

Acumulación de forraje y persistencia en mezclas binarias de gramíneas y leguminosas

Forage accumulation and persistency of binary grass-legume mixtures

Refi¹, R.O. y Spiller², L.C. (ex - aequo)

Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata
Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario

Resumen

En Zavalla-SF, se evaluaron 20 mezclas binarias, combinando alfalfa (*Medicago sativa* L.) Monarca INTA (GL 9), WL 525 (GL 8), Pionner 5717 (GL 7) y Pionner 5681 (GL 6) y lotus (*Lotus corniculatus* L.) El Boyero, con festuca (*Festuca arundinacea*, Schreb.) Flexible FCAR, Palenque Plus INTA y Falcon y cebadilla (*Bromus catharticus* Vahl.) Bellegarde. Los tratamientos se sembraron en líneas a 20 cm, en parcelas en bloques completos al azar con tres repeticiones, empleando 500 semillas/m² de alfalfa y festuca; 600 de lotus y 200 de cebadilla. Se defoliaron en inicio de floración o aparición de rebrotes basales de la alfalfa GL 6, secando el forraje de 0,5 m². En el primer y último otoño se midió la densidad de plantas. Se realizaron 18 cortes desde el 16/09/1998 al 19/04/2001. En cuatro, se realizó análisis botánico. Se empleó ANVA y la prueba de Tukey. La densidad de alfalfa disminuyó 70% en tres años, probablemente por períodos húmedos (efectos Niño 1998 y 2000). La pérdida de lotus fue 100%. festuca alta y cebadilla criolla mostraron pérdidas del 19%. La acumulación de forraje anual y entre años fue similar ($p > 0,05$) en las mezclas con alfalfa. La producción promedio del 1°, 2° y 3° año fue de 9,5; 7,8 y 8,2 t MS/ha, y con lotus 7,2; 5,2 y 6,3 t MS/ha (CV (%) = 16,53; 14,35 y 11,62). El reducido aporte de lotus determinó menor acumulación ($p < 0,05$). No hubo diferencias estacionales por cultivares de alfalfa, pero las mezclas con festuca Flexible se destacaron en primavera, y las de Palenque Plus en otoño-invierno y en verano ($p < 0,05$). El mayor aporte de Falcon fue en invierno (75%), siendo pobre en verano (17%). En promedio, la alfalfa aportó en verano 70% de la MS total, en otoño-invierno 27% y en primavera 52%.

Palabras clave: mezclas, alfalfa, festuca, cebadilla, lotus.

Summary

Twenty binary mixtures were established in Zavalla (33°S, 61°W), combining alfalfa Monarca (degree of latency 9), WL525 (Id 8), Pioneer 5715 (Id 7), Pioneer 5681 (Id 6) or birdfoot trefoil El Boyero with tall fescue Flexible FCAR, Palenque Plus INTA, Falcon or prairie grass Bellegarde. The mixtures were sowing in May 1998, in cut plots, at usual sowing densities. Plots were arranged in three blocks of a CABD. All the plots were cut when alfalfa flowering or its basal regrowth started. Seasonal botanic composition and densities of the mixtures were registered. ANOVA and Tukey test ($p = 0.05$) were made with the data. From 16/09/1998 to 19/04/2001 eighteen cuts were carried out. Density decreased 70% in alfalfa, 100% in lotus and 19% in

Recibido: octubre 2010

Aceptado: noviembre 2011

1. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata. Calle 60 y 118 (1900) La Plata. refi@agro.unlp.edu.ar

2. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.

grasses. Annual and total herbage productions were similar ($p > 0.05$) between mixtures grouping by alfalfa based pastures or lotus based. Annual dry matter production averaged 9.45; 7.78 and 8.21 T/ha for alfalfa based pastures and 7.17; 5.15 and 6.29 T/ha for lotus based in the first, second and third year respectively, being the CV 16.53%; 14.35% and 11.68%. When the mixtures were clustered by individual cultivars, no varietal differences were established from alfalfa ($p > 0.05$) but from the grasses seasonal differences were found in the mixture ranking owing to it. Flexible mixtures were prominent in springtime, Palenque Plus mixtures were higher in summer and autumn-winter ($p < 0.05$) and Falcon made the greater contribution in winter (75%). On average, alfalfa performed in summer 70 % of mixture dry matter, 27% in autumn-winter and 52% in springtime. Lotus contribution was poor originating lower forage accumulations ($p < 0.05$). Mixtures show production complementarities between alfalfa and grasses under changing weather conditions.

Key words: mixtures, alfalfa, tall fescue, brome grass, birdfoot trefoil.

Introducción

En el centro y sur de Santa Fe la alfalfa (*Medicago sativa* L.) es la forrajera más importante de las pasturas, extendida desde los Argiudoles vérticos del SE hasta los Hapludoles típicos del SO. La festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.) y la cebadilla criolla (*Bromus catharticus* Vhal), son las principales gramíneas acompañantes de la alfalfa en todos los tipos de suelo.

En la alfalfa, la oferta varietal permite optar por los cultivares de los grupos de latencia 8 y 9, donde se valora su aporte de forraje de fin de invierno e inicios de primavera, o de latencia intermedia (5, 6, 7), donde se aprecia su alto rendimiento primaveral que facilita la confección de reservas. El trébol de cuernitos de hoja ancha –de aquí en adelante lotus- (*Lotus corniculatus* L.) tiene escasa difusión, a diferencia de lo que ocurre en Entre Ríos, Buenos Aires y Uruguay. Posiblemente, la escasa difusión en Santa Fe se deba a su lenta implantación, baja agresividad en las mezclas, y menor productividad con respecto a la alfalfa que hace que esta lo desplace fácilmente en los suelos altos, aún en aquellos de drenaje regular.

Aunque la densidad de plantas de alfalfa se reduce paulatinamente en la pastura, los nuevos cultivares permiten lograr una población y productividad aceptable durante tres o cuatro años. En pasturas integradas con gramíneas y trébol blanco es esperable una mayor estabilidad de estas especies por su

multiplicación vegetativa. Sin embargo, la variabilidad interanual del clima local, caracterizada por la alternancia o el agrupamiento de años secos y excesivamente húmedos, produce desequilibrios en la composición botánica de la mezcla.

En años muy húmedos, la densidad de plantas de alfalfa cae marcadamente, comprometiendo la productividad y calidad de la pastura. Este efecto es más acentuado en los suelos arcillosos del E santafesino, por la susceptibilidad de la alfalfa a la anoxia radical y a las enfermedades de corona y raíz. Por estos factores abióticos y bióticos y el efecto negativo del mal manejo, la densidad de alfalfa se reduce progresivamente desde un máximo cercano a la siembra hasta el fin de la pastura (Martín et al, 2002; Martín y Refi, 2002).

En años secos, el stand de gramíneas disminuye acentuadamente en muchas pasturas desde una situación inicial de equilibrio hasta la desaparición casi total de las gramíneas. La menor longitud radical y las altas temperaturas estivales las ponen en desventaja frente a la alfalfa. Al igual que con la alfalfa, intervienen factores ambientales y de manejo de la pastura. Ustarroz y Brunetti (1994), observaron en Manfredi que los cultivares de alfalfa de grupo 6 mostraban mejor aptitud combinatoria con las gramíneas que los de grupo 9, originando mezclas más estables, y que la festuca era la gramínea que permitía en general la mejor asociación. En igual

sentido, Romero et al (1995), en Rafaela destacaron posteriormente la inestabilidad de las gramíneas templadas en mezcla con alfalfas 'sin latencia', y adjudicaron la pérdida de las gramíneas a la alta frecuencia de pastoreo que impone el manejo recomendado para la alfalfa.

