

Efectos de la frecuencia de corte, distancia de siembra y fertilización nitrogenada en *Digitaria eriantha* cv. Irene

A. O. Gargano¹ y M.A. Adúriz

Departamento de Agronomía, Universidad Nacional del Sur. CONICET 8000, Bahía Blanca, Argentina

Effects of cutting frequency, row spacing and nitrogen fertilization in *Digitaria eriantha* cv. Irene

ABSTRACT. During the yearly cycles 2000-2001 and 2001-2002 an experiment was conducted with the perennial grass, *Digitaria eriantha* cv. Irene, at Bahía Blanca (Argentina). In randomized blocks-design with three replications and a 2 x 2 x 3 factorial arrangement of treatments, the factors studied were: 1) cutting frequency: continuous, whenever the plants reached a height of 26-28 cm; and seasonal, with one cutting at the end of spring and of summer; 2) row spacing: 30 and 50 cm; and 3) levels of nitrogen fertilization: 0, 50, and 100 kg/ha. Forage harvested in spring and summer was weighed to determine dry matter yields per season and annual total (MS, kg/ha). Crude protein content (% PC), CP yield (kg/ha), efficiency of N utilization (ENU, kg MS/kg N) and N recovery in forage (% NR) were also determined. Fertilization was the most influential factor in addition to rainfall. Mean total yields of DM with 0, 50, and 100 kg N/ha were, in drier 2000-2001: 1632, 2122, and 2539 kg/ha, and in rainier 2001-2002: 2564, 4474, and 4708 kg/ha, respectively. Mean of CP of both years for the same N levels, were 6.8, 9.0, and 10.7, respectively. Yields of CP were also highest with 100 kg N/ha, but ENU and NR were better with the lower level of N application. This result suggests that N fertilization at a level close to 50 kg/ha is recommendable. Continuous cutting reduced forage yields ($P < .05$), but gave higher % CP relative to seasonal cutting ($P < .05$). Row spacing had no consistent effect on these variables, but 30 cm is favored to reduce soil erosion.

Key words: *Digitaria*, dry matter yields, forage quality, fertilization.

© 2005 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2005. 13(1): 1-12

RESUMEN. Durante los ciclos 2000-01 y 2001-02 se realizó un ensayo con *Digitaria eriantha* cv. Irene en Bahía Blanca (Argentina). Con un diseño factorial 2x2x3 en bloques aleatorizados y tres repeticiones se estudiaron: 1) frecuencia de corte: continuo, cada vez que las plantas alcanzaban 26-28 cm de altura; y estacional, con cortes al finalizar la primavera y el verano, 2) distancia de siembra: 30 y 50 cm, y 3) niveles de fertilización nitrogenada: 0, 50 y 100 kg/ha de N. El forraje cosechado en primavera, verano y total anual fue pesado a fin de calcular los rendimientos de materia seca (MS, kg/ha). Además, se determinaron el contenido de proteína bruta (PB, %), rendimientos de MS proteica (MSP, kg/ha), eficiencia de utilización del N (EUN, kg MS/kg N) y recuperación del N (RN, %). En relación a la precipitación pluvial, el fertilizante fue el factor más influyente. Los rendimientos de MS promedios totales con 0, 50 y 100 kg/ha de N, fueron en 2000-2001 (ciclo mas seco): 1632, 2122 y 2539 kg/ha, respectivamente, y en 2001-2002 (ciclo mas lluvioso): 2564, 4474 y 4708 kg/ha, respectivamente. Los contenidos de PB promedio de ambos ciclos, para los mismos niveles de N, fueron 6.8, 9.0 y 10.7%, respectivamente. Los rendimientos de MSP fueron mayores con 100 kg N/ha, pero EUN y RN fueron mejores al menor nivel de aplicación de N. Estos resultados sugieren la fertilización con N a una dosis próxima a los 50 kg/ha. Los cortes continuos redujeron los rendimientos de forraje ($P < 0.05$), pero el porcentaje de PB fue mayor respecto de los cortes estacionales ($P < 0.05$). La distancia de siembra no tuvo un efecto consistente, pero se favorece la de 30 cm para mejorar la protección del suelo.

Palabras clave: *Digitaria*, rendimientos, calidad forrajera, fertilización.

Recibido Marzo 18, 2004. Aceptado: Noviembre 10, 2004.

¹E-mail: agargano@uns.edu.ar

Introducción

La región semiárida de la Provincia de Buenos Aires (Argentina) ocupa 5.92 millones de hectáreas (Prego, 1964) y alrededor de las tres cuartas partes de dicha superficie está destinada a la actividad ganadera de cría y recría de vacunos para carne (Gargano y Adúriz, 1999). La mayor limitante que tienen esos sistemas ganaderos es que no disponen de una oferta de forraje continua y adecuada a los requerimientos nutritivos de los animales a lo largo del año. Los principales componentes de dicha oferta forrajera son el campo natural y, en menor proporción, forrajeras cultivadas perennes y anuales. Entre las perennes se destaca sin lugar a dudas *Eragrostis curvula* cuyos rendimientos anuales son altos pero en los estadios reproductivos disminuye marcadamente su calidad forrajera (Vera *et al.*, 1973; Holt y Dalrymple, 1979). Por ello, resulta imprescindible el estudio de otras forrajeras perennes a fin de determinar su posible contribución a la cobertura satisfactoria de dicha demanda alimenticia. *Digitaria eriantha* es otra forrajera perenne C_4 que, como *E. curvula*, es de origen africana y se adapta a una amplia gama climática y edáfica (Dannhauser, 1991; Pieterse y Rethman, 1995; Clarke *et al.*, 2000). Estas dos forrajeras fueron experimentalmente comparadas en diferentes ambientes semiáridos y subhúmedos y, en general, se encontró que *D. eriantha* produjo menos forraje pero de mayor valor nutritivo que *E. curvula* (Grunow *et al.*, 1984; Snyman, 1994; Rethman *et al.*, 1997; Sanderson *et al.*, 1999). Resultados similares fueron encontrados en la región semiárida bonaerense (Gargano *et al.*, 1997a; 1997b; 2001) pero la información sobre *D. eriantha* actualmente disponible en dicha región es escasa y resulta necesario evaluar su respuesta a otras variables básicas de manejo.

El objetivo del presente trabajo fue analizar los efectos de la frecuencia de corte, la distancia de siembra y la fertilización nitrogenada sobre los rendimientos de materia seca y contenido proteico del forraje cosechado en primavera y verano.

Materiales y Métodos

El experimento se efectuó durante los ciclos anuales 2000-2001 y 2001-2002 en Bahía Blanca, ubicada en el sudoeste de la Provincia de Buenos Aires, Argentina (38° 44' S, 62° 10' W). El suelo pertenece al Subgrupo Ustipsament petrocálcico (USDA, 1999), posee textura areno-franco, es pobre en materia orgánica y altamente susceptible a la erosión principalmente eólica (Sánchez y Kruger, 1981).

Las parcelas experimentales fueron sembradas en la primavera de 1999 y se mantuvieron libres de ma-

lezas mediante un control mecánico permanente.

Se utilizó un diseño factorial (2x2x3) en bloques totalmente aleatorizados con tres repeticiones, y se estudiaron:

1) Frecuencia de corte: a) continuo, se cortó cada vez que las plantas alcanzaban 26-28 cm de altura modal y b) estacional, un corte al finalizar la primavera y otro al finalizar el verano. En ambos tratamientos se dejó un remanente de 5 cm de altura.

