

Curvas de crecimiento de forrajeras templadas irrigadas

G. Sevilla, A. Pasinato* y J. M. García

Estación Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria
Hilario Ascasubi, Argentina

Growth curves of irrigated temperate forage species

ABSTRACT: The objective was to estimate and compare the seasonal production pattern of 15 grasses and legumes. Four experiments were conducted between 1996 and 1999, each of which consisted of two replicates, with four main plots being distributed at random. In each main plot the grasses or legumes were also distributed at random in subplots. The main plots were cut in staggered sequence in four patterns of harvest. Each cutting date after the initial cutting was selected based on morphological characteristics of the forages. According to specifications of the methodology employed, the daily growth rates and dates of cutting of four successive main plots were used to establish each point on the growth curve. Seasonal daily growth rates were also determined. The extreme values observed for seasonal growth rates in kgDM. ha⁻¹. day⁻¹ were, for perennial grasses: 2.8 and 29.8 in autumn, 0.1 and 19.3 in winter, 24.4 and 67.6 in spring and 9.5 and 44.5 in summer; for perennial legumes: 2.8 and 22.0 in autumn, 5.6 and 42.4 in winter, 3.6 and 97.0 in spring and 2.1 and 75.2 in summer; and for winter cereals: 8.2 and 13.2 in autumn, 7.6 and 14.6 in winter and 26.9 and 34.9 in spring. The best cultivars in each trial were: *Medicago sativa* cv. Perla sp INTA, *Festuca arundinacea* cv. El Palenque Plus, *Bromus willdenowii* cv. Martín Fierro y *Triticale cereale* cv. Yagán INTA, with daily growth rates for the total period of 54.8, 29.6, 31.3 and 18.1 kgDM. ha⁻¹. day⁻¹, respectively.

Key words: Argentina, grasses, growth rate, legumes, seasonal yield, winter cereals

©2001 ALPA. Todos los derechos reservados

Arch. Latinoam. Prod. Anim. 2001. 9(2): 91-98

RESUMEN: Con el objetivo de construir y comparar las curvas de distribución estacional de forraje de 15 gramíneas y leguminosas se realizaron cuatro ensayos entre 1996 y 1999. Cada uno constó de dos repeticiones compuestas cada una de cuatro parcelas principales arregladas al azar, dentro de las cuales los cultivares evaluados también fueron asignados al azar. Las parcelas principales fueron cortadas desfasadas en el tiempo, cada fecha de corte después de la inicial se escogió en dependencia de características morfológicas de las forrajera, representando así cuatro regímenes de corte diferentes. Siguiendo las especificaciones de la metodología, las tasas diarias de crecimiento y las fechas de corte de cuatro parcelas principales sucesivas se utilizaron para establecer cada punto de la curva de crecimiento. Las tasas de crecimiento estacionales extremas en kg materia seca (MS). ha⁻¹. día⁻¹ fueron, para gramíneas perennes: 2.8 y 29.8 en otoño, 0.1 y 19.3 en invierno, 24.4 y 67.6 en primavera y 9.5 y 44.5 en verano; para leguminosas perennes: 2.8 y 22.0 en otoño, 5.6 y 42.4 en invierno, 3.6 y 97.0 en primavera y 2.1 y 75.2 en verano; y para verdeos de invierno: 8.2 y 13.2 en otoño, 7.6 y 14.6 en invierno y 26.9 y 34.9 en primavera. Los cultivares más destacados en cada ensayo fueron: *Medicago sativa* cv. Perla sp INTA, *Festuca arundinacea* cv. El Palenque Plus, *Bromus willdenowii* cv. Martín Fierro y *Triticale cereale* cv. Yagán INTA, con tasas diarias de crecimiento promedio para el período total de 54.8, 29.6, 31.3 y 18.1 kgMS. ha⁻¹. día⁻¹, respectivamente.

Palabras clave: Argentina, cereales de invierno, gramíneas, leguminosas, producción estacional, tasa de crecimiento

Introducción

El valle bonaerense del río Colorado comprende 500 mil ha en la zona semiárida argentina, con 516.5 mm de precipi-

taciones anuales (1966-2000). La disponibilidad actual de riego gravitacional en 90 mil ha permite obtener elevadas producciones agropecuarias. Así por ejemplo, se estimaron producciones anuales de forraje de alfalfa que superaron los

*E-mail: pasinatosevilla@infovia.com.ar

Recibido Enero 9, 2001.

Aceptado Junio 15, 2001

20 mil kg de materia seca (MS) ha⁻¹ (García *et al.*, 1995), en tanto que el rendimiento de la misma forrajera en condiciones de secano fue 10 veces menor (Sevilla *et al.*, 1995c). Las elevadas producciones de forraje se tradujeron en producciones de carne bovina de 750 kg. ha⁻¹. año⁻¹ obtenidos sobre pasturas perennes irrigadas (Sevilla *et al.*, 1995b). A pesar de la elevada potencialidad del área, hasta principio de los años noventa no se disponía de estimaciones objetivas de la producción anual y estacional de las forrajeras que se utilizaban. A partir de 1993, la evaluación bajo corte de numerosos cultivares de gramíneas y leguminosas (García *et al.*, 1995; Sevilla *et al.*, 1995a), permitió identificar aquellos materiales de comportamiento superior en adaptación y producción de forraje total anual. Sin embargo, esa información era incompleta ya que no permitía conocer como se distribuía estacionalmente la producción anual. Las curvas de distribución de forraje han sido utilizadas rutinaria y exitosamente en la elaboración de cadenas forrajeras en Argentina (Mazzanti *et al.*, 1992) y el extranjero (Corrall y Fenlon, 1978). Ya en los años setenta en una de las áreas de mayor desarrollo agropecuario de Argentina como es el sudeste bonaerense, trabajos de este tipo lograron identificar objetivamente y difundir cultivares adaptados a distintos ambientes (González *et al.*, 1981). Por su parte, Corleto y Magini (1985) usaron información de producción estacional para bosquejar una cadena de pastoreo para un área irrigada de Italia de condiciones similares a las del presente trabajo. Se hipotetiza que el conocimiento del perfil de distribución estacional de forraje es prioritario en la elaboración de presupuestos forrajeros para planteos ganaderos particulares del área. El objetivo del trabajo fue describir y comparar el patrón de crecimiento de forrajeras anuales y perennes bajo riego.