Se puede hipotetizar que la evolución de las pasturas en el sur santafesino desde la situación inicial de equilibrio gramíneas-alfalfa hacia el dominio de un componente y la pérdida del otro se debe, además del ambiente, al germoplasma empleado. Existe insuficiente información sobre la compatibilidad en mezclas de diferentes cultivares de alfalfa y gramíneas bajo el ambiente físico de esta región.

Similares consideraciones pueden hacerse sobre las mezclas base lotus, de las cuales poco se sabe en el S de Santa Fe. Esta especie admite como una gramínea pastoreos frecuentes y de moderada intensidad, flexibilizando el manejo, pero su persistencia y su aporte a la producción son bajos, posiblemente por baja frecuencia de pastoreo y pobre competitividad de la especie (Martin, 2007). En suelos heterogéneos, con microdepresiones encharcables, el lotus podría incorporarse a mezclas base alfalfa si tolerara en la mezcla el manejo de esta leguminosa.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la acumulación de forraje y la persistencia de mezclas forrajeras binarias, integradas por cultivares comerciales de una leguminosa y una gramínea.

Materiales y Métodos

El ensayo fue realizado en el Campo Experimental "J. F. Villarino" en la localidad de Zavalla (33°S, 61°W), perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Rosario. En el área el clima es templado-húmedo, con 980 mm de precipitación anual, 22,9°C de temperatura promedio en enero y 9,9°C en julio. Las siembras se realizaron el 10/5/1998 sobre un suelo Argiudol vértico, cuyo horizonte A es de pH neutro y su contenido de fósforo asimilable se llevó a 20 ppm. Se empleó una cama de siembra convencional, en la cual las semillas se distribuyeron en líneas distanciadas 20 cm. El experimento se desarrolló hasta el otoño de 2001.

Los tratamientos fueron veinte mezclas forrajeras binarias (Cuadro 1), resultantes de la combinación factorial de cuatro cultivares de alfalfa (*Medicago sativa* L.) y uno de lotus (*Lotus corniculatus* L. cv El Boyero), con tres cultivares de festuca alta (*Festuca arundina-*

Cuadro 1: Mezclas forrajeras binarias evaluadas en el Campo Experimental Villarino (1998 - 2001).

Table 1: Binary mixtures evaluated at Villarino Experimental Station (1998 – 2001)

Código	mezcla	Código	Mezcla
A9-Flexib	Monarca – festuca Flexible	A6-Falc	Pioneer 5681 – festuca Falcon
A9-Palen	Monarca– festuca El Palenque Plus	A6-Bell	Pioneer 5681 – cebadilla Bellegarde
A9-Falc	Monarca – festuca Falcon	A7-Flexib	Pioneer 5715 – festuca Flexible
A9-Bell	Monarca – cebadilla Bellegarde	A7-Palen	Pioneer 5715 – festuca Palenque Plus
A8-Flexib	WL 525 – festuca Flexible	A7-Falc	Pioneer 5715 – festuca Falcon
A8-Palen	WL 525– festuca El Palenque Plus	A7-Bell	Pioneer 5715 – cebadilla Bellegarde
A8-Falc	WL 525 – festuca Falcon	Lo-Flexib	El Boyero– festuca Flexible
A8-Bell	WL 525 – cebadilla Bellegarde	Lo-Palen	El Boyero – festuca El Palenque Plus
A6-Flexib	Pioneer 5681 – festuca Flexible	Lo-Falc	El Boyero – festuca Falcon
A6-Palen	Pioneer 5681 – festuca Palenque Plus	Lo-Bell	El Boyero – cebadilla Bellegarde

cea Schreb.) y uno de cebadilla criolla (*Bromus unioloides* HBK. cv Bellegarde). Los cultivares de alfalfa fueron: Monarca SP INTA (grupo de latencia invernal 9), WL 525 (grupo 8), Pioneer 5717 (grupo 7) y Pioneer 5681 (grupo 6); y los de festuca alta: Flexible FCAR, Palenque Plus INTA y Falcon.

Para la elección de los cultivares de alfalfa el criterio fue emplear variedades de buen comportamiento disponibles en el mercado (Rossanigo, 1997), y evaluar un amplio rango en la duración de la latencia invernal. La variedad de lotus se seleccionó por presentar algo de producción invernal (Costa et al, 1997). En festuca alta, El Palenque Plus INTA se eligió por su plasticidad y rusticidad; Flexible por sus características foliares, que sugieren un consumo potencial por los rumiantes superior a otros cultivares y Falcon por su modesta producción otoño-invernal. El cv. Bellegarde de cebadilla criolla se seleccionó por su buen comportamiento productivo (Galleano et al, 1995).

Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados con tres repeticiones en el espacio. Se emplearon parcelas de 7m², que fueron sembradas con una densidad de 500 semillas/m² en alfalfa y en festuca alta, 600 en lotus y 200 en cebadilla criolla.

El momento de corte de todo el ensayo fue establecido de acuerdo al estado fisiológico de la alfalfa grupo 6: inicio de floración o aparición de los brotes de la corona. Para estimar la acumulación de forraje, este fue cortado sobre una superficie de 0,5 m² localizada al azar dentro de cada parcela, dejando 5 cm de altura de fitomasa remanente. El material cosechado fue secado en estufa a 65° C hasta peso constante y luego pesado. El resto de la parcela fue cortado a similar altura. La acumulación de forraje se expresó en toneladas de materia seca por hectárea (t MS ha⁻¹).

Los datos obtenidos fueron agrupados por año calendario y por estación climática, considerando por tales la primavera (septiembre a diciembre), el verano (enero y febrero) y la combinación otoño-invierno (marzo a agosto).

En el primer año se hicieron 5 cortes: desde el 16 de septiembre de 1998 al 6 de abril de 1999; en el 2°, 7 cortes: desde el 1° de junio de 1999 al 9 de marzo de 2000 y en el 3°, 6 cortes desde el 15 de mayo de 2000 al 19 de abril de 2001. La frecuencia de corte promedio en el primer año fue de 50 días (35-77), en el segundo de 45 (30-63) y en el tercero de 65 días (45-80).

La persistencia se estimó mediante el recuento de plantas en el segundo y el último otoño. Sobre 6 transectas de 0,5 m localizadas al azar en los tres surcos centrales de cada parcela se hizo el conteo de plantas de alfalfa y matas de gramíneas.

Los resultados de las acumulaciones totales y estacionales de MS fueron analizados mediante ANVA y las medias comparadas con la prueba de Tukey. El análisis estadístico de la producción de MS se realizó para diferenciar las mezclas individuales y grupos de mezclas identificadas por la presencia en común de una leguminosa o una gramínea. En este segundo análisis, el conjunto de mezclas que comparten un mismo cultivar de gramínea o leguminosa se tomó como un tratamiento, unificando para cada fecha sus acumulaciones de materia seca. Para todos los análisis, se consideró que los tratamientos (mezclas o sus combinaciones) se ordenaron mediante un diseño factorial aleatorizado.

La composición botánica de las pasturas se determinó durante tres ocasiones en 1999 (23/2, 4/8 y 11/11), en diferentes estaciones, y el 19/04/01 (fin del experimento), midiendo por separación manual el aporte de MS de la leguminosa y la gramínea en cada mezcla. Para el análisis estadístico cada cultivar se consideró un tratamiento replicado (n bloques x m mezclas) en un diseño aleatorizado.

Resultados

Durante el período experimental las precipitaciones fluctuaron ampliamente alrededor de los valores promedio de la última década (Cuadro 2), lo cual es típico de la región.