2) Distancia entre líneas de siembra: 30 y 50 cm. Se empleó una densidad de 3 kg/ha.

3) Niveles de fertilización nitrogenada: 0 (testigo), 50 y 100 kg/ha de N. El fertilizante fue urea granulada y se distribuyó al voleo en la segunda semana de octubre después de una lluvia no inferior a 4-5 mm, o un riego equivalente, a fin de asegurar su disolución e incorporación al suelo.

Cada parcela estaba compuesta por cuatro líneas de 3.0 m de largo. Por lo tanto, las superficies de las parcelas sembradas en líneas a 30 y 50 cm eran de 3.6 y 6.0 m², respectivamente. A partir del rebrote primaveral se dio por iniciado el experimento. Los cortes se hicieron con tijeras de esquila dejando como borduras las dos líneas externas y 0.5 m en las cabezas. El forraje se secó a 60 °C hasta peso constante en estufa con circulación forzada de aire, se pesó y se molió una muestra en un molino de cuchillas tipo Wiley con tamiz de 1 mm de diámetro.

Las determinaciones fueron:

(1) Rendimientos de materia seca (MS, kg/ha), en a) primavera, b) verano y c) total anual, por sumatoria de las anteriores. En el tratamiento de cortes continuos los rendimientos de primavera y verano se obtuvieron mediante la suma de los rendimientos obtenidos dentro de cada estación.

(2) Proteína bruta (PB, %). En la mencionada muestra de forraje se determinó el N total con el método Kjeldhal semimicro (Bremner, 1996) y se multiplicó por 6.25 para expresarlo como PB.

(3) Rendimiento de MS proteica (kg/ha). Se calculó mediante el producto de los rendimientos de MS y el porcentaje de PB.

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

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

(5) Recuperación del N (%)

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

Para el análisis estadístico, y debido a la falta de normalidad, estos porcentajes fueron convertidos a

grados mediante transformación angular (Snedecor y Cochran, 1971).

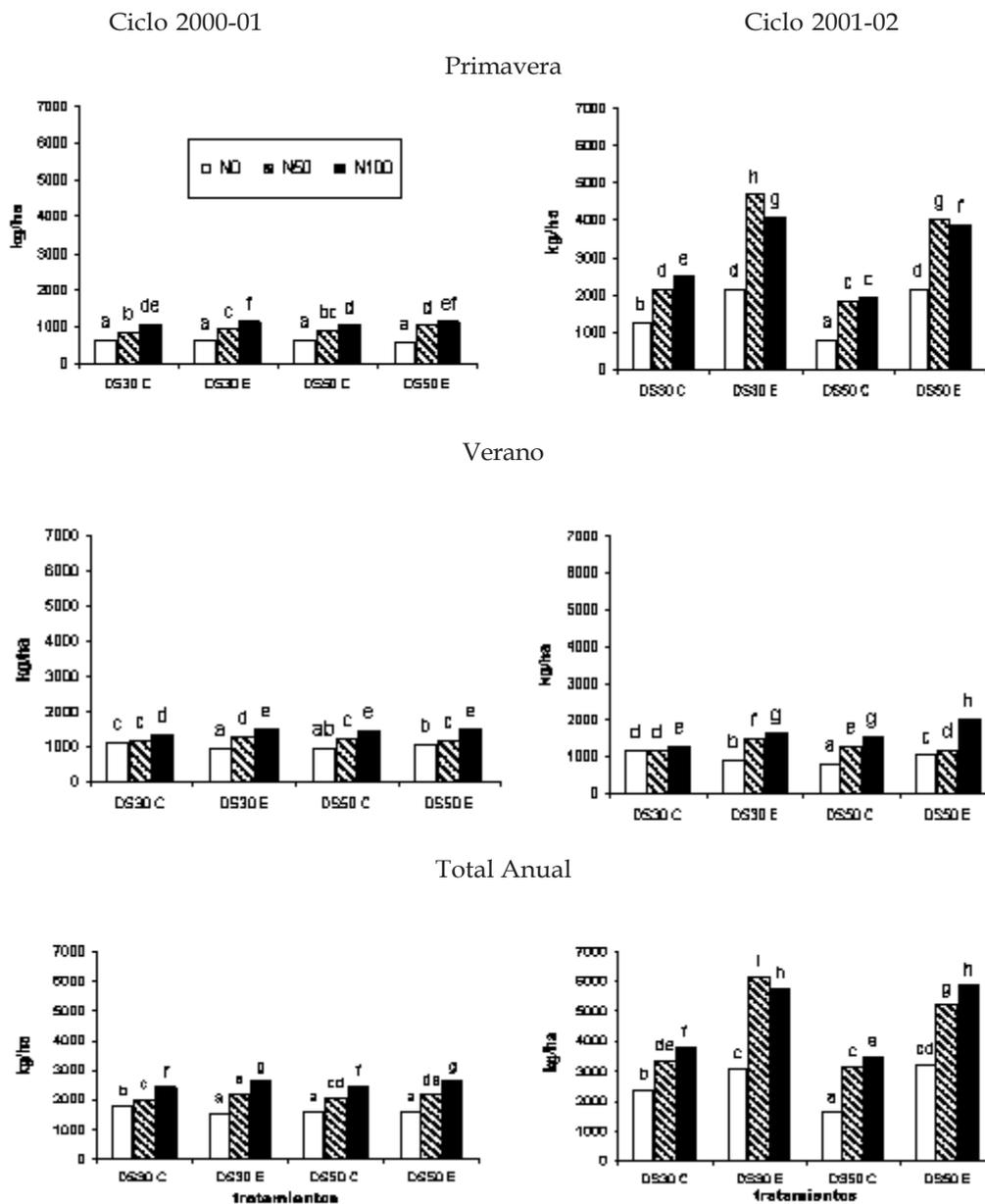
Los resultados de las determinaciones fueron sometidos al análisis de la varianza (ANOVA). El modelo fue un ANOVA triple e incluyó el factor años (parcelas divididas en el tiempo). Cuando hubo interacciones, las comparaciones múltiples se hicieron con el cuadrado medio del error combinado obtenido con la fórmula de Satterthwaite (Steel y Torrie, 1988). En las comparaciones múltiples de medias se empleó la prueba de Tukey, y para comparar sólo 2 medias, la prueba «t».

Resultados y Discusión

En todos los parámetros determinados en primavera, verano y totales anuales se encontraron interacciones entre tratamientos y ciclos ($P < 0.01$) y, por ello, los resultados de cada ciclo fueron analizados por separado.

Rendimientos de Materia Seca (MS). Los resultados están representados en la Figura 1. En todos los casos se produjo la interacción triple distancia de siembra x frecuencia de corte x nivel de N ($P < 0.05$).

Las interacciones entre tratamientos x ciclos res-



En primavera, verano y total anual hubo interacción triple. Promedios seguidos de distinta letra son significativamente diferentes ($P < 0.05$).

