

I. INCIDENCIA DE 7 TIPOS DE RASTROJOS SOBRE LA PRODUCCIÓN DE FORRAJE DE 13 ESPECIES FORRAJERAS SEMBRADAS EN DIRECTA

INTRODUCCIÓN

En sistemas de producción agrícolas, o agrícolas-ganaderos, la rotación de cultivos con pasturas constituye una opción tecnológica ineludible para mantener la sustentabilidad del sistema, “calidad de los suelos” a largo plazo, cortar ciclos de enfermedades, etc.

A pesar de la importancia del tema, tanto para la agricultura como para la ganadería, en el país y la región no hay trabajos reportados que midan en forma estrictamente comparativa la performance simultánea de diferentes especies forrajeras en respuesta a distintos tipos de rastrojos.

Salvo algunas excepciones, trabajos referentes a verdeos de invierno, especialmente avena o trigo, o a un trabajo argentino sobre implantación de alfalfa, la mayoría de las publicaciones sobre SD y producción de pasturas, se sustentan sobre una base muy parcial y subjetiva originada a partir de experiencias realizadas en establecimientos a nivel comercial, etc., sin tratamientos testigos para comparar, ni aval estadístico de la información.

Con este contexto se definió como objetivo realizar estudios estrictamente comparativos que midan los rendimientos de forraje de un menú amplio de especies forrajeras sembradas sobre diferentes rastrojos.

DESCRIPCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

La estrategia seguida para instalar la secuencia de experimentos fue similar todos los años. Se comenzaba sembrando en directa un verdeo de raigrás, a densidades de 15 a 25 kg/ha, en líneas a 19 cm, ferti-

zado con 100 a 150 kg/ha de 25-33-0 o 18-46-0 colocado en la línea de la semilla. Cuando el verdeo alcanzaba 10 cm de altura se fertilizaba con 100 a 150 kg urea/ha.

El verdeo se pastoreaba en forma rotativa con ovinos o novillos y a fines de agosto, cuando la pastura alcanzaba entre 15 y 25 cm de altura según los años, se aplicaban 4 l/ha de Roundup, iniciándose un período de barbecho hasta la siembra de los cultivos de verano, normalmente realizada en octubre.

Posteriormente a las cosechas de estos, se aplicaba nuevamente Roundup y se sembraban puras, el mismo día, todas las especies forrajeras.

Se utilizó siempre la misma sembradora e idéntica fertilización a la siembra en gramíneas y leguminosas forrajeras.

El objetivo de la estrategia operativa seguida fue eliminar al máximo los factores que pudieran interferir en la evaluación de los rastrojos.

Las siembras se realizaron con maquinaria agrícola similar a la utilizada en condiciones comerciales, ubicándose en chacras con 3 ó 4 años de historia previa de siembra directa, pertenecientes al sistema agrícola ganadero intensivo de producción de carne de La Estanzuela.

Los suelos fueron Brunosoles Eútricos o Subeútricos pertenecientes a la unidad Ecilda Paullier – Las Brujas. Las texturas en los 20 cm superiores de los perfiles correspondían a franco arcillo limosas, mientras que las principales características químicas se ubicaron en los rangos siguientes: pH en agua (5.6 a 5.8), materia orgánica (3.3 a 4.6 %), fósforo por Bray 1 (9 a 30 ppm).

La situación de partida de las chacras para la siembra de los cultivos de verano

fue siempre raigrás, cultivares Estanzuela 284, o Maverick Gold o INIA Titán.

Los cultivos de verano predecesores a las forrajeras se sembraron en directa y se manejaron siguiendo el paquete tecnológico de herbicidas e insecticidas recomendado a escala comercial. Los cultivares utilizados en los experimentos fueron: girasol (DK 4040) sembrado a 7 plantas por metro en líneas a 76 cm, sorgo granífero (83G66 o DK 69T) sembrados a 14 kg/ha en líneas a 57cm, soja (A 6401RG) sembrada a 90 kg/ha en líneas a 38cm, moha (A3-22 o Yaguané) sembrada a 30 kg/ha en líneas a 19cm y maíz (DK 682) sembrado a 70.000 plantas/ha en líneas a 76cm. En algunas situaciones se incluyó además como tratamientos adicionales: rastrojo de pasto blanco (*Digitaria sanguinalis*), compacto y de alta densidad de forraje y rastrojo de raigrás de ciclo largo proveniente de la zafra previa.

Los cultivos fueron fertilizados uniformemente a la siembra con 150 kg/ha de 25-33-0 y posteriormente cuando alcanzaron aproximadamente 20 cm de altura se fertilizaron con 150 kg/ha de urea, excepto soja.

Los cultivos de sorgo fueron destinados a silo de planta entera al estado de grano masa y los de moha fueron enfardados, por tanto, persistieron en ambos rastrojos bajos, (RB), de unos 20 cm de altura, correspondientes a los tallos. En el año 2001, el sorgo fue cosechado además para silo de grano húmedo (rastrojo alto, RA). Maíz, soja y girasol siempre fueron cosechados para

grano con cosechadora provista de picador-esparcidor de rastrojo.

Los cultivos de moha fueron cosechados en la primer década de marzo, los de girasol a fines de marzo, los de maíz, sorgo y soja entre mediados y fines de abril.

A fines de abril se aplicaban 3 l/ha de Roundup full y en la primer quincena de mayo se sembraban las forrajeras.

