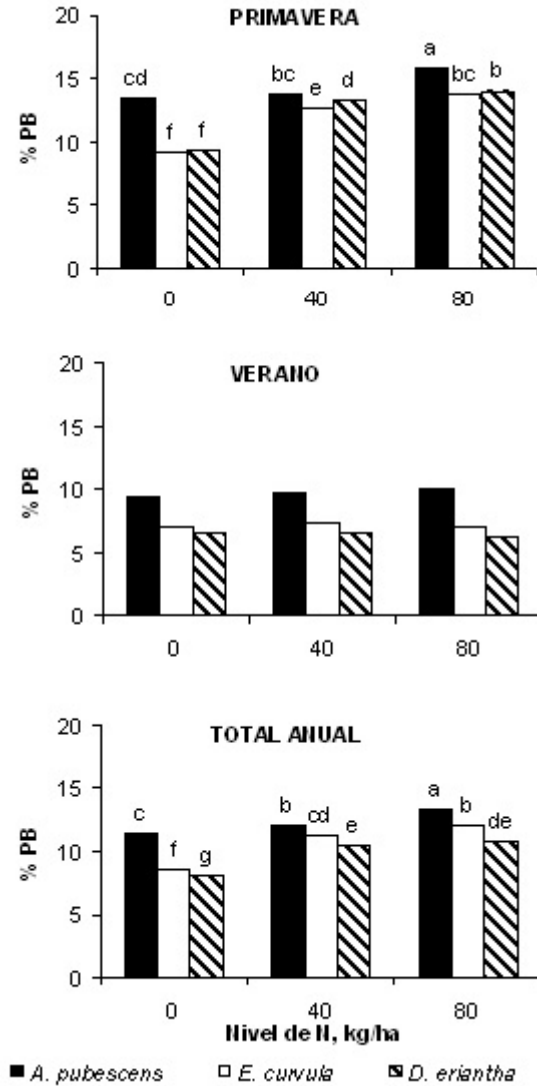


Figura 3: Proteína bruta promedio de ambos ciclos (%). Primavera y total anual: interacción especies x nivel de N. Verano: difirieron los promedios de los tres niveles de N entre especies. Promedios seguidos de distinta letra difieren significativamente ($p < 0,05$).

Figure 3: Average crude protein content in both cycles (%). Spring and annual total: species x N level interaction. Summer: averages of the three N levels differed between species. Means followed by a different letter are significantly different ($p < 0,05$).

En la primavera se hallaron resultados destacables. Por una parte, hubo incremento de la PB con cada aumento de nivel de N ($p < 0,05$), excepto en *A. pubescens* entre 0 y 40 kg/ha de N. No obstante, las diferencias entre 40 y 80 kg/ha de N fueron de pequeña magnitud -particularmente en *E. curvula* y *D. eriantha*- y los porcentajes de PB con 40 kg/ha de N resultan plenamente satisfactorios para cubrir los requerimientos de las vacas de cría (NRC, 1996) que es el principal destino de estas forrajeras. Y por otra, sobresale el alto valor de PB del testigo de *A. pubescens*, que fue alrededor del 46% más alto que los de *E. curvula* y *D. eriantha*, lo cual constituye una trascendente cualidad forrajera. La escasa respuesta de *A. pubescens* a la aplicación de N, también encontrada en la evaluación de MS, coincide con los resultados de Fourie et al. (1987) aunque este autor reportó en un trabajo anterior que esa gramínea tuvo una reacción favorable a dicho nutriente (Fourie et al., 1984). Los promedios de *E. curvula* y *D. eriantha* fueron similares en cada tratamiento.

En el verano no hubo respuesta a la fertilización con N en las tres gramíneas y los valores de PB hallados fueron significativamente más bajos que los de la primavera ($p < 0,05$). Las razones de estas marcadas diferencias entre ambas estaciones fueron precedentemente mencionadas. La comparación estival entre especies confirma la superioridad de *A. pubescens* cuyo promedio fue 34,7 y 51,2% más alto que los de *E. curvula* y *D. eriantha*, respectivamente.

La PB total anual prácticamente reproduce la tendencia primaveral pero con valores inferiores por la caída de la PB estival.

Los porcentajes de PB de *A. pubescens* superaron claramente los valores hallados por otros autores que en los testigos o en los fertilizados con 60 ó 70 kg/ha de N reportaron promedios que oscilaron entre 6,5 y 9,0% (Fourie et al., 1987; Dannhauser, 1991; Snyman, 1994).