Materiales y Métodos

El trabajo se llevó a cabo desde 1996 hasta 1999 en la Estación Experimental Agropecuaria Hilario Ascasubi del INTA, provincia de Buenos Aires, República Argentina (39° 23' S, 62° 37' W y 22 m.s.n.m). El suelo utilizado fue clasificado como Haplustol éntico, y se encontraba nivelado para riego gravitacional al inicio de los ensayos. El riego fue complementario de las precipitaciones entre agosto y mayo, y la suma de ambos aportes totalizó alrededor de 1 000 mm al año de agua. Agroclimáticamente la región fue descripta como de clima semiárido, mesotermal, isohigro y xerofítico seco. El déficit anual de humedad que registró el área para el período 1966/92 fue 663.4 mm. Los datos climáticos se obtuvieron de la Estación Agrometeorológica de la EEA Ascasubi, ubicada a 1 km de los ensayos. Los valores (promedio ± error estándar) para el período 1996/99 fueron 507 ± 27.6 mm. año⁻¹ de precipitaciones, 15 ± 0.1°C de temperatura media anual, 22 ± 0.2°C de temperatura máxima media anual, 9 ± 0.1°C de temperatura mínima media anual, 85 ± 6.8 días. año⁻¹ con heladas a 5

cm del suelo y 2 ± 0.0 mm día⁻¹ de evapotranspiración potencial anual (Thornthwaite).

El trabajo comprendió dos ensayos de gramíneas perennes llevados a cabo entre marzo de 1996 y diciembre de 1998 (Gramíneas 1 y 2), uno de leguminosas perennes llevado a cabo entre marzo de 1997 y diciembre de 1999 (Leguminosas) y uno de verdes de invierno llevado a cabo entre marzo y diciembre de 1999 (Verdeos).

Los parámetros edáficos para los ensayos de Gramíneas, Leguminosas y Verdeos fueron, pH: 7.3, 7.2 y 7.4; materia orgánica: 1.5, 1.2 y 1.4% y fósforo: 28, 12 y 12 ppm, respectivamente. La siembra de los cuatro ensayos se realizó en otoño, con sembradora de un surco tipo Planet en surcos distanciados a 0.15 m y con una densidad de 900 semillas viables. m⁻² en Gramíneas 1 y 2 y Leguminosas y 500 semillas viables. m⁻² en Verdeos. Simultáneamente se aplicaron 100 kg de fertilizante 18-46-0. ha⁻¹, y se refertilizó cada otoño posterior a la siembra con 100 kg de 0-46-0. ha⁻¹. Además, las gramíneas recibieron 40 kg de 46-0-0. ha⁻¹ después de cada corte. La asignación de las gramíneas a los ensayos se hizo según las características morfofisiológicas de los cultivares (González, 1982), dejando 5 (Gramíneas 1) y 10 (Gramíneas 2) cm de rastrojo remanente al corte.

Los cultivares evaluados fueron de origen genético conocido y se enumeran a continuación:

- **Gramíneas 1:** *Festuca arundinacea* cv. El Palenque Plus, *F. arundinacea* cv. Johnstone y *Lolium perenne* cv. Nui.
- **Gramíneas 2:** *Bromus willdenowii* cv. Martín Fierro, *B. willdenowii* cv. Bellegarde y *Phalaris aquatica* cv. El Gaucho INTA.
- **Leguminosas:** *Lotus corniculatus* cv. El Boyero, *Medicago sativa* cv. Perla sp INTA, *Trifolium pratense* cv. El Sureño INTA y *T. repens* cv. El Lucero MAG.
- **Verdeos:** *Avena byzantina* cv. Millauquén INTA, *A. sativa* cv. Pilar INTA, *Hordeum vulgare* cv. Alicia INTA, *Secale cereale* cv. Naicó INTA y *Triticale cereale* cv. Yagán INTA.

La construcción de las curvas de crecimiento estacional de forraje de los cultivares evaluados y la comparación estadística de las mismas por fecha se realizó a través de la metodología desarrollada por Corrall y Fenlon (1978). Cada ensayo constó de dos repeticiones compuestas cada una de cuatro parcelas principales arregladas al azar. Las parcelas principales se cortaron secuencialmente, representando cuatro regímenes de corte diferente. A su vez, cada parcela principal fue dividida en subparcelas donde los cultivares fueron asignados al azar. El tamaño de las subparcelas fue de 1.80 x 5 m, cortándose con motosegadora autopropulsada una superficie de 1.50 x 4 m. Al iniciar cada ensayo, las cuatro parcelas principales fueron cortadas secuencialmente con un espaciamiento de una semana entre cada una (el orden de corte fue al azar). De aquí en adelante quedaron establecidas cuatro secuencias de corte diferentes. Luego, cada parcela principal de gramíneas se cortó cuando los cultivares alcanzaban en promedio 20-25 cm de altura. Cada