Los rastrojos presentaron rendimientos de materia seca y coberturas de suelo que se reportan en el cuadro 1.

Las siembras de las forrajeras se realizaron en mayo del: 2001 – 2002 – 2003 y 2004, identificándose en este trabajo con los números 1 – 2 – 3 y 4 respectivamente (figura 1).

Se utilizó una sembradora de directa, John Deere (figura 2) modelo 750, de 16 líneas espaciadas a 0.19m. Las semillas siempre fueron sembradas en la línea, a profundidades de siembra que variaron según el estado de los suelos entre 5 y 9 mm para las semillas chicas y entre 27 y 36 mm para trigo y avena.

En la siembra se fertilizó indistintamente con 25-33-0 o 18-46-0, el fertilizante se aplicó en la misma línea de siembra a gramíneas y leguminosas con dosis que variaron entre 75 y 100 kg/ha según el nivel de fósforo en el suelo.

Las especies sembradas variaron con los experimentos, las densidades de siembra teóricas y pesos de 1000 semillas se indican en el cuadro 2. Las densidades de siembra reales presentaron desvíos menores a $\pm 4\%$ de la teórica.

Cuadro 1. Peso seco de diferentes rastrojos (kg MS/ha) en los años 2001 y 2002 y área cubierta de suelo por los rastrojos, en porcentaje, en los años 2003 y 2004, tres días antes de la siembra directa de diferentes especies forrajeras.

	SORGO (RA)	SORGO (RB)	MAÍZ	MOHA	RAIGRÁS	DIGITARIA	GIRASOL	SOJA
2001	9800	2050			450			
2002	-	1450	-	1250	-	-	230	480
2003	-	85	65	100	-	100	35	20
2004	-	80	60	90	-	100	30	20



Rastrojo de sorgo.



Rastrojo de maíz.



Rastrojo de moha.



Rastrojo de *Digitaria* sp. (pasto blanco).



Rastrojo de girasol.



Rastrojo de soja.

Figura 1. Si gustan le pueden poner un texto a esta figura y los numeros

Figura 2. Sembradora utilizada, siembra sobre rastrojo de soja.



Cuadro 2. Especies forrajeras sembradas, densidades de siembra (kg/ha), pesos de 1000 semillas (g) y número de semillas por metro de surco.

Especies	Densidades (kg/ha)	Peso de 1000 semillas (g)	Nº semillas/metro de surco
Avena LE 1095 a	120	32.8	69
Trigo INIA Tijereta	120	37.1	61
Raigrás E 284	15	2.1	135
Raigrás INIA Titán	15	3.4	84
Cebadilla Martín Fierro	15	6.3	45
Holcus La Magnolia	5	0.3	317
Festuca E Tacuabé	15	2.6	110
Dactylis INIA Oberón	15	0.7	407
Trébol INIA Calipso	15	2.3	124
Trébol rojo E 116	15	2.2	130
Trébol blanco E Zapicán	5	0.6	158
Lotus San Gabriel o Draco	15	1.3	219
Alfalfa Crioula o E Chaná	15	2.0	142
Achicoria INIA Lacerta	5	1.2	79

LE: (La Estanzuela), E (Estanzuela), Trébol alejandrino INIA Calipso.

El tamaño de las parcelas varió en los experimentos. Se utilizaron anchos de parcela de 16 líneas, a 0.19 m de separación entre líneas. El largo de las parcelas varió entre 10 y 20 m, utilizándose en el experimento dos 4 y en los restantes 8 repeticiones.

La producción de forraje, expresada en kg/ha de materia seca de la especie sembrada, fue cuantificada por cortes con

pastera rotativa regulada para dejar un rastrojo residual de 4 cm. La frecuencia de cortes aplicada simuló un pastoreo rotativo racional y el número de cortes entre la siembra y el 30 de noviembre, período que se definió como primer año, varió entre 3 y 4 según los años.

Con las especies perennes, en dos experimentos, se evaluó la producción de forraje durante el segundo año, mediante

8 cortes, con el objetivo de medir a mediano plazo, posibles diferencias generadas por los rastrojos.

La uniformización del tapiz luego de cada corte de evaluación se realizó indistintamente con pastera rotativa, o con pastoreo de ovinos. Cuando se pastoreaba, posteriormente se homogeneizaba con pastera el rastrojo.

Después de cada corte, en el primer año, las gramíneas y achicoria se fertilizaron con 100 kg/ha de urea. En el segundo año, que comprendió verano, otoño, invierno y primavera, se aplicó 50 kg de urea al inicio de cada estación, en festuca y dactylis.

El diseño experimental utilizado fue de parcelas divididas, ubicando en las parcelas grandes a los tipos de rastrojos y en las chicas a las especies. En varias oportunidades se realizaron análisis estadísticos específicos utilizando parte de la información, etc., para lo cual se utilizó el programa SAS.

En la publicación frecuentemente se reportan interacciones significativas entre determinadas variables, resultado que estadísticamente en forma estricta, inhabilita la consideración de medias generales, en otras oportunidades se recurre a reportar información en términos de frecuencia de casos. Ante estos hechos, pese a las restricciones comentadas, se optó por hacer primar un enfoque agronómico general sobre algunos aspectos y se realizaron consideraciones globales a partir de medias generales, con el objetivo de simplificar el volumen de información generado. El lector decide sobre la consideración de las medias generales o no, en las situaciones de interacción.