En la RN se encontró interacción entre ciclos y tratamientos ($p < 0,05$) (Cuadro 3). Los rendimientos de MS y PB hacían prever que la RN primaveral sería, en ambos años, considerablemente mayor que la estival en

Cuadro 3: Recuperación de N en cada ciclo (%).
Table 3: N recovery in each cycle (%).

Especies	Nivel de N	Ciclo 2001-02			Ciclo 2002-03		
	kg/ha	Primavera	Verano	T. Anual	Primavera	Verano	T. Anual
<i>A. pubescens</i>	40	27,1 c	14,9	42,0 d	47,4 b	7,5 d	54,8 c
	80	35,2 c	9	44,2 d	46,1 b	10,2 bcd	56,3 c
	prom.		12,0 a				
<i>E. curvula</i>	40	71,1 a	-0,7	70,4 b	71,3 a	14,7 b	85,0 a
	80	47,7 b	-0,3	47,4 cd	46,3 b	9,0 cd	55,3 c
	prom.		-0,5 c				
<i>D. eriantha</i>	40	80,1 a	7,6	87,7 a	49,5 b	20,7 a	70,2 b
	80	50,2 b	5,4	55,6 c	34,3 c	12,7 bc	47,0 c
	prom.		6,5 b				
E. estándar		2,9	1,1	3	2,2	1,6	3,3

En cada columna se compara la interacción especies x nivel de N. Promedios seguidos de distinta letra difieren significativamente ($p < 0,05$).

todas las gramíneas ($p < 0,05$). En la primavera de 2001-02 la RN de *A. pubescens* muestra escasas diferencias entre ambos niveles de N ($p > 0,05$) y fue claramente menor que las de *E. curvula* y *D. eriantha* ($p < 0,05$), en las que se destacaron la RN con 40 kg/ha de N ($p < 0,05$). En el verano prácticamente no hubo influencia del nivel de N. Las RN fueron bajas o ligeramente negativas y, por ello, la RN total anual fue un reflejo de la primavera. En la primavera de 2002-03 la RN tuvo una tendencia similar a la del primer ciclo y el valor más alto correspondió a *E. curvula* con 40 kg/ha de N. En el segundo verano las RN de *E. curvula* y *D. eriantha* fueron más altas que las del primero. Los totales anuales de ambos ciclos también tuvieron una tendencia similar. Estos resultados permiten sintetizar, por un lado, que en las tres especies la RN con 40 kg/ha de N fue similar o más alta que con 80 kg/ha de N y que, en general, con la dosis más baja las RN de *E. curvula* y *D. eriantha* fueron más altas que la de *A. pubescens* ($p < 0,05$). Sin embargo, esto último no representa una desventaja para *A. pubescens* ya que dicha respuesta obedece, principalmente, al alto contenido de PB de su testigo. Por otro, las RN de *E. curvula* y *D. eriantha* fueron, en promedio, más altas que las halladas previamente (Gargano y Adúriz, 2004). Y, finalmente, este parámetro también sugiere la utilización de la dosis de N más baja.

Conclusiones

El ciclo de crecimiento de *E. curvula* comenzó alrededor de un mes antes que los de *D. eriantha* y *A. pubescens* lo cual representa una ventaja trascendente en la planificación de una cadena de pastoreos.

La superioridad productiva de *A. pubescens*, particularmente en ambos veranos cuyas lluvias fueron deficientes, su menor sensibilidad a la fertilización nitrogenada y el mayor contenido proteico de su testigo,

respecto de *E. curvula* y *D. eriantha*, evidencian que tiene menores requerimientos de humedad y de nitrógeno. Estos resultados revelan que *A. pubescens* es una gramínea promisoría para la región semiárida bonaerense y sugieren analizar su respuesta a otras variables.

En las tres gramíneas sería recomendable fertilizar con una dosis cercana a los 40 kg/ha de N. Con este nivel de N se obtuvieron en *E. curvula* y *D. eriantha* considerables incrementos de la cantidad y calidad del forraje aunque en *A. pubescens* sólo se mejoró la productividad de materia seca.

Agradecimientos

A la Secretaría de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Sur por su aporte financiero.