parcela principal de leguminosas se cortó cada vez que los cultivares iniciaban en promedio la floración. El forraje cortado en cada subparcela se pesó en el campo y se tomó una submuestra que, una vez libre de malezas, fue secada hasta peso constante para determinar el contenido de MS. Se calculó la tasa diaria de crecimiento en $\text{kgMS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$, la cual para cualquier cultivar y parcela principal es la producción de forraje obtenida en un corte determinado ($\text{kgMS} \cdot \text{ha}^{-1}$) dividida por el número de días transcurridos entre el presente corte y el anterior de la misma parcela principal. Las tasas obtenidas del modo anterior en cada repetición del ensayo fueron promediadas. Un punto en la curva de distribución estacional de forraje para cada cultivar surgió del promedio de cuatro tasas diarias de crecimiento sucesivas, cada una perteneciente a una secuencia de corte diferente. La fecha que corresponde a esta tasa se ubica en la mitad del período entre la cosecha anterior de la primera serie y la cosecha de la última serie. El próximo punto en la curva descarta la primera tasa de crecimiento del punto anterior e incorpora la tasa de crecimiento siguiente a la cuarta del punto anterior (que es la nueva cosecha de la primera serie del punto anterior). La nueva fecha es el punto medio del período que va de la cosecha anterior de la primera serie (segunda serie del punto anterior) y la cosecha de la última serie. Las tasas diarias de crecimiento de los cultivares se compararon en cada fecha por análisis de la varianza ($\alpha = 0.05$) en diseños en bloques completos al azar. Los bloques ($n = 4$) en una fecha estuvieron representados por 4 tasas de crecimiento sucesivas, cada una perteneciente a una de las cuatro secuencias de corte. En la fecha siguiente no participó del análisis de la varianza la primera tasa diaria de crecimiento del análisis anterior, incorporándose la tasa diaria de crecimiento posterior a la cuarta tasa

del análisis anterior. Los tratamientos fueron los cultivares evaluados y el error fue la interacción secuencia de corte x cultivar. Las medias se sometieron a pruebas de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha = 0.05$). Mayores detalles sobre los principios en que se basa el método y su utilidad para establecer y comparar patrones de crecimiento estacional de forrajeras como los presentados aquí, se discuten en el trabajo original (Corrall y Fenlon, 1978).

La comparación de las tasas de crecimiento estacional de los cultivares se realizó a partir del promedio estacional de las tasas diarias de crecimiento obtenidas como se explicó anteriormente ($n = 2$). Los datos se sometieron a análisis de la varianza ($\alpha = 0.05$) en diseños completamente aleatorizados con una combinación factorial cultivar x estación. Dado que en todos los ensayos hubo interacción ($\alpha = 0.5$) cultivar x estación, se realizaron análisis de la varianza de cada factor manteniendo fijo el otro. Las medias se sometieron a pruebas de comparaciones múltiples de Tukey ($\alpha = 0.05$).

Resultados y Discusión

Ensayos Gramíneas 1 y Gramíneas 2. Una síntesis del comportamiento mostrado por las gramíneas puede visualizarse en la tasa diaria de crecimiento promedio estimada para el período completo (Cuadro 1). El ordenamiento de cultivares por tasa decreciente (en porcentaje) fue Cebadilla M. Fierro 100%, Cebadilla Bellegarde 98%, Festuca Palenque 95%, Festuca Johnstone 80%, Falaris Gaucho 79%, y Raigrás Nui 70%. En el mismo cuadro se detallan las tasas estacionales de crecimiento para los cultivares.

Las mayores tasas de crecimiento estacional en Gramíneas 1 se observaron en primavera-verano y las menores en otoño-invierno, correspondiendo los valores superiores a

Cuadro 1. Tasas de crecimiento estacional ($\text{kgMS} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$, promedio \pm error estándar) de los cultivares de los ensayos Gramíneas 1 y Gramíneas 2.

Estación	Gramíneas 1			Gramíneas 2		
	Raigrás Nui	Festuca Palenque	Festuca Johnstone	Cebadilla M. Fierro	Cebadilla Bellegarde	Falaris Gaucho
Oto-inv96	2.1 \pm 0.33 ^{aC}	1.3 \pm 0.57 ^{aE}	0.1 \pm 0.01 ^{aD}	11.2 \pm 2.52 ^{aC}	10.7 \pm 0.65 ^{aC}	3.2 \pm 1.16 ^{aG}
Pri96	52.1 \pm 2.42 ^{aA}	43.7 \pm 7.79 ^{aB}	36.5 \pm 2.02 ^{aB}	62.8 \pm 2.20 ^{aA}	67.6 \pm 3.27 ^{aA}	43.1 \pm 3.10 ^{bB}
Ver96/7	22.6 \pm 1.39 ^{bB}	44.5 \pm 2.37 ^{aB}	32.6 \pm 0.16 ^{bB}	27.7 \pm 0.54 ^{aB}	25.7 \pm 0.66 ^{aB}	20.2 \pm 3.80 ^{aDEF}
Oto97	10.3 \pm 1.75 ^{bC}	18.3 \pm 0.54 ^{aCD}	13.6 \pm 0.83 ^{abC}	3.7 \pm 0.21 ^{bC}	2.8 \pm 0.86 ^{bC}	11.5 \pm 1.27 ^{aFG}
Inv97	6.1 \pm 0.00 ^{bC}	9.4 \pm 0.61 ^{aDE}	6.4 \pm 0.39 ^{bD}	8.9 \pm 0.54 ^{aC}	11.0 \pm 2.18 ^{aC}	11.6 \pm 0.54 ^{aFG}
Pri97	54.8 \pm 2.62 ^{aA}	65.4 \pm 1.44 ^{aA}	65.1 \pm 0.96 ^{aA}	66.6 \pm 1.17 ^{aA}	63.2 \pm 0.16 ^{aBA}	61.7 \pm 0.58 ^{bA}
Ver97/8	23.8 \pm 1.50 ^{bB}	41.2 \pm 0.52 ^{aB}	32.6 \pm 2.67 ^{abB}	38.5 \pm 5.28 ^{aB}	34.4 \pm 0.67 ^{aB}	29.9 \pm 0.57 ^{aCD}
Oto98	25.9 \pm 3.01 ^{aB}	29.8 \pm 4.11 ^{aBC}	17.8 \pm 0.15 ^{aC}	-	-	19.1 \pm 2.14 ^{EF}
Inv98	8.0 \pm 0.67 ^{bC}	19.3 \pm 0.66 ^{aCD}	16.3 \pm 0.49 ^{aC}	-	-	12.4 \pm 1.60 ^{FG}
Pri98	24.4 \pm 2.45 ^{bB}	31.2 \pm 0.73 ^{abBC}	35.9 \pm 0.06 ^{aB}	-	-	34.6 \pm 1.44 ^{BC}
Ver98	9.5 \pm 0.02 ^{bC}	21.9 \pm 1.44 ^{aCD}	19.6 \pm 1.05 ^{aC}	-	-	23.1 \pm 0.27 ^{DE}
Promedio	21.8	29.6	25.1	31.3	30.8	24.6