Las precipitaciones y número de días con lluvia, por mes durante el período 2001-2004 se informan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Precipitaciones (mm) y número de días con lluvia (N) en el período 2001 a 2004.

Mes	2001		2002		2003		2004		1966 a 2002
	P	N	P	N	P	N	P	N	P
1	179	8	90	13	47	6	86	7	92
2	93	8	78	10	207	11	107	7	115
3	282	18	193	19	87	7	183	3	128
4	24	7	72	10	40	9	276	11	91
5	78	10	202	10	75	10	55	6	92
6	88	13	19	7	29	9	14	4	72
7	44	8	99	10	39	9	42	8	72
8	149	12	44	5	67	10	62	8	71
9	41	6	65	9	175	10	26	6	81
10	290	18	50	11	57	7	123	9	110
11	136	10	113	11	123	11	85	13	111
12	118	6	194	8	108	12	31	7	101
Total	1522	124	1219	123	1054	111	1093	89	1136

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Considerando la información generada en su conjunto, los rendimientos de forraje del primer año variaron con: las especies, los rastrojos y los años.

Se verificaron además comportamientos diferentes de especies por años y especies por rastrojos, interacciones significativas ($P < 0.05$). Estas se visualizan fácilmente en la información reportada en los cuadros 4, 7 y 9.

Con estos resultados se analizó individualmente cada especie, en cada año. Para una misma especie, el ordenamiento productivo de los rastrojos, en varias situaciones varió con los años. Esto significa que biológicamente sobre los rastrojos operan muchas variables, que interactúan con las condiciones ambientales y el suelo, alterando los patrones de respuesta.

Gramíneas anuales

En el cuadro 4 se reportan los rendimientos de forraje para el primer año y en el cuadro 5 las producciones relativas en relación al rendimiento de forraje obtenido sobre el rastrojo de sorgo tomado como base 100.

Para las 4 especies, en ninguna situación se verificaron rendimientos significativamente inferiores a los obtenidos sobre rastrojos de sorgo, en todos los casos fueron similares, o superiores, cuadros 4 y 5.

Dentro de una misma especie, entre años, pueden verificarse situaciones donde el ordenamiento productivo entre los rastrojos puede variar, por ejemplo en trigo, el rastrojo de girasol determinó rendimientos superiores ($P < 0.05$) al de Digitaria, año 2003, o similares ($P > 0.05$), año 2004 (figura 3).

Cuadro 4. Rendimientos de forraje (kg MS/ha) en el primer año de gramíneas forrajeras anuales sembradas sobre diferentes rastrojos. Datos de 4 experimentos.

	Raigrás	Digitaria	Moha	Maíz	Sorgo	Girasol	Soja	MDS						
Avena 1	4029				3501			NS						
Avena 2			3793	b	3504	b	4505	a	4175	ab	679			
Avena 3		3525	b	3592	b	4208	a	3590	b	3398	b	3327	b	578
Avena 4		3563		3703		3404		3461		3731		3626		NS
Media	4029	3544		3697		3806		3514		3878		3709		
Trigo 1	2606	a						1672	b					425
Trigo 2				2956	ab			2388	b	2987	ab	3398	a	617
Trigo 3		3009	c	3404	bc	4093	ab	3358	bc	4295	a	4061	ab	784
Trigo 4		4063	ab	4428	ab	3983	ab	3801	b	4738	a	3908	b	769
Media	2606		3536		3596		4038		2804		4006		3789	
Rg 284 1	5239							5172						NS
Rg 284 2				5053	ab			4641	b	5715	a	5604	a	682
Rg 284 3		4403	bc	4975	ab	5215	a	3805	c	4358	bc	4792	ab	668
Rg 284 4		4820	ab	5926	a	5161	a	3856	b	5960	a	5783	a	1150
Media	5239	4611		5318		5188		4368		5344		5393		
Titán 1	5161							4961						NS
Titán 2				5040	b			4639	b	5972	a	5383	ab	784
Titán 3		4379		4562		4473		4203		5023		4560		NS
Titán 4		4442	cd	5646	ab	4976		3708		6006	a	5614	a	876
Media	5161	4410		5082		4724		4377		5667		5186		

Medias con la misma letra en la fila no difieren significativamente al nivel de $P < 0.05$.



Figura 3. Trigo implantado sobre rastrojo de soja a 60 días pos siembra.



Figura 4. Raigrás Titán implantado sobre rastrojo de soja a 60 días pos siembra.

En raigrás Titán (fiigura 4), mientras que en el tercer experimento el rastrojo de sorgo no se diferenció de los restantes, en el cuarto deprimió drásticamente el rendimiento del raigrás, cuadro 5.

Sin embargo, a pesar de estas diferencias, agronómicamente para todas estas gramíneas, las tendencias generales se mantienen y son consistentes.

Los rendimientos de forraje en el primer año de las gramíneas anuales fueron superiores significativamente ($P < 0.05$) a los registrados sobre rastrojo de sorgo: en **avena** solamente en 2 situaciones, (14% de los casos), rastrojos de girasol y maíz; **en trigo** en el 29% de las situaciones, rastrojos de raigrás, soja y en dos años girasol; en **raigrás 284**, en el 64% de los casos, rastrojos de moha, maíz, y girasol en dos oportunidades cada uno y de soja en las tres situaciones estudiadas; con **Titán** en el 36% de los casos, rastrojos de girasol en dos oportunidades, y una sobre rastrojo de soja, moha y maíz.