Figura 1. Rendimientos de materia seca (kg/ha) en primavera, verano y total anual en cada ciclo. DS: distancia de siembra; C: cortes continuos; E: cortes estacionales.

pondieron a las diferencias climáticas entre ambos ciclos. En el Cuadro 1 se puede ver que en la primavera de 2000 las precipitaciones -principalmente- y las temperaturas medias de gran parte de esa estación fueron inferiores a las de la primavera de 2001. Como consecuencia de esto, el rebrote y crecimiento de la primavera de 2000 fue más lento y en todos los tratamientos de corte continuos se efectuó una única defoliación al finalizar esa estación en coincidencia con el corte que, por fecha, correspondía efectuar a los tratamientos estacionales. Por ello, dentro de cada nivel de N, los rendimientos de ambas frecuencias de corte fueron muy similares y tampoco hubo, en general, efecto de la distancia de siembra ($P > 0.05$). En cambio, la fertilización con 50 y 100 kg/ha de N incrementó los rendimientos ($P < 0.05$), que en promedio para esos niveles fueron 50.7 y 71.9 % más altos que el testigo, respectivamente. Esto puso en evidencia que el incremento de rendimiento de *D. eriantha* por la fertilización nitrogenada (Rethman, 1987; Gargano *et al.*, 2003) cabe esperarlo aún bajo condiciones climáticas parcialmente limitantes. Los rendimientos de la primavera de 2000 fueron sensiblemente inferiores a los de la primavera siguiente ($P < 0.05$) -con promedios de 899 y 2623 kg/ha, respectivamente- y a los obtenidos en primaveras previas en el mismo sitio experimental (Gargano *et al.*, 2003). Las atípicamente altas precipitaciones de la primavera de 2001 (Cuadro 1) produjeron, además, un mayor efecto de los otros tratamientos estudiados. Así, los rendimientos a 30 cm entre líneas fueron, en general, más altos que a 50 cm ($P < 0.05$) y revela que a 30 cm el potencial productivo es mayor. En todos los tratamientos de frecuencia de corte continua se efectuaron dos cortes durante esta segunda primavera y sus rendimientos fueron ampliamente superados por los estacionales ($P < 0.05$). Los escasos estudios sobre manejo de la defoliación en *D. eriantha* demuestran que los cortes más frecuentes deprimie-

ron los rendimientos (Brockett y Gray, 1984; Grunow y Rabie, 1985; Veneciano y Terenti, 1997). Es probable que defoliaciones más frecuentes que el tratamiento de corte continuo aquí utilizado favorezca una disminución aún mayor de los rendimientos incluso cuando haya buena disponibilidad de agua en el suelo. En la segunda primavera la influencia del N fue mayor que en la primera. Los aumentos promedios respecto del testigo fueron 101.2 y 94.3 % con 50 y 100 kg/ha de N, respectivamente ($P < 0.05$). Parece contradictorio que el incremento del rendimiento haya sido algo menor con la mayor dosis de N pero es muy probable que parte del N se haya perdido por lavado, y proporcionalmente más a mayor dosis, porque al día siguiente de la fertilización llovieron 41.1 mm. La pérdida de N por esta causa es alta en suelos que, como el de este trabajo, tienen bajo contenido de arcilla (Simmelsgaard, 1998). Pero, además, cuando se utiliza urea la pérdida de N por emisión gaseosa, que es alta en todos los suelos (Harrison y Webb, 2001), se incrementa por lluvias cuando la urea es granulada (Lightner *et al.*, 1990).

En los rendimientos del verano hubo un efecto variable de la distancia de siembra y la frecuencia de corte. Estas respuestas fueron equivalentes a las halladas en la primavera de 2000 y también serían atribuibles a la baja disponibilidad de agua. En el Cuadro 1 se puede ver que en ambos veranos hubo una distribución irregular de lluvias y que fueron considerablemente inferiores al promedio de la última década. Respecto de la distancia de siembra cabe el siguiente análisis. En sendas revisiones sobre competencia, Donald (1965) y Risser (1969) reportaron que al aumentar la densidad de plantas se incrementa la competencia, lo cual puede deprimir la productividad, y que la humedad del suelo tiene un rol crítico en este proceso. En este experimento quedó en evidencia que esos factores influyeron poco sobre los rendimientos, en coincidencia con resultados de otros

Cuadro 1. Precipitaciones pluviales mensuales (mm) y temperaturas medias (°C) en cada ciclo.*

Meses	2000-01		2001-02		Promedio últimos 10 años	
	mm	°C	mm	°C	mm	°C
Septiembre	53.6	10.8	129.4	11.2	53.1	12.1
Octubre	60.0	13.8	107.6	15.5	52.0	15.6
Noviembre	23.8	17.1	91.4	17.3	68.5	18.6
Diciembre	6.6	21.1	6.4	21.2	78.4	21.7
Enero	17.6	24.5	55.1	22.1	62.9	23.2
Febrero	42.4	24.2	3.6	21.3	66.0	21.8
Marzo	46.8	20.2	46.0	18.5	71.9	19.6
Total	250.8		439.5		452.8	

* Servicio Meteorológico Nacional.

dos ciclos previos (Gargano *et al.*, 2003). En consecuencia, en esta región semiárida y otras similares sería recomendable sembrar a 30 cm entre líneas porque a mayor densidad se incrementan la cobertura, la protección del suelo y el control de malezas (Risser, 1969; Karrow, 1998; Muir *et al.*, 2001). La mencionada limitación climática estival también redujo la influencia de la fertilización nitrogenada y algunos tratamientos no superaron a los testigos o las diferencias, aunque significativas ($P < 0.05$), fueron de escasa magnitud. Esto quedó reflejado en los incrementos promedios con 50 y 100 kg/ha de N que sólo fueron 24.2 y 53.7 % más altos que el testigo, respectivamente, es decir, marcadamente inferiores a los primaverales.

En los rendimientos totales de cada ciclo quedaron expresadas las mencionadas diferencias primaverales. En el 2000-01 la distancia de siembra y la frecuencia de corte tuvieron escasa o nula influencia sobre los rendimientos. En cambio, en el 2001-02, los rendimientos a 30 cm fueron similares o más altos que a 50 cm y se destacaron todos los tratamientos de cortes estacionales ($P < 0.05$). Es indudable que *D. eriantha* es altamente sensible a la defoliación ya que el tratamiento de cortes continuos aquí utilizado simula un sistema de pastoreo moderado. En ambos ciclos hubo respuesta a la fertilización nitrogenada aunque con importantes diferencias. En el 2000-01 los rendimientos aumentaron con cada nivel de N ($P < 0.05$) y los incrementos promedios respecto del testigo fueron 30.0 y 58.6 % con 50 y 100 kg/ha de N, respectivamente. En el ciclo 2001-02 no siempre se produjeron diferencias entre tratamientos y los aumentos promedios, en el mismo orden anterior, fueron de 74.5 y 83.6 %, respectivamente. En este segundo ciclo, además, con 100 kg/ha de N se obtuvieron rendimientos más altos que con 50 kg/ha de N en tres de los cuatro tratamientos ($P < 0.05$) pero los incrementos oscilaron sólo entre 10.2 y 12.9 %, y no serían económicamente beneficiosos.

Con respecto al efecto del N sobre los rendimientos de MS se desprende, por un lado, que la dosis de N a utilizar se debería encontrar alrededor de 50 kg/ha. Y por otro que, de acuerdo con resultados previos (Gargano *et al.*, 2003), sería posible incrementar la respuesta estival a la fertilización mediante la aplicación fraccionada por mitades en ambas estaciones. En ésta y otras gramíneas perennes también se encontró que la respuesta a una aplicación de N fraccionada fue superior a la total (Hanson *et al.*, 1978; Rethman, 1987).