Cuadro 2: Lluvias durante el período experimental (1998-2001): por trimestre y total anual (mm)**Table 2:** Rainfall during the experimental period (1998-2001): three months and annual terms (mm)

	Enero-Marzo	Abril-Junio	Julio-Sept	Octubre-Dic.	TOTAL
1998	442,4	145,4	32,5	275,8	896,1
1999	348,2	182,6	100,1	118,1	749,0
2000	361,9	414,2	103,8	478,1	1358,0
2001	530,0	189,5	215,6	380,5	1315,6
Media histórica del período 1990 - 1999					980

Fuente: Estación Agrometeorológica de la Fac. de Cs. Agrarias de la UNR. Zavalla, Santa Fe.

Densidad de plantas

Se registró una pérdida importante de plantas de alfalfa (Cuadro 3), coincidente con la ocurrencia de períodos muy húmedos (primavera-verano de 1998/1999 y 2000/2001, y el otoño de 2000). Hubo una mayor estabilidad en las densidades de festuca alta y cebadilla criolla, mientras que el lotus se perdió totalmente hacia el final del 2° año.

la producción a través de los años (excepto en mezcla con alfalfa grupo de reposo invernal 7).

Cuando las mezclas se agrupan para el análisis en función de la leguminosa o la gramínea integrante, se obtiene una estimación del "efecto leguminosa" y el "efecto gramínea", que exploran el aporte distintivo de una leguminosa o una gramínea a través del

Cuadro 3: Densidad de plantas de gramíneas y leguminosas de mezclas binarias de alfalfa y lotus con gramíneas (plantas m²)**Table 3:** Plant density of alfalfa-grass and birdsfoot-grass mixtures (plants m²)

	Alfalfa 9	Alfalfa 8	Alfalfa 6	Alfalfa 7	Lotus	Fest. Flex.	Fest. El Pal. Pl.	Fest Falcon	Cebad Belleg
Otoño 1999	36	33	37	43	21	25	32	21	28
Otoño 2001	15	9	13	10	0	21	20	19	24
% pérdida	58	73	65	77	100	16	37	10	14

Producción de forraje

Producción total

No se encontraron diferencias significativas entre las mezclas en la producción total acumulada (sumatoria de los 18 cortes) ni en las producciones por año (Cuadro 4). Se pudo observar que las mezclas con festuca alta Flexible mostraron una menor variabilidad en

conjunto de mezclas.

En la producción total, el efecto leguminosa muestra como una reducción de la variabilidad producto del agrupamiento de mezclas diferencia significativamente ($p < 0,05$) a las integradas por el lotus por su menor productividad (Figura 1a).

Cuadro 4: Acumulación anual y total de forraje de mezclas binarias de alfalfa y lotus con gramíneas. (t MS ha⁻¹ año⁻¹)

Table 4: Annual and total dry matter accumulation of alfalfa-grass and birdsfoot-grass mixtures (t DM ha⁻¹ year⁻¹)

Mezcla	Año 1	Año 2	Año 3	Total	Media ± σ
A9-Flexib	8,1	7,3	9,3	24,7	8,2 ± 1,0
A9-Palen	10,7	8,1	8,8	27,6	9,2 ± 1,3
A9-Falc	9	7	6,0	21,9	7,3 ± 1,5
A9-Bell	10,0	7,4	7,0	24,4	8,1 ± 1,6
A8-Flexib	9	8,8	8,3	26	8,7 ± 0,4
A8-Palen	9,6	7,5	8,7	25,7	8,6 ± 1,1
A8-Falc	7,7	6,5	6,5	20,7	6,9 ± 0,7
A8-Bell	9,6	7,9	8	25,5	8,5 ± 1,0
A6-Flexib	8,9	8	9,5	26,4	8,8 ± 0,8
A6-Palen	9,8	7,6	8,2	25,6	8,5 ± 1,1
A6-Falc	9,5	7,6	7	24,1	8,0 ± 1,3
A6-Bell	9,5	7,4	9,1	25,9	8,6 ± 1,1
A7-Flexib	10,2	7,6	8,4	26,2	8,7 ± 1,3
A7-Palen	9,9	9,6	9,1	28,6	9,5 ± 0,4
A7-Falc	10,5	8,5	7,7	26,8	8,9 ± 1,4
A7-Bell	9,5	7,8	9,8	27,2	9,1 ± 1,1
Lo-Flexib	6,4	5,5	5,9	17,8	5,9 ± 0,5
Lo-Palen	8,5	6,0	7,2	21,7	7,2 ± 1,3
Lo-Falc	6,2	4,6	6,5	17,2	5,7 ± 1,0
Lo-Bell	7,7	4,5	5,5	17,7	5,9 ± 1,6
Promedio Anual	9	7,3	7,8		
EEM	0,3	0,3	0,3		
Coefic. Variación	16,5	14,4	11,6		

El efecto gramínea muestra similitud estadística en el aporte de los distintos cultivares (Figura 1b). Las mezclas con Flexible muestran la menor variabilidad; las de Falcon una tendencia a la reducción en producción, significativa al tercer año ($p < 0,05$); y las de Palenque Plus INTA y Bellegarde la variabilidad más alta.

Producción por estación

Las mezclas en conjunto mostraron un rango de 1,5 a 3 t MS ha⁻¹ en la producción conjunta de otoño e invierno; de 2 a 5 t MS ha⁻¹ en primavera; y de 1 a 3,5 t MS ha⁻¹ en verano. La distribución estacional de la acumulación de forraje estuvo determinada principalmente por la alfalfa, mientras las gramí-

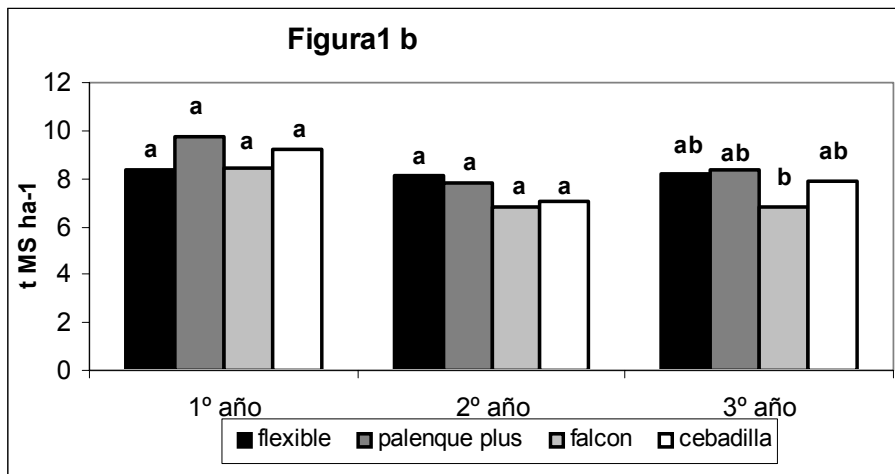
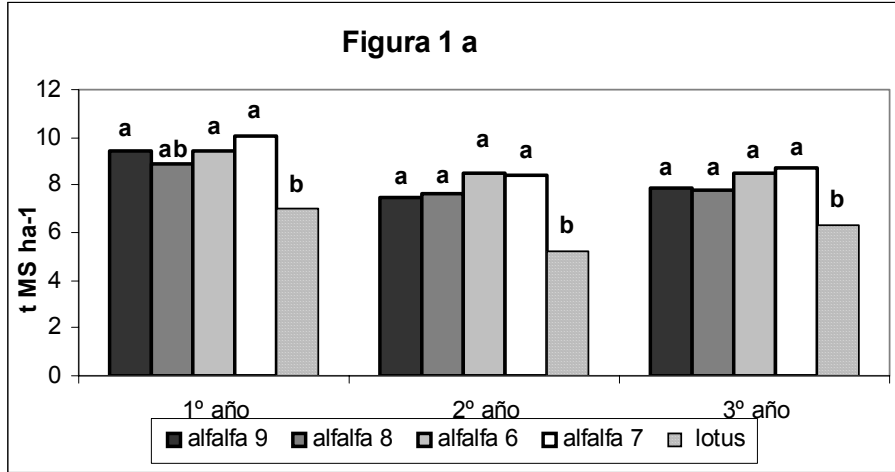


Figura 1: Acumulación anual de forraje - Efecto leguminosa (1a) y efecto gramínea (1b). Las letras diferencian columnas según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$)
Figure 1: Yearly herbage accumulation - Legume (1a) and grass (1b) effects. Letters: comparing columns by Tukey test ($p \leq 0.05$)

neas marcan algunas diferencias estacionales. Las menores acumulaciones se registraron en las mezclas con lotus luego de la pérdida de esta especie.