Considerando las cuatro gramíneas anuales, se verifica una predominancia de situaciones donde los rendimientos de forraje en el primer año obtenidos sobre los distintos rastrojos fueron similares a los de sorgo, 86, 71 y 64% de los casos para avena, trigo y raigrás Titán respectivamente. En tanto, raigrás 284 presentó comportamiento diferente, solamente un 36% de los casos produjo en otros rastrojos en forma similar al de sorgo.

En trigo y ambos cultivares de raigrás, los rastrojos de girasol y soja consistentemente promovieron la concreción de una supremacía productiva en relación a los rastrojos de sorgo.

Las mayores depresiones productivas de los rastrojos de sorgo en relación a los restantes se verificaron con raigrás, especialmente con el 284.

Avena fue la gramínea anual de comportamiento productivo más indiferente a los tipos de rastrojos, más plástica en este aspecto, donde el rastrojo de sorgo determinó las menores depresiones productivas.

El rastrojo de pasto de verano (*Digitaria* sp.) en general determinó para las 4

Cuadro 5. Gramíneas anuales, rendimientos relativos de forraje en el primer año de especies forrajeras sembradas sobre diferentes rastrojos, tomando como base 100% el rendimiento sobre rastrojo de sorgo granífero. Datos de 4 experimentos.

	Raigrás	Digitaria	Moha	Maíz	Girasol	Soja
Avena 1	115					
Avena 2			108		128	119
Avena 3		98	94	117	95	93
Avena 4		103	107	98	108	105
Media	115	100	103	108	110	106
Trigo 1	156					
Trigo 2			124		125	142
Trigo 3		90	101	122	128	121
Trigo 4		107	116	105	125	103
Media	156	98	114	113	126	122
Rg 284 1	101					
Rg 284 2			109		123	121
Rg 284 3		116	131	137	114	126
Rg 284 4		125	154	134	154	149
Media	101	120	131	135	130	132
Titán 1	104					
Titán 2			109		129	116
Titán 3		104	108	106	119	108
Titán 4		120	152	134	162	151
Media	104	112	123	120	137	125

Porcentajes en rojo indican diferencias significativas ($P < 0.05$) con relación al sorgo, en negro, no difieren.

gramíneas, la obtención de rendimientos similares a los registrados sobre rastrojos de sorgo.

La siembra sobre rastrojo de raigrás posibilitó la obtención de rendimientos de: raigrás similares ($P > 0.05$) a los obtenidos sobre rastrojos de sorgo, de trigo un 56% superiores ($P < 0.05$) y de avena un 15% mayores ($P < 0.10$) a los registrados sobre rastrojo de sorgo.

A pesar de las restricciones que determinan las interacciones, en el cuadro 6 se reporta información general con el objetivo de posicionar globalmente la productividad registrada sobre los distintos rastrojos en forma simplificada.

Las medias de rendimientos de los 4 años y las 4 especies obtenidas sobre cada tipo de rastrojo, en términos absolutos

(kg MS/ha) y relativas (%) referidas al rastrojo de sorgo base 100 y la frecuencia de casos (F%) en que se obtienen rendimientos significativamente ($P < 0.05$) superiores, o similares ($P > 0.05$) de forraje con respecto al rastrojo de sorgo se indican en el cuadro 6.

Los rendimientos promedios obtenidos sobre los diferentes rastrojos se diferenciaron productivamente ($P < 0.01$), registrándose diferencias en rendimiento de forraje en el primer año de hasta 25% entre el rastrojo que posibilitó las mayores producciones, girasol, con las menores, sorgo.

Con gramíneas anuales, los rastrojos de girasol, soja y maíz permitieron en frecuencias de 58, 41 y 50% respectivamente, obtener rendimientos significativamente superiores a los registrados con sorgo.

Cuadro 6. Rendimientos de forraje promedio de 4 gramíneas anuales (kg MS/ha) en 4 experimentos, incrementos de rendimiento (%) referidos al rastrojo de sorgo base 100 y frecuencia de casos (%) en que los rendimientos son significativamente superiores o similares a los de rastrojo de sorgo.

	Raigrás	Digitaria	Moha	Maíz	Sorgo	Girasol	Soja
kg/MS/ha	4259 ab	4025 cb	4423 ab	4439 ab	3770 c	4723 a	4519 a
%	113	107	117	118	100	125	120
Superiores	25	0	25	50	-	58	41
Similares	75	100	75	50	-	42	59

Medias con misma letra no difieren significativamente al nivel $P < 0.05$.

Los rastrojos de pasto de verano, *Digitaria* sp, no se diferenciaron de los de sorgo, siendo ambos los que determinaron los menores rendimientos de forraje, cuadro 6.

Los rastrojos de maíz, moha y raigrás permitieron expresar una productividad intermedia de las gramíneas anuales.

De mayor a menor productividad los rastrojos se ordenan en la secuencia siguiente: girasol, soja, maíz - moha, raigrás, Digitaria y sorgo, cuadro 6.

Para el promedio de los rastrojos, raigrás 284 y Titán fueron las especies más productivas, acumulando en el primer año rendimientos de 5065 y 4943 kg MS/ha respectivamente, similares entre ellos ($P > 0.05$), pero superiores significativamente ($P < 0.0001$) a los de avena y trigo. Estas especies produjeron respectivamente 3739 y 3482 kg MS/ha, rendi-

mientos que no se diferenciaron entre ellos, cuadro 7.