Letras minúsculas (mayúsculas) distintas indican diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) entre cultivares (estaciones) dentro de estación (cultivar) para cada ensayo.

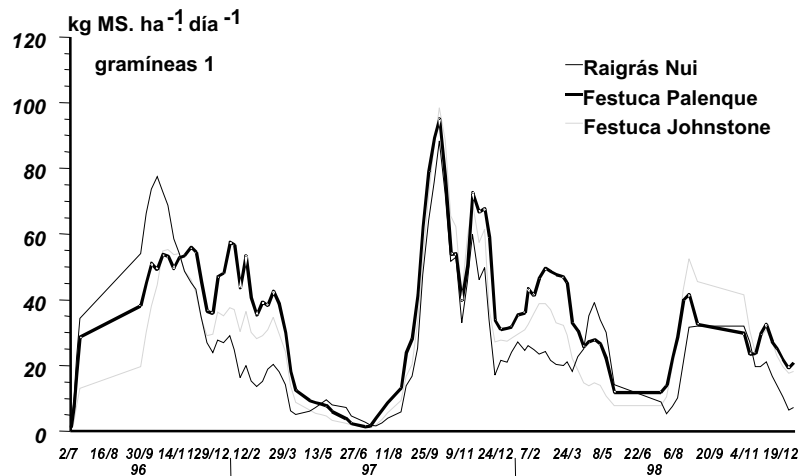


Figura 1. Curvas de distribución estacional de forraje de gramíneas perennes.

Festuca Palenque (Cuadro 1). El desempeño inferior correspondió a Raigrás Nui, posiblemente por el efecto negativo que provocaría la elevada temperatura estival sobre la sobrevivencia de macollos. Marchegiani *et al.* (1986) observaron la desaparición de cuatro cultivares de *L. perenne* entre los que se encontraba Raigrás Nui, durante una sequía estival intensa que provocó la elevada temperatura.

Las curvas de distribución estacional de forraje de los cultivares evaluados en Gramíneas 1 se presentan en la Figura 1.

Las tasas diarias máxima y mínima absolutas ocurrieron en 1997, con 98.5 kgMS. ha⁻¹. día⁻¹ en primavera y 0.93 kgMS. ha⁻¹. día⁻¹ en invierno para Festuca Johnstone. Raigrás Nui solamente superó a Festuca Palenque y Festuca Johnstone en las fechas de primavera temprana el año de implantación ($\alpha = 0.05$), manifestando el elevado crecimiento inicial que posee (Blaser *et al.*, 1956). Luego siempre ocupó un lugar similar o inferior a los cultivares de fes-

tuca. Los valores observados fueron más extremos que los 85 y 4 kgMS. ha⁻¹. día⁻¹ encontrados por Mazzanti y Arosteguy (1985) con *F. arundinacea* en la pampa húmeda argentina. La mayor tasa de crecimiento primaveral encontrada en el presente trabajo sería consecuencia del efecto positivo del riego. Sin embargo, las menores temperaturas invernales de Ascasubi explicarían el valor mínimo más extremo observado en esta localidad.

En Gramíneas 2 (Cuadro 1), se destacó el elevado crecimiento primaveral de los dos cultivares de *B. willdenowii* en relación a Falaris Gaucho durante el año de la implantación.

Las curvas de distribución estacional de forraje de los cultivares evaluados en Gramíneas 2 se grafican en la Figura 2.

Las tasas diarias máxima y mínima absolutas correspondieron a Cebadilla Bellegarde en 1997, con valores de 119.6 kgMS. ha⁻¹. día⁻¹ en primavera y 1.62 kgMS. ha⁻¹. día⁻¹ en otoño. Cebadilla M. Fierro y Cebadilla Bellegarde tuvieron

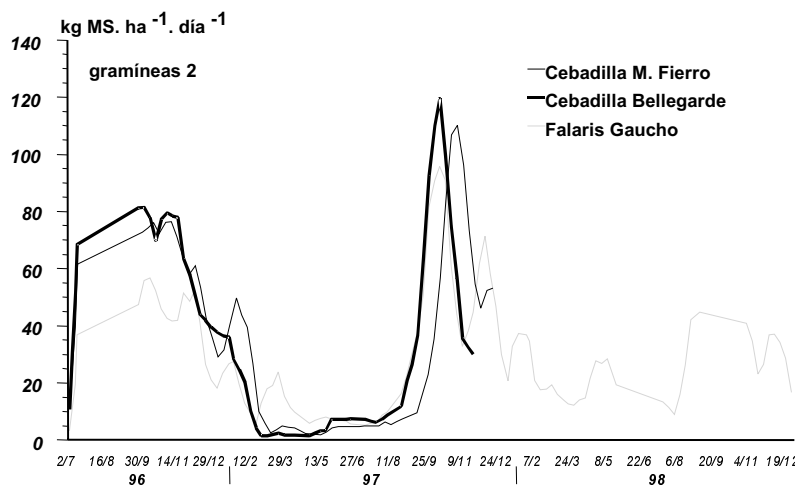


Figura 2. Curvas de distribución estacional de forraje de gramíneas perennes.