En otoño-invierno, la acumulación de forraje fue baja. Las diferencias entre medias pocas veces superaron las 1,0 t MS ha⁻¹ y la

variabilidad fue alta (Cuadro 5). Pese a ello, las mezclas de Palenque Plus INTA con las cinco leguminosas fueron siempre las más destacadas, en forma significativa o en valores absolutos. Las mezclas con Falcon fueron relativamente importantes el primer año.

Cuadro 5: Acumulación de forraje otoño-invernal en mezclas binarias de alfalfa y lotus con gramíneas. (t MS ha⁻¹)

Table 5: *Herbage accumulation in autumn and winter of alfalfa-grass and birdsfoot-grass mixtures.* (t DM ha⁻¹)

Mezcla	Otoño-Invierno 1998	Otoño- Invierno 1999	Otoño- Invierno 2000
A9-Flexib	1,8 ab	1,8 a	2,6 a
A9-Palen	1,9 ab	2,7 a	2,4 a
A9-Falc	1,6 ab	2,1 a	1,7 a
A9-Bell	2,2 ab	2,0 a	1,9 a
A8-Flexib	1,8 ab	2,5 a	2,0 a
A8-Palen	1,7 ab	2,7 a	2,7 a
A8-Falc	2,1 ab	2,1 a	1,7 a
A8-Bell	2,0 ab	2,5 a	2,2 a
A6-Flexib	1,4 ab	2,2 a	2,2 a
A6-Palen	2,5 a	2,7 a	2,6 a
A6-Falc	1,6 ab	2,2 a	1,8 a
A6-Bell	2,2 ab	2,5 a	2,2 a
A7-Flexib	1,3 ab	2,3 a	2,3 a
A7-Palen	1,9 ab	3,0 a	2,6 a
A7-Falc	2,5 a	2,3 a	2,0 a
A7-Bell	1,6 ab	2,2 a	2,4 a
Lo-Flexib	0,9 b	1,9 a	1,7 a
Lo-Palen	2,1 ab	2,6 a	2,1 a
Lo-Falc	1,7 ab	1,8 a	1,8 a
Lo-Bell	2,2 ab	1,7 a	1,5 a
Coefic. de Variac	26,8	54,5	21,2

Las letras diferencian medias dentro de una columna por la prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Different letters in each column show differences Tukey $p \leq 0,05$

Durante los períodos otoño-invernales las mezclas no se diferenciaron en función de la leguminosa integrante (Figura 2a), excepto en el tercer año, en el cual la producción fue estadísticamente inferior de las mezclas con lotus ($p < 0,05$). Agrupadas en función de la gramínea, las mezclas variaron en rango menor a 1,0 t MS ha⁻¹ (Figura 2b), con producción moderada pero estable en las mez-

clas con Falcon y Bellegarde, y destacándose el aporte de Palenque Plus.

En forma esperable la primavera mostró las mayores acumulaciones de biomasa (Cuadro 6), con valores destacados en varias mezclas de Flexible y Bellegarde y en distintos años, alternados con rendimientos altos mas puntuales de mezclas de Palenque Plus INTA y de Falcon.

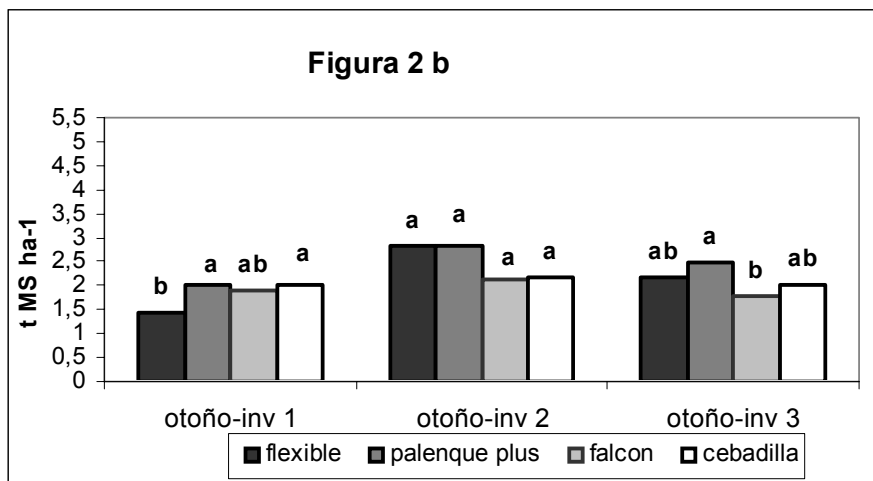
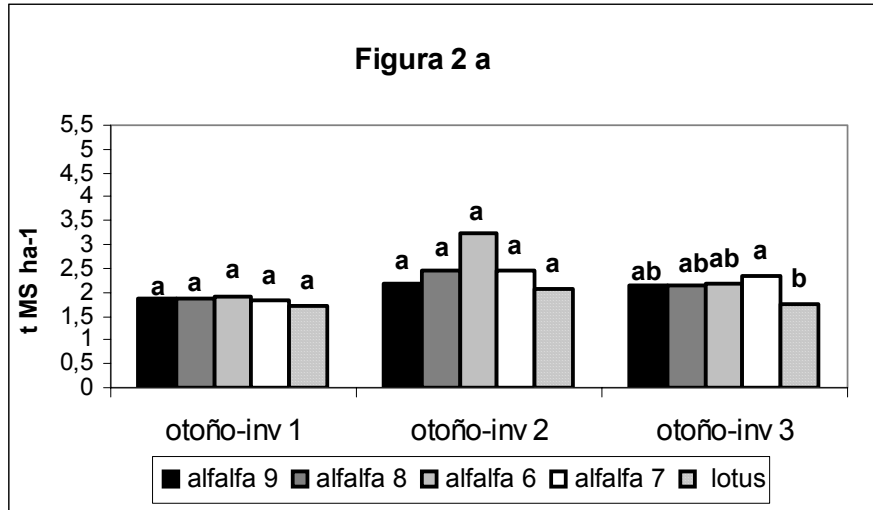


Figura 2: Producción otoño-invierno. Efecto leguminosa (2a) y Efecto gramínea (2b). Las letras diferencian columnas según el test de Tukey ($p < 0,05$)
Figure 2: Autumn -winter production. Legume effect. (2a) and grass effect (2b). Letters: comparing columns by Tukey test ($p < 0.05$)

El pico de producción de alfalfa diferenció netamente estas mezclas de las de lotus ($p < 0,05$; Figura 3a). Las mezclas con alfalfa de latencia intermedia muestran una tendencia a mayor productividad frente a las restan-

tes durante el 1º y 3º año. Las mezclas con Flexible se destacan por su estabilidad, mientras las restantes muestran una reducción progresiva en la producción (Figura 3b).