Exceptuando raigrás 284 que mayoritariamente, 69% de las situaciones, mejoró significativamente su producción cuando fue sembrado sobre rastrojos diferentes al de sorgo, con las restantes gramíneas predomina la situación en que los rendimientos logrados sobre los rastrojos de sorgo fueron similares a los otros, cuadro 7.

Gramíneas perennes

Festuca (figura 5) presentó consistentemente en la mayoría de las situaciones, 86 % de los casos, depresiones productivas significativas, originadas por los rastrojos de sorgo, cuadros 8, 9 y 10. Su comportamiento la identifica como una especie sensible a

Cuadro 7. Rendimientos de materia seca (kg MS/ha) de gramíneas en el primer año, promedios de siembras sobre 6 rastrojos, frecuencia de situaciones (%) donde los rendimientos fueron similares, menores o mayores a los registrados sobre rastrojo de sorgo.

	kgMS/ha	Similar	Menor	Mayor
Avena	3739 b	77	0	23
Trigo	3482 b	62	0	38
Rg 284	5065 a	31	0	69
Titán	4943 a	69	0	31

Medias con misma letra no difieren significativamente al nivel $P < 0.05$.



Figura 5. Festuca implantada sobre rastrojo de soja, 35 días pos-siembra.

Cuadro 8. Rendimientos de forraje (kg MS/ha) en el primer año de gramíneas perennes sembradas sobre diferentes rastrojos. Datos de 4 experimentos.

	Raigrás	Digitaria	Moha	Maíz	Sorgo	Girasol	Soja	MDS
Festuca 1	4573 a				3810 b			412
Festuca 2			1449 b		1424 b	2094 a	1970 a	318
Festuca 3		1659 bc	2122 ab	2298 a	1590 c	2411 a	2524 a	490
Festuca 4		2339 a	2728 a	2585 a	1741 b	2736 a	2510 a	667
Media	4573	1999	2100	2441	2141	2413	2335	
Dactylis 1	4633 a				3675 b			521
Dactylis 2			2964 b		2698 b	3640 a	2708 b	424
Dactylis 3		2719	2993	2966	2591	2401	3041	NS
Dactylis 4		2254 c	2970 ab	2707 bc	2396 bc	3428 a	2784 bc	591
Media	4633	2486	2975	2836	2840	3156	2844	
Holcus 1	4832 a				3433 b			574

Medias con la misma letra en la fila no difieren significativamente al nivel de $P < 0.05$.

Cuadro 9. Gramíneas perennes, rendimientos relativos de forraje en el primer año de especies forrajeras sembradas sobre diferentes rastrojos, tomando como base 100% el rendimiento sobre rastrojo de sorgo granífero. Datos de 4 experimentos.

	Raigrás	Digitaria	Moha	Maíz	Girasol	Soja
Festuca 1	120					
Festuca 2			102		147	138
Festuca 3		104	133	144	152	159
Festuca 4		134	157	149	157	133
Media	120	119	130	146	152	157
Dactylis 1	126					
Dactylis 2			110		135	100
Dactylis 3		105	115	114	93	117
Dactylis 4		94	124	113	143	116
Media	126	100	116	114	124	111

Porcentajes en rojo indican diferencias $P < 0.05$ con relación al rastrojo de sorgo, en negro, no difieren.

Cuadro 10. Rendimientos de materia seca (kg MS/ha) de gramíneas perennes en el primer año, promedios de siembras sobre 6 rastrojos, frecuencia de situaciones (%) donde los rendimientos fueron similares, menores o mayores a los registrados sobre rastrojo de sorgo.

	kgMS/ha	Similar	Menor	Mayor
Festuca	2571 b	14	0	86
Dactylis	3110 a	78	0	22

Medias con misma letra no difieren significativamente al nivel $P < 0.05$.

crecer sobre rastrojos de sorgo, registrando en varias situaciones pérdidas de 1000 kg de materia seca comparativamente con siembras sobre rastrojos de girasol, soja, maíz o moha.

Dactylis (figura 6) se ubicó en el otro extremo, como una gramínea muy plástica. Solamente en tres situaciones, 22% de los casos, produjo significativamente ($P < 0.05$) mayores rendimientos de forraje con respecto al rastrojo de sorgo. En la mayoría de las situaciones, 78% de las comparaciones realizadas, registró como tendencia rendimientos superiores a los obtenidos sobre rastrojo de sorgo, en un rango que se ubicó entre 5 y 26 %.

Dactylis, instalado sobre rastrojos de Digitaria o sorgo presentó rendimientos similares, en los restantes, promedialmente para todos los años estudiados, produjo entre un 14 y 26% más ($P > 0.05$).



Figura 6. Dactylis implantado sobre rastrojo de soja, 35 días pos-siembra.

La comparación del rastrojo de sorgo con el de raigrás se realizó un solo año con tres gramíneas, cuadro 8. Estas, Festuca, Dactylis y Holcus produjeron sobre rastrojo de raigrás un 20, 26% y 42% más forraje, comparativamente con el de sorgo.

Considerando todos los rastrojos, excepto el de sorgo, los rendimientos promedios en el primer año para Festuca y Dactylis aumentaron un 36 y 15 % con respecto al rastrojo de sorgo.