Asimismo, cabe acotar que los rendimientos estacionales aportan información adicional al productor ganadero ya que permitirían estimar la cantidad de forraje disponible para una utilización estratégica ya sea mediante pastoreo o su conservación en

forma de heno. Esta última fue señalada como uno de los destinos importantes de *D. eriantha* (Rethman, 1987).

Nivel de proteína bruta (%PB). A pesar de las mencionadas limitaciones climáticas en la primavera de 2000, en la Figura 2 se puede ver que hubo respuesta a la fertilización nitrogenada ($P < 0.05$). Con 50 y 100 kg/ha de N se obtuvieron incrementos relativos de 43.7 y 72.2 % en contenido de PB, respectivamente, respecto del testigo, los cuales ratifican hallazgos previos en diferentes ambientes (Rethman, 1987; Pieterse y Rehtman, 1995; Gargano *et al.*, 2004). Es importante señalar que en la región semiárida argentina, *D. eriantha* es utilizada principalmente en los sistemas de cría vacuna y que durante la estación primaveral las vacas tienen requerimientos nutritivos crecientes porque se encuentran en plena parición. Por ello, el incremento de %PB provocado por la fertilización tiene gran relevancia ya que, de acuerdo con las tablas del NRC (1996), el promedio de %PB del testigo sería insuficiente incluso para satisfacer los requerimientos de mantenimiento de vacas adultas en gestación. No cabía esperar diferencias de %PB entre los tratamientos de cortes continuo y estacional porque, como se mencionó previamente, sólo se efectuó un corte en ambas frecuencias al finalizar la estación. En la primavera de 2001-02 sobresalieron las diferencias entre frecuencias de corte ($P < 0.05$). Esto se debió a que las abundantes lluvias permitieron realizar dos cortes en el tratamiento continuo que se encontraban en estado vegetativo el primero, y encañazón el segundo. En cambio, el corte del tratamiento estacional al finalizar la primavera se hallaba en un avanzado estado de maduración y ello, indudablemente, redujo fuertemente el porcentaje de PB ($P < 0.05$). Grunow *et al.* (1977) y Grunow y Rabie (1985) determinaron en *D. eriantha* y otras gramíneas perennes estivales que la calidad del forraje disminuye cuando el período de rebrote supera las cuatro semanas. En esta segunda primavera también hubo una respuesta positiva a la fertilización en todos los tratamientos ($P < 0.05$) aunque de escasa magnitud en algunos casos como entre los de cortes continuos con 50 y 100 kg/ha de N. Estas reducidas diferencias entre esos niveles de N fueron equivalentes a las logradas previamente con niveles idénticos (Gargano *et al.*, 2004). Por último, merece destacarse que en ambas primaveras la distancia de siembra prácticamente no tuvo influencia sobre el %PB.

En las determinaciones estivales se puede ver que en 2000-01 se produjo la interacción nivel de N x distancia de siembra ($P < 0.05$). Al comparar los seis promedios resultantes de esa interacción no se encontraron diferencias entre los testigos pero sí de estos con los fertilizados, los cuales, a su vez, difirieron entre sí. El efecto de la fertilización fue claro y, en general, las

diferencias entre niveles de N fueron más altas que entre distancias de siembra. El promedio general de la frecuencia de cortes continuos superó a la del estacional debido también al estado fenológico de cada tratamien-

to al efectuarse el corte. Las condiciones climáticas del segundo verano también fueron limitantes (Cuadro 1) y en la mayoría de los tratamientos de cortes continuos se hizo sólo una cosecha de forraje al finalizar

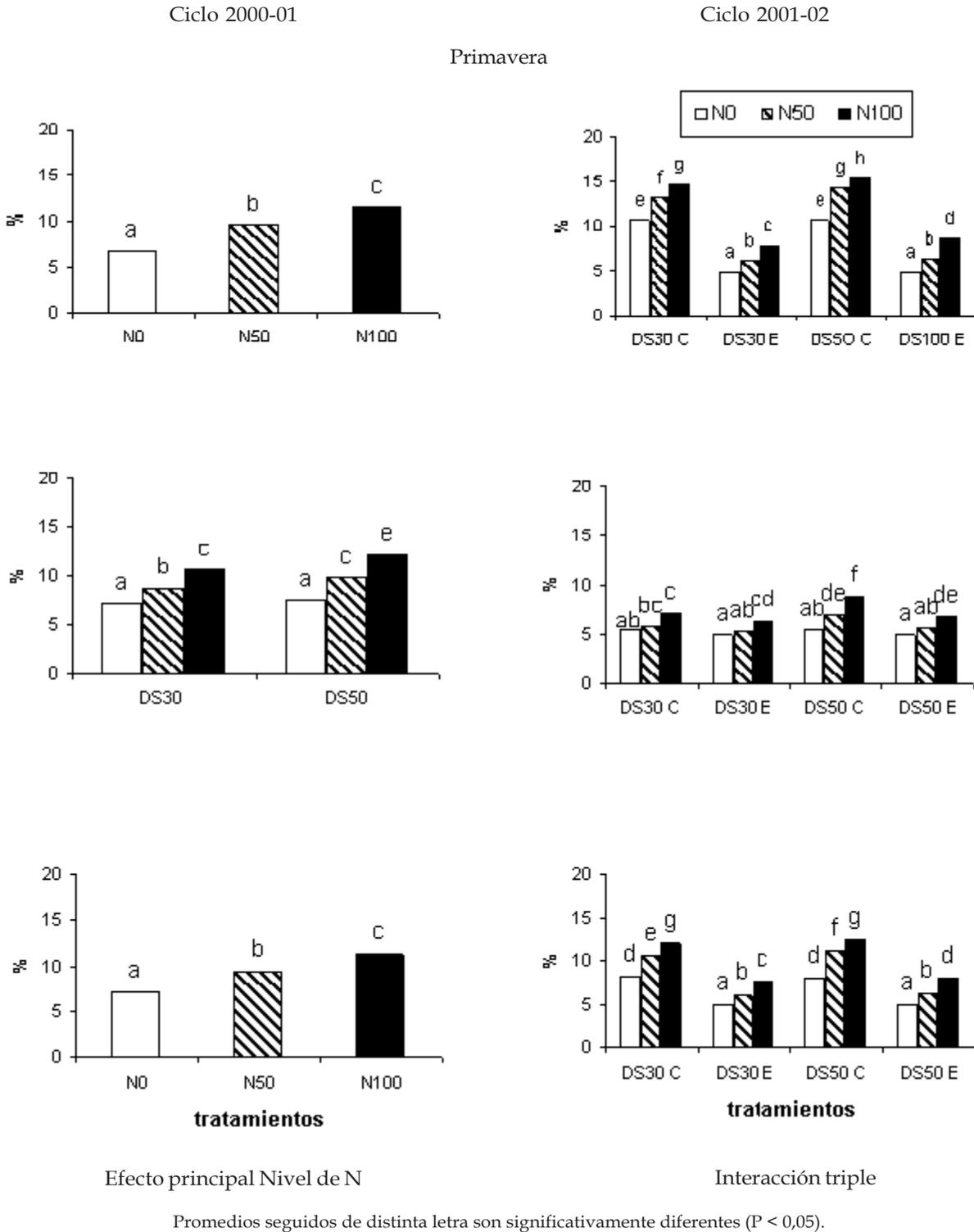


Figura 2. Proteína bruta (%) en primavera, verano y total anual en cada ciclo. DS: distancia de siembra; C: cortes continuos; E: cortes estacionales.

esa estación. Como consecuencia de ello, los porcentajes de PB fueron muy similares entre tratamientos e inferiores a los del primer verano. Se observan algunas diferencias entre tratamientos pero dentro de valores que, en general, son insuficientes para la nutrición de bovinos para carne.