Cuadro 6: Acumulación de forraje primaveral en mezclas binarias de alfalfa y lotus con gramíneas. (t MS ha⁻¹)

Table 6: Herbage accumulation in spring of alfalfa-grass and birdsfoot-grass mixtures. (t DM ha⁻¹)

Mezcla	Primavera 1998	Primavera 1999	Primavera 2000
A9-Flexib	3,1 a	3,6 abc	3,7 abc
A9-Palen	4,6 a	3,0 abc	3,2 abc
A9-Falc	4,3 a	3,2 abc	2,2 c
A9-Bell	4,7 a	3,2 abc	3,1 abc
A8-Flexib	3,4 a	4,3 a	3,6 abc
A8-Palen	4,1 a	2,9 abc	3,1 abc
A8-Falc	2,9 a	2,7 abc	2,7 bc
A8-Bell	4,4 a	3,6 abc	3,3 abc
A6-Flexib	4,5 a	3,8 abc	4,2 ab
A6-Palen	3,7 a	2,7 abc	3,3 abc
A6-Falc	4,2 a	3,6 abc	2,7 bc
A6-Bell	4,4 a	3,4 abc	3,7 abc
A7-Flexib	5,7 a	3,4 abc	3,4 abc
A7-Palen	5,1 a	4,3 a	3,3 abc
A7-Falc	5,0 a	4,1 ab	3,1 abc
A7-Bell	5,1 a	3,5 abc	4,6 a
Lo-Flexib	2,4 a	2,4 abc	2,3 c
Lo-Palen	2,7 a	1,9 c	2,6 bc
Lo-Falc	2,0 a	1,7 c	2,5 bc
Lo-Bell	3,4 a	2,1 bc	2,1 c
CV	32,8	22,5	18,5

Las letras diferencian medias dentro de una columna por la prueba de Tukey ($p < 0,05$)

Different letters in each column show differences Tukey $p \leq 0.05$

En verano se expresa fuertemente el efecto año sobre la productividad de las mezclas (Cuadro 7), en especial por la sequía del período primavera 1999- verano 2000 que deprime los rendimientos. Hay menor variabilidad que en otoño y primavera, y se destacan las mezclas integradas por Palenque Plus INTA.

La producción estival muestra en general la similitud de las mezclas con alfalfa y el me-

nor rendimiento de las de lotus ($p < 0,05$; Figura 4a). En estas, el aumento de producción durante el 3° año es debido al aporte de gramíneas estivales malezas, principalmente gramón (*Cynodon dactylon*). Agrupadas por la gramínea, las mezclas muestran mayor similitud (Figura 4b), aunque se destaca el efecto de Palenque Plus, significativo el 1° año ($p < 0,05$).

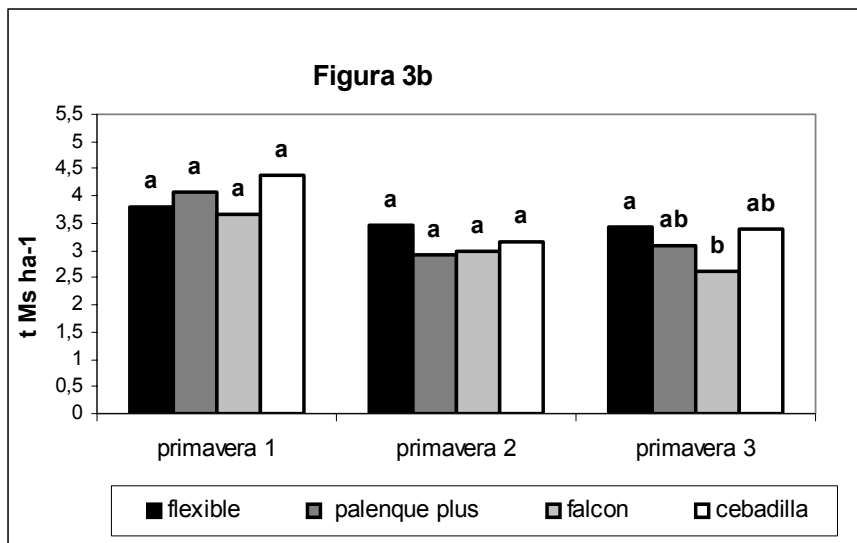
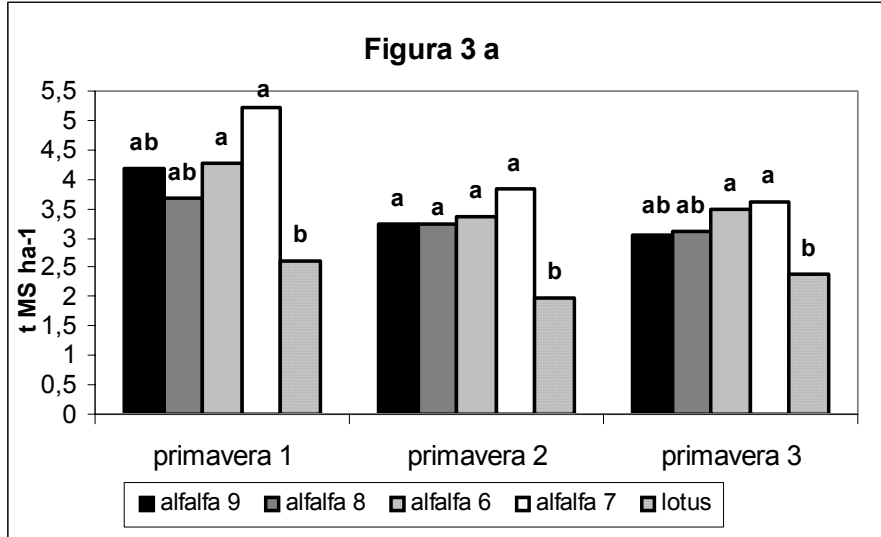


Figura 3: Producción primaveral. Efecto leguminosa (3a) y Efecto gramínea (3b). Las letras diferencian columnas según el test de Tukey ($p < 0,05$)

Figure 3: Spring production. Legume effect. (3a) and grass effect (3b) Letters: comparing columns by Tukey test ($p < 0.05$)

Cuadro 7: Acumulación de forraje estival en mezclas binarias de alfalfa y lotus con gramíneas. (t MS ha⁻¹)

Table 7: *Herbage accumulation in summer of alfalfa-grass and birdsfoot-grass mixtures. (t DM ha⁻¹)*

Mezcla	Verano 1 1999	Verano 2 2000	Verano 3 2001
A9-Flexib	3,3 abc	1,9 abcd	3,0 abc
A9-Palen	4,3 a	2,4 a	3,1 ab
A9-Falc	3,1 abc	1,6 abcde	2,2 abcd
A9-Bell	3,0 abc	2,3 ab	2,1 abcd
A8-Flexib	3,8 ab	1,9 abcd	2,4 abcd
A8-Palen	3,8 ab	1,9 abcd	2,9 abcd
A8-Falc	2,7 bc	2,1 abc	2,1 bcd
A8-Bell	3,2 abc	1,8 abcd	2,5 abcd
A6-Flexib	3,0 abc	2,1 abc	3,1 ab
A6-Palen	3,6 ab	2,2 abc	2,3 abcd
A6-Falc	3,6 ab	1,8 abcd	2,4 abcd
A6-Bell	2,9 bc	1,4 bcde	3,2 a
A7-Flexib	3,1 abc	1,9 abcd	2,7 abcd
A7-Palen	2,9 abc	2,3 ab	3,2 ab
A7-Falc	3,1 abc	2,1 abc	2,7 abcd
A7-Bell	2,8 bc	2,2 abc	2,7 abcd
Lo-Flexib	3,1 bc	1,3 cde	1,9 cd
Lo-Palen	3,7 ab	1,6 abcde	2,5 abcd
Lo-Falc	2,5 bc	1,1 de	2,3 abcd
Lo-Bell	2,0 c	0,8 e	1,8 d
CV	13,8	16,1	13,8

Las letras diferencian medias dentro de una columna según Tukey ($p < 0,05$)

Different letters in each column show differences Tukey $p \leq 0.05$

Composición Botánica

El Cuadro 8 muestra los cambios ocurridos durante el 2° año de la pastura, usualmente el más productivo, y al final del período experimental (abril/01). Los valores de verano, invierno y primavera de 1999 evidencian la drástica reducción del contenido de lotus, especialmente junto a los cvs. Flexible y Palenque Plus INTA, combinaciones en que desaparece por completo al final del experimento.