Leguminosas y Achicoria

Aparentemente ningún rastrojo determinó problemas visibles de nodulación en las leguminosas. En los casos que se constataron amarillamientos transitorios en los folíolos, coincidieron con períodos muy húmedos, suelo saturado, donde probablemente las raíces y/o nódulos puedan haber tenido limitaciones en el suministro de oxígeno, condiciones de anoxia. Estas situaciones fueron especialmente evidenciadas con alfalfa.

Los rendimientos absolutos y relativos de forraje se presentan en los cuadros 11 y 12. En la situación 1 (año 2001), todas las leguminosas incrementaron significativamente ($P < 0.05$) los rendimientos cuando fueron sembradas sobre rastrojo de raigrás comparativamente al de sorgo.

En los años restantes las leguminosas mayoritariamente presentaron rendimientos relativos promedios sobre los distintos rastrojos, exceptuando el de Digitaria, similares a los registrados sobre rastrojo de sorgo.

Cuadro 11. Rendimientos de forraje (kg MS/ha) en el primer año de especies forrajeras sembradas sobre diferentes rastros. Datos de 4 experimentos.

	Raigrás	Digitaria	Moha	Maíz	Sorgo	Girasol	Soja	MDS
Calipso 1	8091 a				5520 b			848
Calipso 2			4910 a		4285 ab	4536 ab	3999 b	794
Calipso 3		4033 c	5251 a	4309 bc	4313 bc	4389 abc	5123 ab	919
Calipso 4		2568 c	4543 b	5020 ab	5152 ab	4976 ab	5227 a	605
Media	8091	3300	4901	4664	4817	4633	4783	
T rojo 1	7422 a				6445 b			764
T rojo 2			3088 a		2740 a	2809 a	2289 b	375
T rojo 3		5398 c	6002 bc	7032 a	6041 bc	5721 b	6545 ab	862
T rojo 4		3264 b	5853 a	5383 a	5211 a	5209 a	5734 a	708
Media	7422	4331	4981	6207	5109	4579	4856	
T blanco 1	5584 a				4627 b			688
T blanco 2			1950 ab		1876 abc	2040 a	1589 c	317
T blanco 3		3182 d	4890 bc	5107 abc	5463 ab	4823 c	5597 a	625
T blanco 4		3400 c	5331 a	4742 b	4493 ab	5345 a	4996 ab	857
Media	5584	3291	4057	4924	4115	4069	4061	
Lotus 1	7099 a				5767 b			771
Lotus 2			2490		2186	2380	2205	NS
Lotus 3		3875 b	5038 a	5285 a	5093 a	3049 b	4782 a	637
Lotus 6		3756 c	5054 b	5724 a	5284 ab	5429 ab	5402 ab	609
Media	7099	3815	4194	5504	4582	3619	4130	
Alfalfa 1	4399 a				3372 b			668
Alfalfa 2			2478 a		1853 b	1842 b	1694 b	322
Alfalfa 3		2796	2843	3190	2692	3049	2724	NS
Alfalfa 4		2592 d	2925 bcd	3206 b	2696 cd	3642 a	3013 bc	395
Media	4399	2694	2749	3198	2653	2844	2477	
Achicoria 2			3258 ab		2878 c	3397 a	3094 bc	279

Medias con la misma letra en la fila no difieren significativamente al nivel $P < 0.05$.

Cuadro 12. Rendimientos relativos de forraje en el primer año de leguminosas sembradas sobre diferentes rastrojos, tomando como base 100% el rendimiento sobre rastrojo de sorgo granífero. Datos de 4 experimentos.

	Raigrás	Digitaria	Moha	Maíz	Girasol	Soja
Calipso 1	146					
Calipso 2			114		106	93
Calipso 3		93	122	100	102	119
Calipso 4		50	88	97	96	101
Media	146	71	108	98	101	104
T rojo 1	115					
T rojo 2			113		102	83
T rojo 3		89	99	116	95	108
T rojo 4		63	112	103	100	110
Media	115	76	108	109	99	100
T blanco 1	121					
T blanco 2			104		109	85
T blanco 3		58	89	93	88	102
T blanco 4		76	119	105	119	111
Media	121	67	104	99	107	108
Lotus 1	123					
Lotus 2			114		109	100
Lotus 3		76	99	104	60	94
Lotus 6		71	96	108	103	102
Media	123	73	103	106	91	99
Alfalfa 1	130					
Alfalfa 2			134		99	91
Alfalfa 3		104	106	118	113	101
Alfalfa 4		96	108	119	135	112
Media	130	100	116	116	116	101

Porcentajes en rojo indican diferencias $P < 0.05$ con relación al rastrojo de sorgo, en negro, no difieren.

Achicoria deprimió significativamente su rendimiento cuando fue sembrada sobre rastrojo de sorgo, las mejores performances productivas fueron sobre rastrojos de girasol y moha, cuadro 11.

Un resultado consistente se verifica con la performance de Calipso, tréboles rojo, blanco y en lotus, sobre el rastrojo de *Digitaria* sp, que deprimió significativamente ($P < 0.05$) en magnitudes muy importantes, los rendimientos de forraje con relación al rastrojo de sorgo (figura 7 y 8).

Estas disminuciones se explican por la interferencia de este tipo de rastrojo. En

estos experimentos, la población lograda en cada especie fue excelente, por tanto, estas no limitaron los rendimientos de materia seca.

Frecuentemente cuando se siembran forrajeras en directa en condiciones de presencia de cantidades medias a altas de rastrojos, se constatan posteriormente bajos rendimientos de forraje causados por malas implantaciones, y consecuentemente números de plantas por unidad de superficie que limitan la producción de forraje.