La caída de la PB en los tratamientos de cortes estacionales fue, en general, importante pero la de los testigos en las dos estaciones de 2001-02 resultaron inesperadamente bajas ya que igualaron las halladas en diferidos invernales de esta forrajera en el mismo sitio experimental (Gargano *et al.*, 2001).

En los totales anuales del primer año quedaron expresados los efectos del nivel de fertilización ($P < 0.01$), que se habían verificado en ambas estaciones, y de la frecuencia de corte que se manifestó sólo en el verano. Estos resultados fueron básicamente ratificados por los del segundo ciclo anual donde se observa, además, mayor diferencia entre ambas frecuencias que en el primer ciclo por las causas ya apuntadas. Los señalados efectos de la fertilización nitrogenada sobre la PB, que en general fueron coincidentes con los hallados sobre los rendimientos de MS, sugieren la utilización de una dosis de N cercana a los 50 kg/ha.

Rendimientos de materia seca proteica (MSP).

Los resultados de la Figura 3 muestran que en la primavera de 2000-01 se produjo la interacción nivel de N x frecuencia de corte ($P < 0.05$) y que el efecto más importante se verificó entre niveles. En la primavera de 2001-02 se halló la interacción triple ($P < 0.01$) y nuevamente el factor de mayor incidencia fue la fertilización. Sobresalió, en particular, la magnitud de las diferencias de los dos tratamientos fertilizados respecto de los testigos y a ello contribuyeron conjuntamente los rendimientos de MS y el contenido de PB. Las marcadas diferencias de rendimientos de MSP primaverales entre ambos ciclos obedecieron fundamentalmente a los rendimientos de MS.

En los veranos de ambos ciclos hubieron interacciones triples ($P < 0.01$). Aun cuando los rendimientos de MSP del verano 2000-01 superaron a los del 2001-02 en todos los tratamientos, por influencia del contenido de PB, en algunos casos las diferencias no alcanzaron gran magnitud. En ambos veranos el efecto más significativo se debió al fertilizante ya que incrementó significativamente la MSP ($P < 0.05$) con sólo una excepción, en el segundo verano, entre testigo y 50 kg/ha de N en el tratamiento de cortes continuos a 30 cm. La frecuencia de corte tuvo una influencia diferente en cada verano y ello también estuvo determinado principalmente por el %PB. Así, en el primer verano todos los tratamientos de cortes continuos fueron más altos que los estacionales ($P < 0.01$) pero en el segundo los resultados fueron erráticos. La distancia de siembra no mostró una ten-

dencia clara.

En los rendimientos de MSP totales del primer ciclo sólo se hallaron efectos principales de la frecuencia de corte y nivel de N. El promedio de los cortes continuos superó al de los estacionales ($P < 0.01$) y en la Figura 3 se pueden observar las diferencias entre niveles de N. En los totales del segundo ciclo hubo interacción triple ($P < 0.05$) y las diferencias de mayor importancia se encontraron entre niveles de N, sobre todo, con respecto al testigo. Los rendimientos de MSP con 100 kg/ha de N, promedios de 2000-01 y 2001-02, fueron 48.0 y 49.2 % más altos que con 50 kg/ha de N, respectivamente. Sin embargo, la elección de la dosis a utilizar debería estar basada en todos los parámetros productivos y cualitativos que se analizaron en este trabajo y los resultados económicos esperados. La frecuencia de corte y la distancia de siembra no tuvieron efectos consistentes.

Eficiencia de utilización del N (EUN). En la primavera de 2000-01 se halló interacción triple ($P < 0.05$) y en la Figura 4 se ve que entre niveles de N sólo se destacó significativamente el tratamiento 50 kg/ha-50 cm-estacional ($P < 0.05$). No obstante, como la EUN fue en general baja, tanto ésta como los demás efectos significativos hallados no tendrían trascendencia biológica. En la primavera 2001-02 también hubo interacción triple ($P < 0.01$) y los valores de EUN fueron considerablemente más altos que los de la primavera 2000-01. Todos los tratamientos con 50 kg/ha de N fueron superiores a los de 100 kg/ha de N ($P < 0.05$). En otras gramíneas perennes también se observó que al aumentar el nivel de N aplicado disminuye la EUN (Power, 1985; Gargano y Adúriz, 1984). En los dos tratamientos de cortes estacionales las diferencias entre ambos niveles de N fueron muy marcadas y la EUN que alcanzaron con 50 kg/ha de N superaron claramente los mejores valores obtenidos en *D. eriantha* en el mismo o similar medio ambiente (Veneciano y Terenti, 1997; Gargano *et al.*, 2004). Entre distancias de siembra sobresalió el tratamiento 50 kg/ha-30 cm-estacional ($P < 0.05$).