En forma esperable, el aporte promedio de las leguminosas fue mayor en verano (69% en alfalfa y 13% en lotus, 02/99), el de las gramíneas en invierno (78% con alfalfa y 95% con lotus, 08/99), con equilibrio en primavera (alfalfa aportó el 52%, lotus el 10%, 11/99). En el otoño del 4° año, la alfalfa constituyó en promedio el 19% de la MS cosechada y el lotus el 2%.

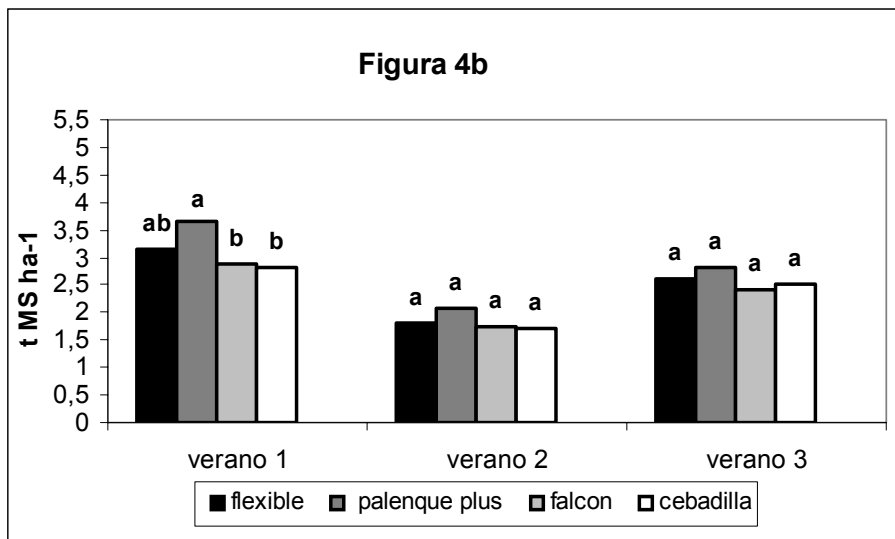
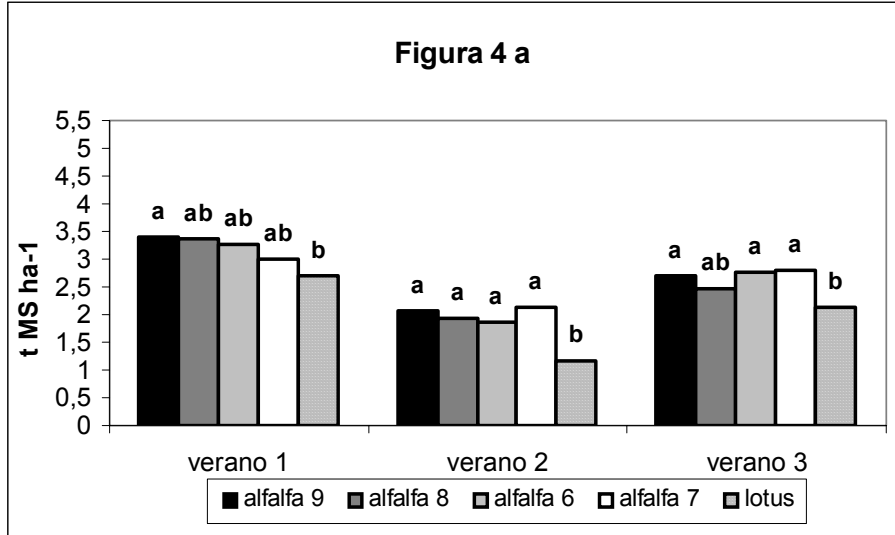


Figura 4: Producción estival. Efecto leguminosa (4a) y Efecto gramínea (4b)
 Las letras diferencian columnas según el test de Tukey ($p < 0,05$)
Figure 4: Summer production. Legume effect (4a) and Grass effect (4b)
 Letters: comparing columns by Tukey test ($p = 0,05$)

Cuadro 8: Aporte porcentual promedio de leguminosas y gramíneas en los tratamientos (% MS).**Table 8:** Mean contribution (%) of Legumes and Grasses in mixture dry matter.

Mezclas Con	23/02/99		04/08/99		11/11/99		19/04/01	
	Legum.	Gramin.	Legum.	Gramin.	Legum.	Gramin.	Legum.	Gramin.
Alfalfa 9	73		22		48		25	
Alfalfa 8	62		18		58		15	
Alfalfa 6	63		18		56		15	
Alfalfa 7	77		29		46		22	
Lotus	13		5		10		2	
Flexible		40		84		62		91
Palenque		55		83		48		85
Falcon		29		78		49		78
Bellegarde		46		83		67		84
Media	58	43	18	82	44	57	16	85
EEM	5,9		2,3		5,3		2,4	

EEM: Error Estándar de la Media.

Discusión

Productividad

La acumulación de forraje y su distribución estacional han sido caracteres importantes en los programas de mejoramiento genético de especies forrajeras. En tal sentido, la alfalfa se ha destacado en Argentina y en el mundo por su alta capacidad de producción (Bouton, 2001), pero lo mismo se ha dado en raigrás perenne y anual, festuca alta, pasto ovillo, cebadilla criolla y otras especies de pasturas plurianuales. En Argentina se han registrado rendimientos de 6 a 20 t de Materia Seca (MS)/ha x año en cultivares de alfalfa de latencia intermedia a corta (Costa *et al*, 2002; Melin *et al*, 2003; Spada y Mombelli, 2004; Guzmán *et al*, 2006), de 2,5 a 12 t de MS/ha x año en cvs. de *Lotus corniculatus* (CSBC, 2001), de 4 a 19 t de MS/ha x año en cvs. de cebadilla criolla (CSBC, citado por Maddaloni y Ferrari, 2002) y de 3 a 18 t de MS/ha x año en cvs de festuca (CSBC, 2001). En estos amplios rangos inciden la variabilidad varietal y la diversidad de ambientes que cubren las redes de ensayos.

Pese a estos rangos, las diferencias entre cultivares de una especie tienden a ser reducidas. Alfalfas de latencia corta (grupos 8 y 9) e intermedia (grupos 6 y 7) han acumulado frecuentemente igual cantidad de MS/ha x año, con tasas máximas de crecimiento en primavera, verano, o primavera y otoño (bimodal), y con ligeras diferencias en la producción invernal, menores a 10 kg de MS/ha x día (Spada y Mombelli, 2002; Pece y Cangiano, 2003). En festuca alta y otras gramíneas templadas perennes (pasto ovillo, falaris), los cvs. mediterráneos superan ligeramente en producción a los templado-fríos en invierno, pero su producción total anual suele ser algo menor (Mazzanti *et al*, 1992).

La productividad de una mezcla está muy influida por la capacidad competitiva del componente de mayor rendimiento en cultivo puro (Trenbath, 1974), pero también por las relaciones de complementariedad que pueden establecerse entre gramíneas, leguminosas y diferentes especies dentro de cada grupo (Haynes, 1980; Laidlaw y Teuber, 2001).