Cuadro 2. Tasas de crecimiento estacional (kgMS. ha⁻¹. día⁻¹, promedio ± error estándar) de los cultivares del ensayo Leguminosas.

Estación	Alfalfa Perla	Lotus Boyero	T. Blco Lucero	T. Rojo Sureño
Inv97	42.4 ± 2.40 ^{aD}	41.3 ± 0.35 ^{aC}	19.6 ± 1.90 ^{bB}	42.0 ± 0.95 ^{aB}
Pri97	97.0 ± 6.00 ^{aA}	79.6 ± 2.50 ^{aA}	31.6 ± 4.35 ^{bA}	79.5 ± 1.35 ^{aA}
Ver97/8	75.2 ± 2.15 ^{aABC}	47.8 ± 4.10 ^{bBC}	15.4 ± 1.25 ^{cBC}	35.2 ± 1.50 ^{bC}
Oto98	19.5 ± 2.20 ^{aE}	18.2 ± 0.70 ^{abD}	9.4 ± 2.05 ^{bCD}	11.8 ± 1.25 ^{abD}
Inv98	29.4 ± 0.05 ^{aDE}	16.5 ± 0.90 ^{bD}	5.6 ± 1.25 ^{cCD}	11.4 ± 1.00 ^{bD}
Pri98	93.4 ± 5.70 ^{aAB}	58.3 ± 1.85 ^{bB}	9.0 ± 0.65 ^{cCD}	13.0 ± 0.55 ^{cD}
Ver98/9	72.4 ± 7.95 ^{aBC}	48.1 ± 4.75 ^{aBC}	7.4 ± 0.20 ^{bCD}	4.4 ± 0.55 ^{bE}
Oto99	22.0 ± 0.90 ^{aDE}	18.0 ± 0.80 ^{bD}	3.3 ± 0.35 ^{cD}	2.8 ± 0.05 ^{cE}
Pri99	29.3 ± 3.30 ^{aDE}	18.2 ± 1.50 ^{aD}	3.6 ± 1.45 ^{bD}	4.0 ± 1.15 ^{bE}
Ver99	67.2 ± 0.40 ^{aC}	22.4 ± 2.85 ^{bD}	2.1 ± 0.30 ^{cD}	2.5 ± 0.65 ^{cE}
Promedio	54.8	36.8	10.7	20.7

Letras minúsculas (mayúsculas) distintas indican diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) entre cultivares (estaciones) dentro de estación (cultivar).

tasas de crecimiento superiores a Falaris Gaucho en fechas de primavera 1996 ($\alpha = 0.5$), encontrándose la situación inversa en otoño 1997. *B. willdenowii* es una especie de ciclo bienal que se perpetúa por resiembra natural (Carámbula, 1977). En el presente trabajo el tratamiento de corte impuesto impidió la semillazón, y Cebadilla M. Fierro y Cebadilla Bellegarde desaparecieron al cabo de dos años. Sin embargo en condiciones de pastoreo donde algunas plantas escapan a la defoliación, puede permanecer productiva indefinidamente en el tiempo.

Ensayo leguminosas. Las tasas de crecimiento estacional de las leguminosas evaluadas se presentan en el Cuadro 2. Los promedios para el período completo sintetizan el comportamiento observado. El ordenamiento de especies por tasa decreciente (en porcentaje) fue Alfalfa Perla 100%, Lotus Boyero 67%, T. rojo Sureño 38% y T. blanco Lucero 20%.

Las mayores tasas de crecimiento estacional se registraron en primavera-verano y las menores en otoño-invierno (Cuadro 2). La excepción fue T. blanco Lucero que mostró las tasas más bajas en verano. Alfalfa Perla fue superior en todas las estaciones ($\alpha = 0.05$), y su comportamiento fue destacable aún si se lo compara al observado en localidades más productivas de Argentina como Rafaela (Bruno *et al.*, 1989) y Balcarce (Pece y Cangiano, 2000). En verano la producción de MS de alfalfa estimada en Ascasubi fue 91% mayor que en Rafaela y 119% mayor que en Balcarce, evidenciando el efecto positivo del riego en Ascasubi durante la época de mayor demanda hídrica de los cultivos. Durante las otras estaciones la superioridad de Ascasubi sobre Rafaela se mantuvo aunque fue de menor magnitud, con valores de 55% en otoño, 42% en invierno y 35% en primavera.

Lotus Boyero ocupó un segundo escalón a continuación de Alfalfa Perla, el cual fue compartido por T. rojo Sureño en 1997 y principio de 1998 (Cuadro 2). A partir de este momento T. rojo Sureño disminuyó su tasa de crecimiento hasta completar su ciclo bienal. La producción de T. rojo Sureño

fue menor el segundo ciclo que el primero, a diferencia de lo encontrado en la pampa húmeda, donde ambos ciclos mostraron rendimientos similares (Escuder y Cangiano, 1993). En el presente trabajo T. rojo Sureño tuvo baja producción el tercer año (1999) y se debió a la escasa resiembra natural que permitió el manejo de corte impuesto. El resultado coincide con la drástica pérdida de plantas de trébol rojo observada por Vernengo (1992) después del segundo año. A partir de 1999, T. rojo Sureño tuvo tasas de crecimiento bajas y similares a T. blanco Lucero.