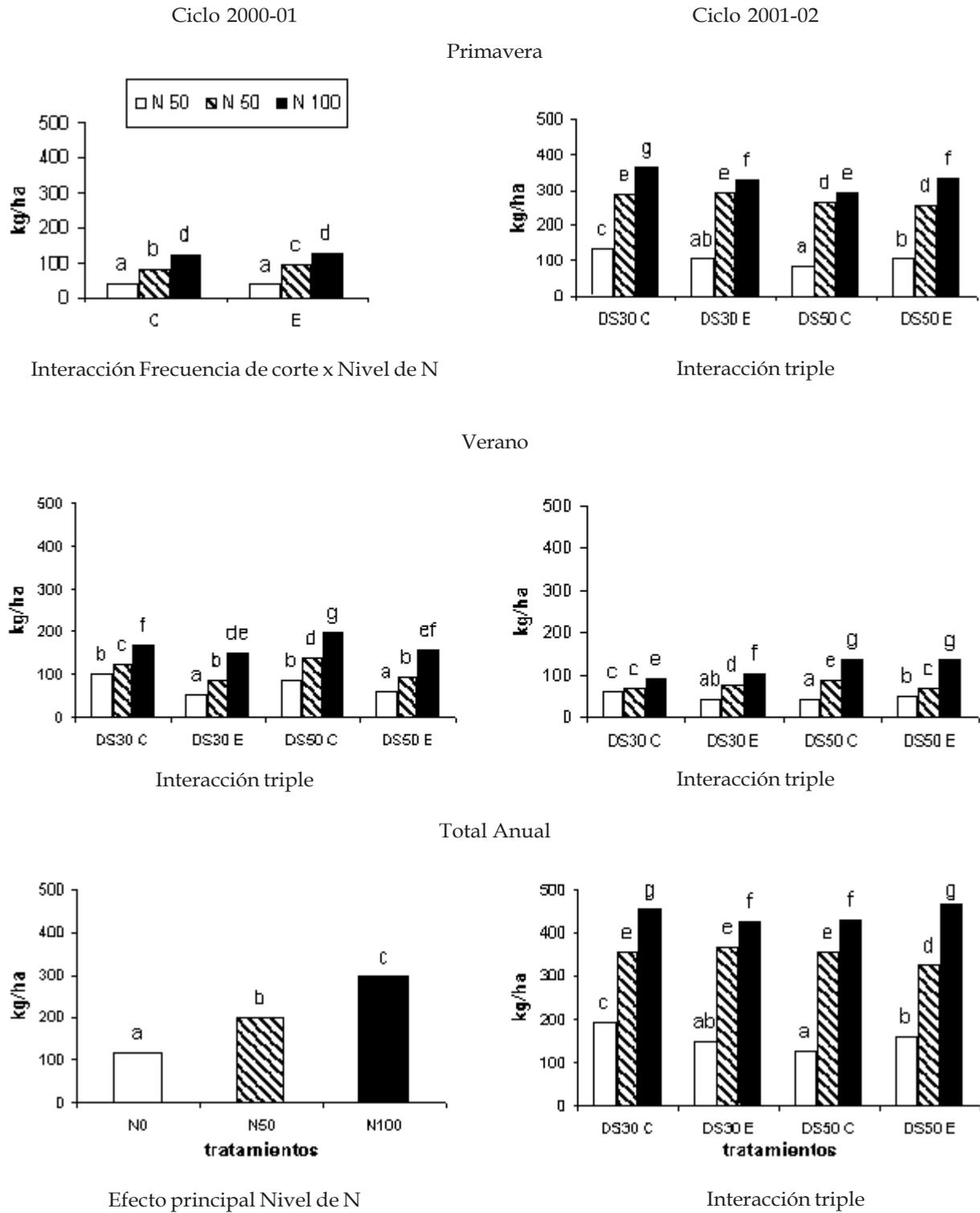
La EUN tuvo valores bajos en los dos veranos y ello le restó trascendencia a la mayoría de las diferencias significativas encontradas ($P < 0.05$). Por otra parte, algunos efectos no fueron consistentes. Verbigracia, en el primer verano, a 30 cm fue más alta la EUN del estacional y a 50 cm la del continuo, y la fertilización no influyó ($P > 0.05$). En el segundo verano hubo interacción triple ($P < 0.01$) pero los efectos fueron erráticos. Aun así, en ambos veranos se visualiza un ligero predominio del tratamiento 30 cm-estacional.

Las EUN totales del primer y segundo ciclos reflejaron claramente los resultados hallados en el verano y primavera, respectivamente. Por ello, se repitieron los efectos descritos en esas estaciones y la notable

superioridad de la EUN de la segunda primavera.

En síntesis, la EUN respondió a la fertilización cuando las lluvias no fueron limitantes y no se justi-

fica aplicar más de 50 kg/ha de N. Los tratamientos de cortes estacionales tuvieron mayor EUN que los continuos ($P < 0.05$), aunque las diferencias no siem-



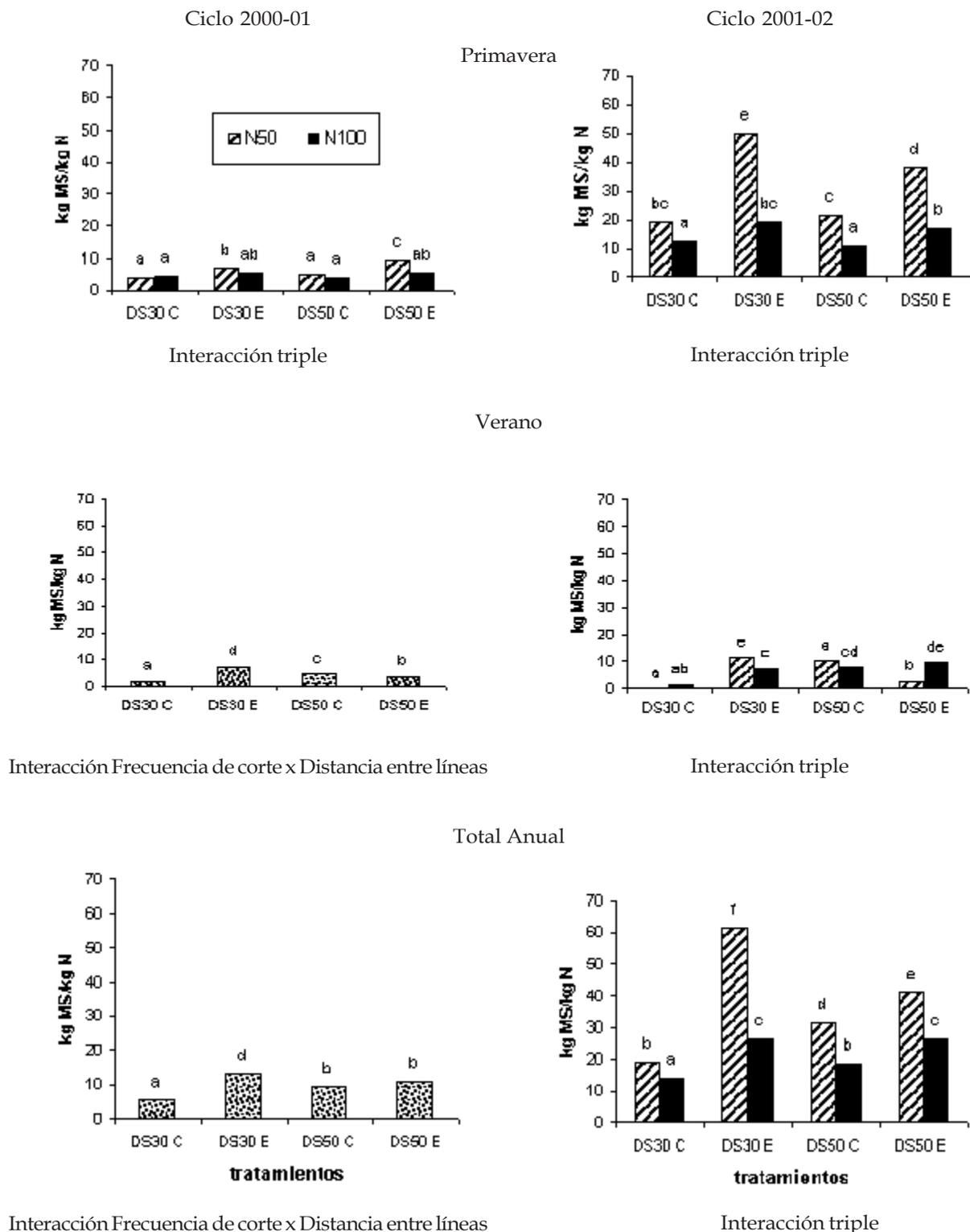
Promedios seguidos de distinta letra son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Figura 3. Rendimientos de materia seca proteica (kg/ha) en primavera, verano y total anual en cada ciclo. DS: distancia de siembra; C: cortes continuos; E: cortes estacionales.

pre fueron altas, y la distancia de siembra mostró dependencia de la frecuencia de corte.

Recuperación del N (RN). En este último

parámetro se puede ver en la Figura 5 que en la primavera de 2000-01 los tratamientos tuvieron un comportamiento comparativamente similar a los de EUN.