Como resultado de estas interacciones la productividad de una mezcla se asemeja o supera a la del componente más productivo en cultivo puro, que en nuestro país es usualmente la alfalfa (Melin *et al*, 2003; Dichio *et al*, 2006; Spiller *et al*, 2007)

Diversas experiencias realizadas en la región Pampeana han estudiado la productividad de mezclas bifticas y sus componentes. Melin *et al* (2003), no encontraron diferencias al comparar alfalfa pura, alfalfa-cebadilla y alfalfa-pasto ovillo. Sin embargo, la cebadilla pura mostró menores rendimientos que el pasto ovillo puro, pero esta diferencia fue compensada por la alfalfa en las mezclas. En forma similar, Spiller *et al* (2007) no hallaron diferencias al comparar alfalfa pura, alfalfa-festuca alta y alfalfa-cebadilla, mientras la cebadilla pura producía en forma significativa por encima o por debajo de la festuca pura Romero *et al* (1993) al probar bajo pastoreo la asociación de una alfalfa de latencia intermedia con festuca o con distintos cultivares de pasto ovillo hallaron diferencias en la productividad y compatibilidad con la alfalfa en los distintos genotipos de gramíneas. Escuder y Cangiano (1997), al asociar una alfalfa de grupo 8 y tres cultivares de trébol rojo de diferente floración al pasto ovillo Porto o la festuca Maris Kasba (ambos mediterráneos), hallaron mayor rendimiento de las mezclas con festuca, pero mejor compatibilidad en las asociaciones pasto ovillo-leguminosa. Resultado semejante obtuvieron Bertín y Prats (2004) cuando al comparar alfalfa-festuca mediterránea vs. alfalfa-festuca templado-fría observaron mayor compatibilidad en la primera mezcla, pero mayor productividad y persistencia de la festuca en la asociación con los cvs. templado-fríos. En mezclas trifíticas, Zaniboni y Dillon (2003) obtuvieron mayor rendimiento en alfalfa-festuca-cebadilla frente a alfalfa-pasto ovillo-cebadilla, debido al mayor aporte de la festuca frente al pasto ovillo.

En este experimento la producción de las mezclas se ubicó en un valor medio en relación a los rangos mencionados para las especies puras. Los resultados hallados pueden asemejarse con la productividad de la alfalfa

pura pese a las densidades relativamente bajas que tuvo esta especie, características de la zona. Los suelos de esta región son franco-limosos y franco-arcillosos en superficie, se encostran, dificultan la emergencia de las plántulas y el intercambio hídrico y gaseoso, y generan pasturas desuniformes, de pobre densidad y reducida cobertura basal (Martín *et al*, 1990).

Dado que una propiedad frecuente de los cultivares de alfalfa es la similitud de sus niveles de producción anual o estacional, se podría incorporar variabilidad en la producción de MS de las mezclas a través de la especie o el cultivar de la gramínea asociada. Esta hipótesis sustenta trabajos como el realizado aquí, en el cual no se hallaron diferencias entre las mezclas en la producción anual, pero sí estacionalmente.

Estabilidad

La estabilidad productiva de una mezcla puede deberse a varias interacciones positivas, como el desfasaje en los ciclos de crecimiento, o la complementación en el uso del suelo o del espacio del canopeo, o la tolerancia a diferentes adversidades climáticas o bióticas. Esta complementariedad en el uso de los recursos puede asimismo derivar en las mejores circunstancias en una producción transgresiva de las mezclas frente a sus componentes puros. En este experimento la producción anual de las mezclas se mantuvo relativamente estable, pese al impacto negativo de la sequía en el 2° año. Bajo estas condiciones, al igual que en verano, la alfalfa es la especie principal de la pastura. Dichio *et al* (2002), en una mezcla de alfalfa y festuca alta hallaron que la leguminosa siempre tenía un potencial agua foliar más alto que la gramínea, y esto se acentuaba en verano, siendo esta diferencia adjudicable al sistema radical de la alfalfa.

La pastura mixta, además de ventajas frente al riesgo de empaste, aporta estabilidad en la producción primaria y dificulta la aparición de malezas. Por ejemplo, Bruno *et al* (1987) observaron en Rafaela que el contenido de malezas de un cultivo puro de alfalfa de

latencia intermedia era de 2 a 5 veces superior al hallado en la asociación con festuca, cebadilla o pasto ovillo, y que el rendimiento de las mezclas era superior.

En este experimento no se observó inestabilidad en el aporte de la alfalfa o la gramínea, entendiéndose por tal una reducción severa de su productividad o su persistencia. No ocurrió igual con el lotus, que prácticamente desapareció en el segundo año. En la alfalfa se registró una progresiva pérdida del número de plantas, habitual en los sistemas de producción, que aparentemente no perjudicó su producción de MS durante el desarrollo del experimento, pero podría haberlo hecho en el exceso hídrico final (abril de 2001), en el cual el aporte de los cultivares se asemejó al registro de invierno de 1999. Las diferencias en producción de MS o número de plantas entre los cultivares al final del ensayo son leves y no se relacionarían con el grado de latencia. Aunque hay evidencias de mayor persistencia de las variedades de latencia intermedia frente a las de latencia corta (por ej., en García Nero *et al*, 2005), la duración de nuestro experimento no permite discriminar esta característica.

A diferencia de lo observado por Spiller *et al* (2007) donde el aporte de la cebadilla criolla es importante el primer año y luego tiende a caer, en este experimento Bellegarde mantuvo su producción, posiblemente favorecida por los años húmedos (2000-2001), que habrían asegurado la resiembra natural. En las mezclas base lotus, donde la leguminosa constituyó siempre un porcentaje bajo del rendimiento, puede verse más claramente el aporte de la cebadilla y de las otras gramíneas. Por ejemplo, el rendimiento del cv. Falcon sería relativamente bajo pero estable. Los otros cultivares de festuca alta afectaron la producción estacional de las mezclas, donde en primavera se destacaron las mezclas con Flexible y en verano y otoño-invierno las de Palenque Plus INTA, lo cual puede verse en la descripción del efecto gramínea y en los registros de composición botánica.

No se observó aquí la inestabilidad de las gramíneas descrita en otros trabajos (Usta-

rroz y Brunetti, 1994; Romero *et al*, 1993; Refi y Martín, 2001). En los cultivares de este ensayo el efecto negativo de la sequía durante el segundo año habría sido compensado por el exceso de lluvias en el tercero, manteniendo su aporte. El manejo de la defoliación, dejando un remanente de aproximadamente 5 cm de altura y con la frecuencia establecida por la alfalfa de latencia intermedia, pudo ser protector de las gramíneas, que perderían persistencia bajo la defoliación intensa y frecuente de las alfalfas de latencia corta en primavera, defoliadas mecánicamente luego del pastoreo (Refi y Martín, 2001).

Por el contrario, el manejo de la defoliación podría haber perjudicado tempranamente al *Lotus corniculatus*. Por sus características morfofisiológicas, ésta especie requeriría un manejo semejante al de las gramíneas, con defoliaciones de moderada intensidad y frecuentes (Smith, 1962; Carámbula, 1977). La productividad de sus cultivares es menor a la de otras especies forrajeras (CSBC, 2001), lo cual le conferiría baja capacidad competitiva y vulnerabilidad a una baja frecuencia de pastoreo (Martín, 2007). Por estas características no sería asociable a la alfalfa en mezclas complejas para suelos heterogéneos con microdepresiones húmedas, situación en la que el productor agropecuario habitualmente incorpora al trébol rojo en la mezcla.

Conclusiones

Las mezclas con alfalfa muestran estabilidad en la producción debido a la complementariedad productiva con las gramíneas en condiciones climáticas variables entre años.

El *Lotus corniculatus* tiene pobre persistencia bajo el manejo empleado, reduciendo la producción de sus mezclas.