T. blanco Lucero siempre tuvo el peor desempeño de las cuatro leguminosas evaluadas y su tasa de crecimiento mostró una tendencia decreciente en el tiempo. El verano fue particularmente crítico, posiblemente por el efecto negativo que las elevadas temperaturas habrían tenido sobre la sobrevivencia de plantas.

Las curvas de distribución estacional de forraje de leguminosas se presentan en la Figura 3.

La Alfalfa Perla mostró la mayor tasa de crecimiento en todas las fechas ($\alpha = 0.05$), con un máximo absoluto de 109.9 kgMS. ha⁻¹. día⁻¹ en primavera de 1998. Por su parte, la tasa de crecimiento mínima absoluta correspondió a T. blanco Lucero con 0.7 kgMS. ha⁻¹. día⁻¹ en la misma estación de 1999.

Ensayo verdes. Las tasas de crecimiento estacional de verdes invernales en los períodos otoñal (marzo-junio), invernal (julio-agosto) y primaveral (setiembre-diciembre) se presentan en el Cuadro 3. Los cultivares no mostraron grandes diferencias ($\alpha = 0.05$), siendo la máxima de 6% entre las tasas promedio de Triticale Yagán y Avena Millauquén.

Centeno Naicó y Triticale Yagán mostraron una tendencia hacia mayor tasa de crecimiento en julio-agosto, coincidiendo con los meses más críticos en producción de forraje. Avena Millauquén y Avena Pilar no presentaron máximos y mínimos extremos, siendo los cultivares de producción más extendida al comienzo y final del ciclo.

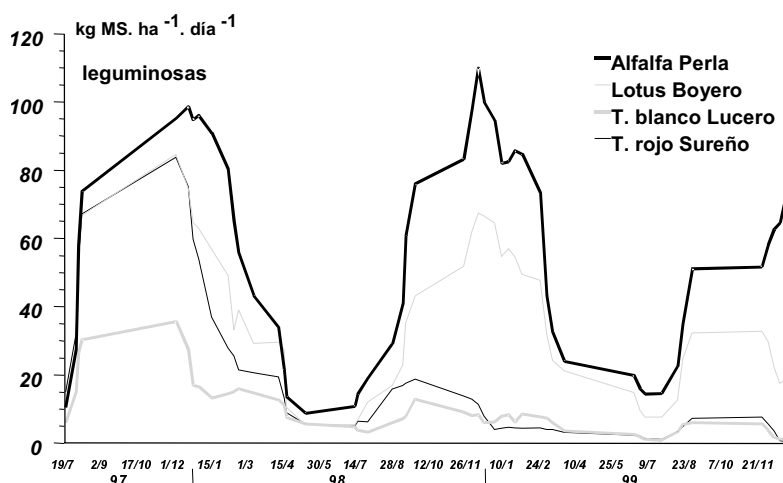


Figura 3. Curvas de distribución estacional de forraje de leguminosas perennes.

Cuadro 3. Tasas de crecimiento estacional (kgMS. ha⁻¹. día⁻¹, promedio ± error estándar) de los cultivares del ensayo Verdeos.

	Otoño (marzo-junio)	Invierno (julio-agosto)	Primavera (set.-diciem.)	Promedio
Avena Millauquen	9.4 ± 1.52 ^{ab}	10.5 ± 0.25 ^{abB}	31.0 ± 1.08 ^{aA}	17.0
Avena Pilar	12.7 ± 1.65 ^{ab}	10.3 ± 0.11 ^{abB}	30.7 ± 7.61 ^{aA}	17.9
Cebada Alicia	13.2 ± 1.16 ^{ab}	7.6 ± 1.65 ^{bB}	31.5 ± 2.40 ^{aA}	17.4
Centeno Naico	12.6 ± 0.23 ^{ab}	14.6 ± 0.57 ^{ab}	26.9 ± 0.36 ^{aA}	18.0
Triticale Yagan	8.2 ± 0.40 ^{ab}	11.1 ± 1.40 ^{abB}	34.9 ± 0.6 ^{5aA}	18.1

Letras minúsculas (mayúsculas) distintas indican diferencia significativa ($\alpha = 0.05$) entre cultivares (estaciones) dentro de estación (cultivar).

La producción de forraje total no superó los 5000 kgMS. ha⁻¹, coincidiendo con los rendimientos obtenidos en ensayos anteriores (Sevilla *et al.*, 1995a). Los valores no son despreciables si se comparan con los 4950 kgMS. ha⁻¹ citados para *A. spp.* en Balcarce (Rosso y Chifflet de Verde, 1992), pero sí son muy inferiores a los 9000 kgMS. ha⁻¹ informados en el extranjero y obtenidos con la aplicación de riego y nutrientes (Collins *et al.*, 1990). La deficiencia hídrica y la escasa movilización de nitrógeno causada por las bajas temperaturas del suelo en invierno se indican como dos factores fundamentales que afectan negativamente la producción forrajera argentina en esa estación (Díaz-Zorita, s/f). Debe tenerse en cuenta que la temperatura mínima media del área fue inferior a 7°C entre mayo y setiembre de 1999 y que en junio y julio no se dispone de riego.

Las curvas de crecimiento estacional de verdeos invernales se detallan en la Figura 4.