La implantación de leguminosas sobre rastrojos infestados de pasto blanco



Figura 7. Leguminosas implantadas sobre rastrojo de *Digitaria* sp.



Figura 8. Leguminosas implantadas sobre rastrojo de Moha.

(*Digitaria* sp) puede determinar disminuciones productivas más importantes que las originadas por los rastrojos de sorgo. Este hecho resalta la importancia del control de pasto blanco en cultivos de verano, no solo por la interferencia directa sobre el cultivo de verano, sino por el perjuicio productivo que origina sobre las leguminosas forrajeras sembradas posteriormente.

En estos experimentos, alfalfa presentó un comportamiento diferente a las restantes leguminosas sobre el rastrojo de *Digitaria* sp, ya que sus rendimientos fueron similares a los registrados cuando esta especie fue sembrada sobre rastrojos de sorgo.

Con un enfoque global, sin tener en cuenta la interacción leguminosas por rastrojos ($P=0.047$), en los cuadros 13 y 14 se resume en forma simplificada la información general sobre productividad de rastrojos y

leguminosas con un énfasis descriptivo sobre la base de frecuencia de situaciones.

Para el análisis de la información se excluyó el año 2001 donde solamente se comparó el rastrojo de raigrás con el de sorgo.

En general sobre rastrojos de maíz (figura 9), las leguminosas alcanzaron los mayores rendimientos medios, un 15% superiores a los registrados sobre rastrojos de sorgo, en tanto, sobre los rastrojos de *Digitaria* se verificaron los peores comportamientos productivos. Los rastrojos restantes, sorgo, moha, soja y girasol, sin diferenciarse entre ellos ($P>0.05$), presentaron comportamiento intermedio.

Los rastrojos de girasol y soja, en general están muy bien calificados por los productores, en contraposición al mal concepto que se tiene de los rastrojos de sorgo, sin embargo con leguminosas, en promedio, las performances productivas fueron similares, cuadro 13.

Cuadro 13. Rendimientos de forraje (kg MS/ha) promedio de 5 leguminosas sembradas en 4 experimentos sobre diferentes rastrojos y rendimientos relativos (%) referidos al rastrojo de sorgo base 100. Frecuencia de casos en que los rendimientos son significativamente superiores, similares o inferiores a los cuantificados sobre rastrojo de sorgo.

	Raigrás	Digitaria	Moha	Maíz	Sorgo	Girasol	Soja
kg/MS/ha	6519	3486 d	4176 b	4899 a	4255 b	3948 bc	4061 bc
%	153	82	98	115	100	93	95
Superiores	100	0	13	20	-	7	0
Similares	0	40	87	80	-	80	87
Inferiores	0	60	0	0	-	13	13

Medias con misma letra no difieren significativamente al nivel $P<0.05$.



Figura 9. Leguminosas implantadas sobre rastrojo de maíz.

Las mayores frecuencias de rendimientos significativamente superiores a los obtenidos sobre rastrojos de sorgo se verificaron en los rastrojos de maíz y moha, mientras que las mayores frecuencias de rendimientos significativamente inferiores a los registrados sobre rastrojos de sorgo, ocurrieron en las siembras sobre rastrojos de girasol y soja.

La percepción muy positiva que se tiene de los rastrojos de girasol y soja comparativamente con los de sorgo, se fundamenta principalmente en las mayores facilidades de siembra, especialmente por las menores frecuencias de atascamientos con rastrojo en los trenes de siembra, de los rastrojos de soja y girasol comparativamente con los de sorgo. Con maíz, si bien su rastrojo también implica altas cantidades de materia

seca por hectárea, sus raíces alteran positivamente por lo menos la zona más superficial del suelo, permitiendo que los abre-surcos dejen en general depositada las semillas sobre buenas camas de siembra.

Excepto el rastrojo de Digitaria, donde las leguminosas consistentemente en el 60% de los casos estudiados, presentaron rendimientos en el primer año significativamente inferiores ($P < 0.05$) a los registrados sobre rastrojos de sorgo, sobre los restantes rastrojos (moha, maíz, girasol y soja), el resultado más frecuente, 80 a 87% de las situaciones, fue de rendimientos similares a los obtenidos sobre rastrojos de sorgo, cuadro 13.

Enfocando el tema desde el ángulo de las especies de leguminosas, excluyendo el rastrojo de raigrás, las producciones promedio de estas y la frecuencia de situaciones en que los rendimientos fueron iguales, superiores o inferiores a los obtenidos en siembras sobre rastrojos de sorgos, se reportan en el cuadro 14.

Las leguminosas más productivas fueron trébol rojo y alejandrino INIA Calipso, alfalfa fue la especie de menor producción y lotus y trébol blanco presentaron productividad intermedia, cuadro 14.

La situación que predomina netamente por su mayor frecuencia se caracteriza porque las siembras sobre rastrojos de sorgo son superadas productivamente en muy baja frecuencia por otros rastrojos. En Calipso, trébol rojo y alfalfa se destacan los

Cuadro 14. Rendimientos de materia seca (kg MS/ha) de leguminosas en el primer año, promedios de siembras sobre 6 rastrojos, frecuencia de situaciones (%) donde los rendimientos fueron similares, menores o mayores a los registrados sobre rastrojo de sorgo.

	kgMS/ha	Similar	Menor	Mayor
Calipso	5027 ab	84	8	8
T. rojo	5355 a	77	15	8
T. blanco	4300 c	69	31	0
Lotus	4706 bc	77	23	0
Alfalfa	3002 d	77	0	23

Medias con misma letra no difieren significativamente al nivel $P < 0.05$.

rastrojos de moha y maíz, en alfalfa además girasol

Entre los rastrojos que deprimen los rendimientos consistentemente con relación al de sorgo se repite el de *Digitaria* sp.