Las diferencias de los cultivares en persistencia, estabilidad y distribución de la acumulación de forraje permitirían seleccionar la combinación de germoplasma más conveniente para cada sistema de producción. No obstante ello, la productividad total de las mezclas es similar.

Bibliografía

- Bertin, O. y Prats, F. 2004. Composición botánica de pasturas con cuatro cultivares de festuca alta asociados a alfalfa bajo pastoreo. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 24, Supl. 1: 159-160.
- Bouton, J. 2001. Advances in forage legumes: alfalfa. *Proc. XIX Int. Grassld. Congr.* Pp: 545-547.
- Bruno, O., Romero, L., Fossati, J. y Quaino, R. 1987. Evaluación de mezclas simples de alfalfa y gramíneas bajo pastoreo. *In: DIÁLOGO XIX: Producción de pasturas para engorde y producción de leche.* IICA. Montevideo. Pp: 121-125.
- Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas templadas. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo. 464 pág.
- Costa, M.C., De Battista, J.P. y Greham, p. 1997. Producción y calidad de forraje de cvs. de *Lotus corniculatus* y *L. tenuis* en vertisoles de Entre Ríos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 17, Supl. 1: 124.
- Costa, M., Di Nucci De Bedendo, E., De Battista, J. y Díaz, M. 2002. Producción de forraje de cultivares de *Medicago sativa* sin latencia en dos localidades de Entre Ríos. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 22, Supl. 1: 149-150.
- Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires (CSBC). 2001. Red de Ensayos de variedades forrajeras. Resultados de la Campaña 1999 – 2000. *Festuca alta*. Pp: 60-67.
- Cámara de Semilleristas de la Bolsa de Cereales de Buenos Aires (CSBC). 2001. Red de Ensayos de variedades forrajeras. Resultados de la Campaña 1999 – 2000. *Lotus corniculatus*. Pp: 48-49.
- Dichio, I., Larripa, M., Galli, J., Cangiano, C. y Laca, E. 2002. Capacidad de retención de agua en pasturas binarias de alfalfa y festuca. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 22, Supl. 1: 119-120.
- Dichio, I., Galli, J., Cangiano, C. y Laca, E. 2006. Estabilidad del crecimiento de alfalfa y festuca en pasturas sembradas en manchones puros y en mezcla. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 26, Supl. 1: 164-165.
- Escuder, J. y Cangiano, C. 1997. Acumulación de forraje de mezclas binarias de leguminosas y gramíneas. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 17(2):105-116.
- Galleano, A., Spiller, L. y Cechetti, S. 1995. Evaluación de cebadilla criolla (*Bromus willdenowii* Kunth). 2. Adaptación y estabilidad de una colección de germoplasma. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 15 (1): 354-356.
- García Nero, F., Cangiano, C. y Fernández, H. 2005. Estabilidad del rendimiento de forraje y de la persistencia de alfalfa con distinto reposo invernal en Argentina. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 25, Supl. 1: 135-136.
- Guzmán, C., Spada, M. del C. y Mombelli, J. 2006. Efecto de las condiciones ambientales sobre la acumulación de forrajes en dos cultivares de alfalfa. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 26, Supl. 1: 156-157
- Haynes, R.J. 1980. Competitive aspects of the grass-legume associations. *Adv. Agron.* 33: 227-261.
- Laidlaw, A. and Teuber, N. 2001. Temperate forage legume-grass mixtures: advances and perspectives. *Proc. XIX Int. Grassld. Congr.* Pp: 85-92.
- Maddaloni, J. y Ferrari, L. 2002. Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina. INTA. UNLZ. 520 pág.
- Martin, B. 2007. Producción primaria y calidad forrajera de un pastizal pampeano y se reemplaza por pasturas. Tesis de Magister Scientiae en Manejo y Conservación de Recursos Naturales. Facultad de Cs. Agrarias, Universidad Nacional de Rosario.
- Martín, B., Álvarez, H., Spiller, L. y Flaxman, A. 1990. Productividad y persistencia de una consociación de festuca alta (*Festuca arundinacea* Schreb.) y trébol blanco (*Trifolium repens* L.) bajo diferentes frecuencias de defoliación. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 10, Supl. 1: 40-41.
- Martin, B. y Refi, R.O. 2002. Efectos de la intensidad de pastoreo y la fertilización nitrogenada en el crecimiento y la estabilidad de una pastura con alfalfa. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 22, Supl. 1: 123-124.
- Martin, B., Constanzo, M., Refi, R.O. y Montico, S. 2001. Alfalfa y festuca: temperaturas y precipitaciones en su emergencia. *Revista de la Facultad de Cs. Agrarias de la Universidad Nacional de Cuyo.* Tomo XXXIII, N° 2: 41-46.
- Mazzanti, A., Castaño, J., Sevilla, G. y Orbea, J. 1992. Características agronómicas de especies y cultivares de gramíneas y leguminosas adaptados al Sudeste de la Pcia. de Buenos Aires. Ed. por CERBAS, INTA.
- Melin, A., Arzadún, M. e Ibarra, C. 2003. Producción y complementariedad según altura de corte y fertilización nitrogenada en mezclas gramínea:alfalfa. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23, Supl. 1: 199-200.

- Pece, M. y Cangiano, C. 2003. Tasa de acumulación de la biomasa aérea en dos cultivares de alfalfa (*Medicago sativa*) en Balcarce. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23, Supl. 1: 33-43.
- Refi, R.O. and Martin, B. 2001. Structural stability of short latency alfalfa-based pastures in the Humid Pampa, Argentina. *Proceedings of the XIX International Grassland Congress.* pp. 833-834.
- Romero, N., Bruno, O. y Fossati, J. 1993. Evaluación de cultivares de pasto ovillo en mezcla con alfalfa bajo pastoreo. En Puignau, J. (ed.). *DIÁLOGO XXXVIII: Metodología de evaluación de pasturas.* IICA. Montevideo. Pp: 103-106.
- Romero, N., Comerón, E. y Ustarroz, E. 1995. Manejo y utilización de alfalfa. *In: Hijano, E. y Navarro, A. (eds.) La alfalfa en Argentina. Subprograma Alfalfa del INTA.* Ed. Editar, San Juan. Pp.: 150-155.
- Rossanigo, R. 1997. Alfalfa. *In: N. Latimori y A. Kloster (eds) Invernada bovina en zonas mixtas.* Ed. Editar. INTA Centro Regional Córdoba. Pp: 5-36.
- Smith, D. 1962. Carbohydrate root reserves in alfalfa, red clover and birdfoot trefoil under several management schedules. *Crop Sc.* 2, 1: 75-78.
- Spada M. del C. y Mombelli, J. 2002. Distribución estacional de la producción de cultivares de alfalfa de distinto grado de reposo. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 22, Supl. 1: 106-107.
- Spada M. del C. y Mombelli, J. 2004. Curvas de crecimiento de cultivares de alfalfa con diferentes grados de reposo invernal. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 24, Supl. 1: 135-136.
- Spiller, L., Refi, R.O., Fontano, M., Galleano, A., Karl, P. y Llobet, G. 2007. Producción de materia seca de mezclas base alfalfa y de especies puras en el sudeste de Santa Fe. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 27, Supl. 1: 219-220.
- Trenbath, B.R. 1974. Biomass productivity of mixtures. *Adv. Agron.* 26: 177-210.
- Ustarroz, E. y Brunetti, M. 1994. Ganancia de peso vivo individual y por ha en pasturas de alfalfa con distintos grados de reposo invernal. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 14, Supl. 1: 93-94.
- Zaniboni, M. y Dillon, A. 2003. Mezclas forrajeras en dos sistemas de utilización. *Rev. Arg. Prod. Anim.* 23, Supl. 1: 197-198.