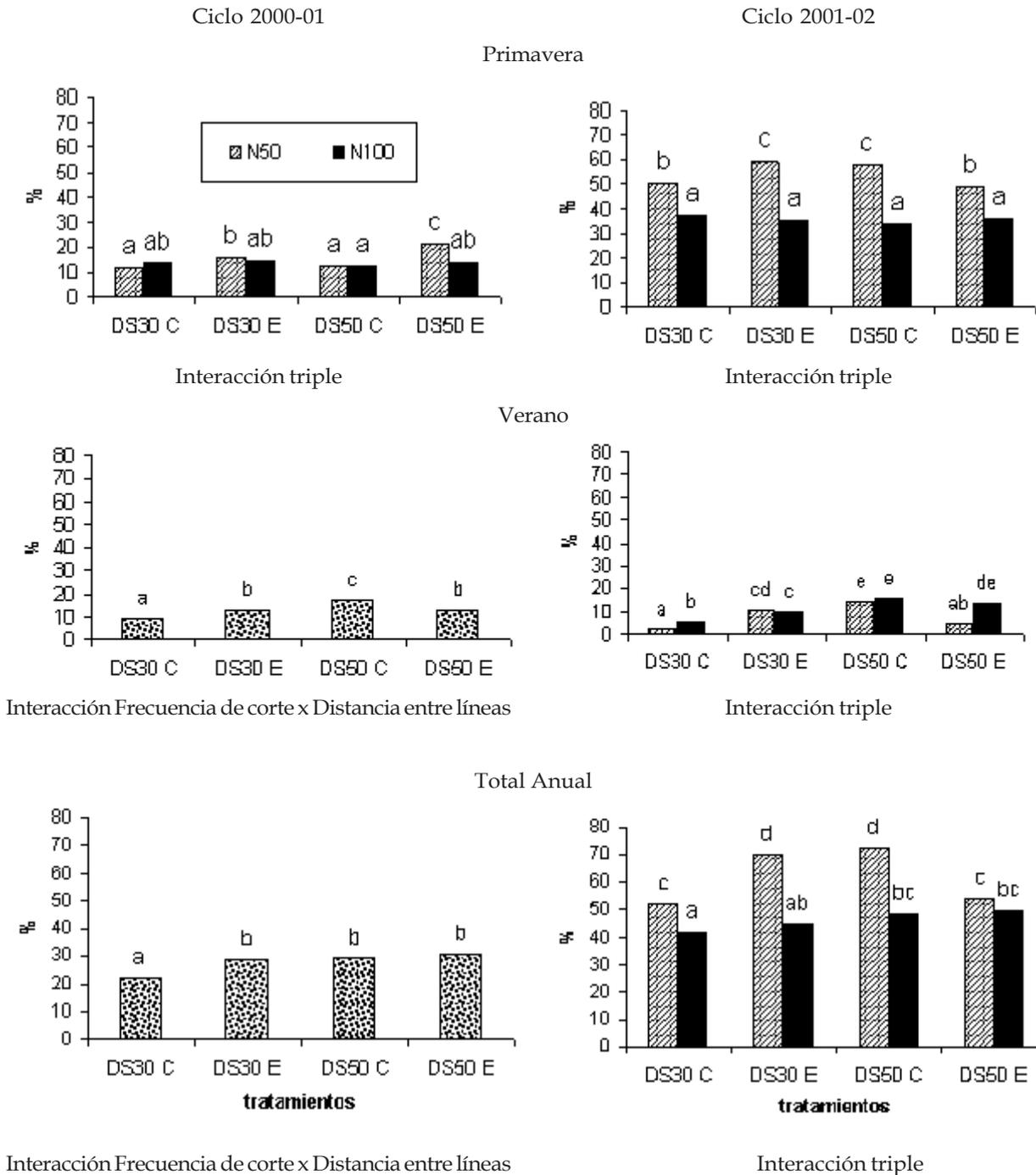


Promedios seguidos de distinta letra son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Figura 4. Eficiencia de utilización del N (kg MS/kg N) en primavera, verano y total anual en cada ciclo. DS: distancia de siembra; C: cortes continuos; E: cortes estacionales.

Esto revela que los rendimientos de MS y los de N, utilizados para calcular la EUN y RN, respectivamente, fueron equivalentes. En la primavera de 2000-01, a pesar de las interacciones dobles ($P < 0.05$), se produjeron pocos efectos significativos y bajas diferencias entre tratamientos. En la segunda primavera

los resultados estuvieron particularmente influenciados por los rendimientos de MS y, por ello, la RN alcanzó altos porcentajes. Si bien hubo interacción triple ($P < 0.05$) el único factor que tuvo un efecto claro fue el nivel de N y en todos los tratamientos se destacó la fertilización con 50 kg/ha de N



Promedios seguidos de distinta letra son significativamente diferentes ($P < 0,05$).

Figura 5. Recuperación del N (%) en primavera, verano y total anual en cada ciclo. DS: distancia de siembra; C: cortes continuos; E: cortes estacionales.

($P < 0.05$).

En ambos veranos la RN osciló en general dentro de porcentajes bajos y los efectos de los factores no definieron tendencias claras. Esto fue coincidente con la EUN aunque en este caso hubo predominio del tratamiento 50 cm-continuo.

En la RN total de 2000-01 se produjo sólo la interacción frecuencia de corte x distancia de siembra y el tratamiento 30 cm-continuo fue el más bajo ($P < 0.05$). En el ciclo 2001-02 el principal efecto se debió al fertilizante y los resultados reflejaron básicamente lo hallado en la segunda primavera. Hubo un claro predominio de los tratamientos con 50 kg/ha de N y sobresalieron los tratamientos 30 cm-estacional y 50 cm-continuo.

La respuesta de la RN a la fertilización, al igual que la EUN, fue altamente dependiente de las precipitaciones y, en consecuencia, los resultados de ambos parámetros fueron en general coincidentes. Importantes diferencias de RN entre años en gramíneas perennes fueron atribuidas particularmente a la disponibilidad de agua en el suelo (White y Brown, 1972; Gargano *et al.*, 2004). La frecuencia de corte y la distancia de siembra tuvieron escasa o nula influencia.

Conclusiones

El factor que más influencia tuvo sobre los resultados fue la fertilización nitrogenada. La magnitud de los efectos dependió de las precipitaciones y de los parámetros analizados pero, en general, sería aconsejable utilizar una dosis cercana a la más baja aquí estudiada.

Le siguió en importancia la frecuencia de corte por su incidencia sobre las determinaciones productivas y cualitativas. Esta información sobre la producción estacional de *D. eriantha* podría contribuir a planificar estrategias de utilización que tiendan a privilegiar la cantidad en perjuicio de la calidad forrajera, o la inversa. Dado que el tratamiento de cortes continuos redujo los rendimientos de MS respecto del tratamiento de corte estacional en una estación lluviosa, cabría esperar que una defoliación más frecuente tenga un efecto depresivo aun mayor con lluvias promedios o deficientes.

La falta de respuesta consistente de la distancia de siembra sugiere la siembra a 30 cm a fin de mejorar la cobertura y protección del suelo, y disminuir el daño por enmalezamiento.