Las tasas de crecimiento máxima y mínima correspondieron a Cebada Alicia, con 47.3 kgMS. ha⁻¹. día⁻¹ en setiembre y 2.8 kgMS. ha⁻¹. día⁻¹ en julio (Figura 4). El análisis por fecha indicó la superioridad de Centeno Naico respecto a los otros cultivares en agosto ($\alpha = 0.05$), y su más rápida declinación final ($\alpha = 0.05$).

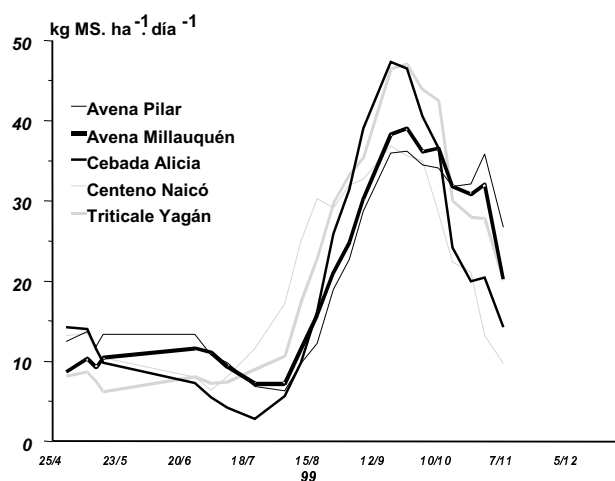


Figura 4. Curvas de distribución estacional de forraje de verdeos de invierno.

Consideraciones generales

Se halla caracterizado el patrón de distribución estacional de forraje bajo riego de cultivares adaptados a las condiciones ecológicas del valle bonaerense del río Colorado. La información obtenida es básica para la elaboración de pre-

supuestaciones forrajeras en ésta como en otras zonas de riego de características similares. Si bien los resultados provienen de ensayos con corte mecánico, otros autores han demostrado la alta confiabilidad cuando se extrapolan a condiciones de pastoreo rotativo que es el dominante en el área.

La baja estabilidad de un ambiente semiárido como el valle bonaerense del río Colorado determina que las pasturas perennes gramínea-leguminosa deberían ser el recurso forrajero dominante (Hernández, 1985; Puricelli, 1985). Las mismas constituyen la única herramienta para mejorar la fertilidad y evitar la erosión de los suelos. Los resultados presentados indican que las forrajeras perennes evaluadas concentraron la mayor parte de la producción en el período primavera-estival, destacándose Alfalfa Perla (20002 kgMS. ha⁻¹. año⁻¹) entre las leguminosas y Cebadilla M. Fierro (11425 kgMS. ha⁻¹. año⁻¹) entre las gramíneas. La integración de ambas forrajeras en una mezcla, si bien no mejoró la producción de la alfalfa pura (Sevilla *et al.*, 1995a), proporcionaría una dieta más equilibrada en nutrientes para los rumiantes (Haynes, 1980).

Otra alternativa interesante entre las gramíneas es Festuca Palenque (10804 kgMS. ha⁻¹. año⁻¹), que tuvo una menor velocidad inicial de crecimiento respecto a Cebadilla M. Fierro, pero se adaptaría mejor a manejos de defoliación menos controlados (González, 1982).

Entre las leguminosas fue promisorio Lotus Boyero (13432 kgMS. ha⁻¹. año⁻¹) que no está difundido en el área, y a diferencia de alfalfa, trébol blanco y trébol rojo, no produce timpanismo o empaste (Beever, 1993). Además, es menos sensible al manejo que alfalfa y de fácil diseminación por semilla.

El rendimiento anual de las forrajeras perennes evaluadas fue similar o superior al obtenido en la pampa húmeda, la zona más productiva de Argentina (Mazzanti *et al.*, 1992). Sin embargo en el valle bonaerense del río Colorado la producción invernal de estas forrajeras fue casi nula, situación que se acentúa a latitudes crecientes con menores temperaturas. Grignani (1991) para una latitud aproximada de 45° N no informó producción entre diciembre y febrero (junio-agosto en el hemisferio sur). Para poder trabajar con cargas animales elevadas que puedan aprovechar eficientemente la alta producción de forraje que se concentra entre primavera y otoño, es imprescindible la siembra de verdeos de invierno. La situación no se resuelve como en otras zonas templadas de inviernos más moderados utilizando pasturas perennes de crecimiento invernal, difiriendo forraje o utilizando heno producido en primavera. A pesar de ello la superficie de verdeos debiera limitarse, para disminuir los efectos negativos de la remoción de los suelos sobre la sustentabilidad de los sistemas. Las diferencias observadas en tasa de crecimiento de verdeos no fueron importantes. Prácticas como la fertilización nitrogenada en momentos estratégicos (Sevilla *et al.* 1997b) y la siembra escalonada (Sevilla *et al.*, 1997a) podrían ayudar a modificar el patrón de crecimiento original y reducir las superficies a sembrar.

El próximo paso debería contemplar la evaluación bajo pastoreo directo de Alfalfa Perla, Lotus Boyero, Festuca Palenque y Cebadilla M. Fierro, especies que resultaron promisorias en esta etapa de corte.

Conclusiones

Alfalfa Perla mostró la mayor tasa de crecimiento de todas las forrajeras, destacándose su producción primavera-otoño. Raigrás Nui y T. blanco Lucero no tuvieron un crecimiento invernal importante. Lotus Boyero fue levemente inferior a Alfalfa Perla, pero sus características antiempastes (inhibitorias al timpanismo) lo señalan como una especie promisoriosa. Festuca Palenque y Cebadilla M. Fierro presentaron las mayores tasas de crecimiento entre las gramíneas perennes, mientras que los verdeos de invierno no tuvieron diferencias importantes en esta característica.