Bibliografía

- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-Total. In: Sparks, D.L., Page, A.L., Helmke, P.A., Loeppert, R.H., Soltanpour, P.N., Tabatabai, M.A., Johnston, C.T. y Summer, M.E. (Eds.), *Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods*, 1085-1123. Madison, Wisconsin (U.S.A.), American Society of Agronomy.
- Cairnie, A.G. 1991. El Pasto Llorón en los Sistemas de Producción Ganadera. In: *El Pasto - Llorón. Su Biología y Manejo*. Fernández, O.A., Bredan, R.E. y Gargano, A.O. (Eds.). CERZOS-UNS: 349-366.
- Dannhauser, C.S. 1991. The herbage yield and quality of three grass species on two marginal maize soils at Potchestroom. *J. Grassl. Soc. S. Afr.* 83: 120-121.
- Donaldson, C.H. 1992. Bottlebrush grass (*Anthephora pubescens* Nees). *Farm. S. Afr.* 2, 4pp.
- Elías, F. y Castellví Sentís, F. 1996. Clasificaciones climáticas. In: *Agrometeorología*. Ediciones Mundi Prensa (Madrid), Cap. 12, pp. 279-315.
- Fourie, J.H., DU Pisani, L.G. and Baard, M.A. 1984. The production, digestibility and chemical composition of five ecotypes of *Anthephora pubescens* Nees on three soil types. *Inter. Grassl. Soc. S. Afr.* 1: 9-12.

- Fourie, J.H., Du Pisani, L.G. and Donaldson, C.H. 1987. Fertilizer requirements and production of *Anthephora pubescens* Nees on a soil of the Mangano series in the Northern Cape. *Inter. Grassl. Soc. S. Afr.* 4: 109-112.
- Frasinelli, C.A., Stritzler, N.P., Veneciano, J.H., Casagrande, J.R., Marchi, A. y Funes, M.O. 1992. "Digitaria eriantha". Una forrajera estival promisoría. *La Ciencia y Tecnología en el Desarrollo de la Provincia de San Luis. Revista de Divulgación* 2, 17 pp.
- Gargano, A.O., Adúriz, M.A. y Saldungaray, M.C. 1997. Evaluación de *Digitaria eriantha* y *Eragrostis curvula* durante el ciclo de crecimiento y en diferimiento. 1. Rendimientos de materia seca. *Rev.Arg.Prod.Anim.* 17:365-373.
- Gargano, A.O., Adúriz, M.A., Busso, C.A. and Amela, M.I. 2003. Nitrogen and Row Spacing in *Digitaria eriantha*. Production and Digestibility. *J. Range Manage.* 56: 483-488.
- Gargano, A.O. and Adúriz, M.A. 2004. Yield and quality of *Digitaria eriantha* and *Eragrostis curvula* with nitrogen fertilisation in Argentina. *Trop. Grasslands* 38: 178-185.
- Moolman, A.C., Van Rooyen, N. and Van Rooyen, M.W. 1996. The effect of drought stress on the dry matter production, growth rate and biomass allocation of *Anthephora pubescens* Nees. *S. Afr. J. Bot.* 62: 41-45.
- Mynhardt, J.E., Van Rooyen, M.W. and Theron, G.K. 1994. Competitive ability of two grass species: *Anthephora pubescens* and *Eragrostis curvula*. 1. Yield and biomass allocation. *S. Afr. J. Bot.* 60: 261-268
- Novoa, R. and Loomis, R.S. 1981. Nitrogen and plant production. *Plant Soil* 58: 117-204.
- N.R.C. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle (7th Ed.). National Academy Press, Washington, D.C.
- Nurse, W.R.E. and Kruger, A.H. 1973. The effect of spring mowing and burning on seed and dry matter production of *Anthephora pubescens* Nees. *Proc. Grassl. Soc. S. Afr.* 8: 123-128.
- PIETERSE, P.A. and RETHMAN, N.F.G. 1995. Research note: Level of nitrogen fertilization and the dry matter yield of *Digitaria eriantha* cv. Irene in the Transvaal middleveld. *Afr. J. Range For. Sci.* 12: 87-88.
- Rethman, N.F.G. and de Witt, C.C. 1991. The value of subtropical grass pastures for use as foggage on the eastern Transvaal Highveld. *J. Grassl. Soc. S. Afr.* 8: 19-21.
- Sanchez, L.F. y Kruger, H.R. 1981. Los suelos del campo Palihue de la Universidad Nacional del Sur, 10 pp.
- Snedecor, G.W. y Cochran, W.G. 1971. Métodos estadísticos. Compañía Editorial Continental (México).
- Snyman, H.A. 1994. Evapotranspiration, water-use efficiency and quality of six dryland planted pasture species and natural vegetation, in a semi-arid rangeland. *Afr. J. Range For. Sci.* 11: 82-88.
- USDA, 1999. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Second Edition, USDA: Washington, D.C.