Literatura Citada

- Clarke, B., A. Bowman, R. Freeburn, and C. Mullen. 2000. Digit grass. Agnote-NSW-Agriculture, N° DPI 259, Orange, Australia, 7 pp.
- Bremner, J.M. 1996. Nitrogen-Total. In: D. L. Sparks, A. L. Page, P. A. Helmke, R.H. Loeppert, P.N. Soltanpour, M.A. Tabatabai, C.T. Johnston, and M.E. Summer. (Eds.). Methods of Soil Analysis. Part 3. Chemical Methods, 1085-1123. Madison, Wisconsin (U.S.A.), American Society of Agronomy.
- Brockett, G.M., and N.N. Gray. 1984. The performance of tropical pastures in the drier phase of the highland sourveld of Natal. J. Grassl. Soc. S. Afr. 1: 4-8.
- Dannhauser, C.S. 1991. Die bestuur van aangeplante weidingin die somereenvaldele. Die Verspreider Posbus 56, Waranbad.
- Donald, C.M. 1965. Competition among crop and pasture. Adv. Agron. 15: 1-114.
- Gargano, A.O. y M.A. Adúriz. 1999. Sistemas agropecuarios de la región semiárida bonaerense: Caracterización, diagnóstico y modelos mejorados. Un día de campo a tranqueras abiertas. Patagones (Pcia. de Buenos Aires). 11 pp.
- Gargano, A.O. y M.A. Adúriz. 1984. Manejo de la defoliación y fertilización nitrogenada en pasto llorón, *Eragrostis curvula* cv. Tanganyika. 2. Proteína bruta, rendimiento de proteína bruta, eficiencia de recuperación de nitrógeno y respuesta al nitrógeno. Rev. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Buenos Aires 5: 15-21.
- Gargano, A.O., M.A. Adúriz, H.M. Arelovich y M.I. Amela. 2001. Forage yield and nutritive value of *Eragrostis curvula* and *Digitaria eriantha* in south semi-arid Argentina. Tropical Grassl. 35: 161-167.
- Gargano, A.O., M.A. Adúriz y C.A. Busso. 2004. Nitrogen and row spacing effects on crude protein and N use efficiency and recovery in *Digitaria eriantha*. J. Range Manage. 57: 482-489.
- Gargano, A.O., M.A. Adúriz, C.A. Busso y M.I. Amela. 2003. Nitrogen and row spacing in *Digitaria eriantha*. Production and digestibility. J. Range Manage. 56: 483-488.
- Gargano, A.O., M.A. Adúriz y M.C. Saldungaray. 1997a. 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., M.A. Adúriz, M.C. Saldungaray y S. Canelo. 1997b. Evaluación de *Digitaria eriantha* y *Eragrostis curvula* durante el ciclo de crecimiento y en diferimiento. 1. Digestibilidad *in vitro* y proteína bruta. Rev. Arg. Prod. Anim. 17: 375-384.
- Grunow, J.O., P.A. Pieterse, and D.E. Borlinghaus. 1984. A comparison of highveld fodders and fodder flows for growing out longyearling steers. J. Grassl. Soc. S. Afr. 1: 25-29.
- Grunow, J.O. and J.W. Rabie. 1985. Production and quality norms of certain grass species for fodder flow planning: Pretoria area. J. Grassl. Soc. S. Afr. 2: 23-28.
- Grunow, J.O., J.W. Rabie, and L. Grattarola. 1977. Standing crop dry matter accumulation and quality patterns of certain subtropical pasture species. Proc. Grassl. Soc. S. Afr. 12: 37-44.
- Hanson, C.L., J.F. Power, and C.J. Faud Erikson. 1978. Forage yield and fertilizer recovery by three irrigated perennial grasses as affected by N fertilization. Agron. J. 70: 373-375.
- Harrison, R., and J. Webb. 2001. Effect of N fertilizer type on gaseous emissions. Adv. Agron. 73: 67-108.
- Holt, E.C., and R.L. Dalrymple. 1979. Seasonal patterns of forage quality of weeping lovegrass cultivars. Agron. J. 71: 59-62.
- Karrow, M. 1998. Observations on effect of seeding pattern on water-use efficiency of durum wheat in semi-arid of Morocco. Field Crop Res. 59: 175-179.
- Lightner, J.W., D.B. Mengel, and C.L. Rhykerd. 1990. Ammonia volatilization from nitrogen fertilizers surface applied to orchardgrass sod. Soil Sci. Soc. Amer. J. 54: 1078-1482.
- Muir, J.P., M.A. Sanderson, W.R. Ocumpaugh, R.M. Jones, and R.L. Reed. 2001. Biomass production of 'Alamo' switchgrass in response to nitrogen, phosphorus, and row spacing. Agron. J. 93: 896-901.
- Novoa, R., and R.S. Loomis. 1981. Nitrogen and plant production. Plant and Soil 58: 117-204.

- NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle (7th Ed.). National Academy Press, Washington, D.C.
- Pieterse, P.A., and N.F.G. Rethman. 1995. Research note: Level of nitrogen fertilization and the dry matter yield of *Digitaria eriantha* cv. Irene in the Trasvaal middleveld. Afr. J. Range For. Sci. 12: 87-88.
- Power, J.F. 1985. Nitrogen and water-use efficiency of several cool-season grasses receiving ammonium nitrate for 9 years. Agron. J. 77: 189-192.
- Prego, A.J. 1964. Conservación del suelo y agricultura de secano. In: Enciclopedia Argentina de Agricultura y Jardinería. Parodi, L. (Ed.). Tomo II. Edit. ACME (Buenos Aires, Argentina), pp. 47-65.
- Rethman, N.F.G. 1987. The effect of form and level of nitrogen fertilization on the yield of *Digitaria eriantha* Steud. J. Grassl. Soc. S. Afr. 4: 105-108.
- Rethman, N.F.G., P.S. Venter, and J.P. Lindeque. 1997. Influence of soil water availability on the above and below ground phytomass of five subtropical grass species. Appl. Plant Sci. 11: 29-30.
- Risser, P.G. 1969. Competitive relationships among herbaceous grassland plants. Bot. Rev. 35: 251-284.
- Sánchez, L.F. y H.R. Kruger. 1981. Los suelos del campo Palihue de la Universidad Nacional del Sur, 10 pp.
- Sanderson, M.A., P. Voigt, and R.M. Jones. 1999. Yield and quality of warm-season grasses in central Texas. J. Range Manage. 52: 145-150.
- Simmelsgaard, S.E. 1998. The effect of crop, N level, soil type and drainage on nitrate leaching from Danish soil. Soil Use Manage. 14: 30-36.
- Snedecor, G.W. y W.G. Cochran. 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.
- Steel, R.G.D., y J.H. Torrie. 1988. Bioestadística. Principios y Procedimientos (2nd. Ed.). México: McGraw-Hill/ Interamerica. México.
- USDA. 1999. Soil Taxonomy: A Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. 2nd Ed., (USDA: Washington, D.C.), 863 pp.
- Veneciano, J.H. y O.A. Terenti. 1997. Efectos de la defoliación y la fertilización nitrogenada en el rendimiento y calidad de *Digitaria eriantha* Steudel subsp. *eriantha* cv. Irene. Rev. Facultad Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa 9: 41-56.
- Vera, R.R., H. Irazoqui y E.E. Menvielle. 1973. The nutritive value of weeping lovegrass during the spring season. J. Br. Grassl. Soc. 28: 149-152.
- White, L.M., and J.H. Brown. 1972. Nitrogen fertilization and clipping effects on green needlegrass (*Stipa viridula* Trin.): II. Evapotranspiration, water-use efficiency, and nitrogen recovery. Agron. J. 64: 487-490.