Agradecimientos

El presente trabajo fue financiado con fondos asignados al Programa Producción Animal I por el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria de Argentina.

Literatura citada

- Beever, D. 1993. Rumen function. In: J. Forbes, and J. France (eds.) Quantitative Aspects of Ruminant Digestion and Metabolism. University Press, Cambridge. pp. 187-215.
- Blaser, R., T. Taylor, W. Griffeth, and W. Skrlada. 1956. Seedling competition in establishing forage plants. *Agron. J.*, 48:1.
- Bruno, O., R. León, L. Romero y O. Quaino. 1989. Evaluación de variedades de alfalfa (*Medicago sativa*) con distintos grados de reposo invernal. INTA-E.E.A. Rafaela (Arg.). Publicación Técnica N° 47. 12 p.
- Carámbula, M. 1977. Producción y Manejo de Pasturas Sembradas. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 464 p.
- Collins, M., M. Brinkman, and A. Salman. 1990. Forage yield and quality of oat cultivars with increasing rates of nitrogen fertilization. *Agric. J.*, 82:724.
- Corleto, A. and L. Magini. 1985. The performance of grass and legume species under irrigation in southern Italy. *Proc. 15th Int. Grassld. Cong.*, Kyoto, Japan. 174.
- Corral, A. and J. Fenlon. 1978. A comparative method for describing the seasonal distribution of production of grasses. *J. Agric. Sci., Camb.*, 91:61.
- Díaz-Zorita, M. s/f. Fertilización de pasturas y verdeos de invierno. Boletín de Divulgación Técnica N° 2. Estación Experimental Agropecuaria General Villegas. CERBAN INTA. 25 p.
- Escuder, C. y C. Cangiano. 1993. Trébol rojo. Factores que afectan su producción y utilización. Boletín Técnico N° 8. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. CERBAS INTA. 37 p.
- García, J.M., Sevilla, G. y Pasinato, A. 1995. Producción de forraje de cultivares de alfalfa con distinto grado de reposo invernal bajo riego. XIV Reunión ALPA y XIX Congreso AAPA. Mar del Plata. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 15:378.
- González, E. 1982. Consideraciones morfofisiológicas para la defoliación de forrajeras perennes. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 2: 37.
- González, E., A. Mazzanti, J. Arosteguy y J. Orbea. 1981. Evaluación de especies y variedades de forrajeras perennes. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 1:40.
- Grignani, C. 1991. Studio di sei foraggere prative in regime di pascolo simulato in coltura asciutta e irrigua in Pianura Padana. *Riv. di Agron.*, 25:210.

- Haynes, R. 1980. Competitive aspects of the grass-legume association. *Adv. Agron.*, 33:227.
- Hernández, O. 1985. Posibilidades de intensificación de la ganadería en áreas marginales: zona pampeana semiárida (conf.). *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 4 (Sup. 2):103.
- Marchegiani, G., A. Ayala Torales, G. Acosta y C. Capisto. 1986. Evaluación agronómica de forrajeras. II. Partido de Luján (Provincia de Buenos Aires). *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 6:681.
- Mazzanti, A. y J. Arosteguy. 1985. Comparación del rendimiento estacional de forraje de cultivares de *Festuca arundinacea* Scrb. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 5:157.
- Mazzanti, A., J. Castaño, G. Sevilla y J. Orbea. 1992. Características agronómicas de especies y cultivares de gramíneas y leguminosas forrajeras adaptadas al sudeste de la provincia de Buenos Aires. CERBAS INTA. 73 p.
- Pece, M. y C. Cangiano. 2000. Tasa de acumulación de la biomasa aérea de dos cultivares de alfalfa (*Medicago sativa* L.) con distinto reposo invernal. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 20:181.
- Puricelli, C. 1985. La agricultura rutinaria y la degradación del suelo en la región pampeana (Sector: provincias de Buenos Aires, Córdoba y La Pampa) (conf.). *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 4 (Sup. 2):33.
- Rosso, O. y S. Chifflet de Verde. 1992. Avena: Producción de forraje y utilización en la alimentación de vacunos. Boletín Técnico N°109. Estación Experimental Agropecuaria Balcarce. CERBAS INTA. 27 p.
- Sevilla, G., A. Pasinato y J. M. García. 1995a. Producción de forraje de especies perennes y anuales bajo riego. XIV Reunión ALPA y XIX Congreso AAPA. Mar del Plata. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 15:371.
- Sevilla, G., A. Pasinato, J. M. García y C. Iorio. 1995b. Invernada intensiva bajo riego en el Valle Bonaerense del Río Colorado. XIV Reunión ALPA y XIX Congreso AAPA. Mar del Plata. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 15:1107.
- Sevilla, G., A. Pasinato, J. M. García y V. Larreguy. 1995c. Producción de forraje de especies perennes y anuales en Villarino y Patagones. XIV ALPA y XIX AAPA. Mar del Plata, 26 de noviembre al 1 de diciembre de 1995. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 15:374.
- Sevilla, G., A. Pasinato y J. M. García. 1997a. Producción de forraje de avena bajo riego en relación a la fecha de siembra. XXI Congreso AAPA y II Congreso AUPA. Paysandú, Uruguay. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 17:92.
- Sevilla, G., A. Pasinato y J. M. García. 1997b. Producción de forraje de *Lolium multiflorum* fertilizado bajo riego. XXI Congreso AAPA y II Congreso AUPA. Paysandú, Uruguay. *Rev. Arg. Prod. Anim.*, 17:91.
- Vernengo, E. 1992. Red de ensayos de forrajeras. Resultados de la campaña 1991-92. Ed. Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires. Ministerio de la Producción.