En trébol blanco, lotus y trébol rojo se verificaron efectos negativos superiores a los originados por los rastrojos de sorgo sobre los rendimientos de forraje al primer año, en los rastrojos de soja y girasol. Sin embargo estos resultados se verificaron sin presentar un padrón definido de respuesta, aspectos que requieren de más trabajos de investigación.

Producción de forraje en el segundo año

Con el objetivo de cuantificar los efectos de los rastrojos sobre los rendimientos de forraje a mediano plazo, se reporta la información generada en los experimentos 3 y 4 durante el segundo año, con las especies perennes (figura 10).

Trébol blanco fue la única leguminosa que durante el segundo año presentó rendimientos significativamente diferentes ($P < 0.05$) entre algunos rastrojos. Los de girasol, moha y maíz posibilitaron las mayores producciones, en tanto, el rastrojo de *Digitaria* determinó la menor, cuadro 15.



Otoño del 2do. año. Especies sembradas sobre rastrojo de sorgo. Disponibilidad pre-pastoreo.



Otoño del 2do. año. Especies sembradas sobre rastrojo de girasol. Disponibilidad pre-pastoreo.



Otoño del 2do. año. Especies sembradas sobre rastrojo de soya. Disponibilidad pre-pastoreo.

Cuadro 15. Rendimientos relativos de forraje durante el segundo año, tomando como base 100% la producción sobre el rastrojo de sorgo, de especies forrajeras sembradas sobre diferentes rastrojos.

	T. rojo	T. blanco	Lotus	Alfalfa	Festuca	Dactylis
Digitaria	93	84	88	98	100	90
Moha	100	104	96	102	117	102
Maíz	104	103	100	104	130	110
Sorgo *	9605	6451	7331	8186	3491	2695
Girasol	106	105	95	104	134	117
Soja	98	95	93	92	144	121
MDS 5%	NS	16	NS	NS	18	21

* kg MS/ha en el segundo año = 100%

Las dos gramíneas perennes también variaron sus rendimientos con algunos rastrojos. En general, el rastrojo de Digitaria deprimió la performances de ambas, sin diferenciarse del rastrojo de sorgo ($P > 0.05$). Sobre rastrojo de moha se verificaron rendimientos intermedios y en los restantes los mayores.

Festuca, al igual que en el primer año, presentó mayor sensibilidad productiva a los diferentes rastrojos que Dactylis.

Pese a las diferencias productivas que manifestaron las forrajeras sobre los distintos rastrojos, en todas las situaciones las pasturas presentaban excelentes poblaciones y los rendimientos de forraje obtenidos, si bien pueden diferir, están dentro de los valores normales (figura 11).

Las diferencias entre el mayor y menor rendimiento dentro de cada especie, para los diferentes rastrojos, en el segundo año, fueron del orden de 12 a 13% para alfalfa, lotus y trébol rojo, del 21% para trébol blanco y del 31 y 44% para Dactylis y Festuca (figura 12).



Figura 11. Ovejas pastoreando en primavera del 2do. año.



Figura 12. Rastrojo residual por pastoreo.

CONSIDERACIONES GENERALES

- Sobre cualquiera de los rastrojos siempre se obtuvieron excelentes implantaciones, con muy buenas producciones de forraje, simplemente, en el primero y/o segundo año, los efectos denominados de los rastrojos, pueden originar algunas diferencias productivas.
- Con una misma forrajera, entre los primeros años, pueden verificarse situaciones donde el ordenamiento productivo y las magnitudes de las diferencias entre los rastrojos pueden variar.
- Para las gramíneas anuales y perennes, en general los menores rendimientos al primer año, ocurrieron sobre los rastrojos de sorgo y Digitaria y las mayores producciones sobre los rastrojos de girasol, soja y maíz.
- Las amplitudes de las diferencias entre los mayores y menores rendimientos de forraje medidos entre años y rastrojos, en el primer año fueron: avena, 34%, Dactylis, 43%, Festuca, 59%, raigrás 284, 54%, Titán, 62% y trigo 66%.
- Las leguminosas mayoritariamente presentaron rendimientos relativos promedio sobre los distintos rastrojos similares a los registrados sobre rastrojo de sorgo. La excepción fue el rastrojo de Digitaria que consistentemente deprimió la capacidad de producción de la mayoría de las leguminosas, salvo alfalfa.
- Excepto el rastrojo de Digitaria, donde las leguminosas, consistentemente en el 60% de los casos estudiados, presentaron rendimientos en el primer año significativamente inferiores ($P < 0.05$) a los registrados sobre rastrojos de sorgo, sobre los restantes rastrojos (moha, maíz, girasol y soja), el resultado más frecuente, 80 a 87% de las situaciones, fue de rendimientos similares a los obtenidos sobre rastrojos de sorgo.
- La implantación de leguminosas sobre rastrojos infestados de pasto blanco (Digitaria sp) puede determinar disminuciones productivas más importantes que las originadas por los rastrojos de sorgo. Este hecho resalta la importancia del control de pasto blanco en cultivos de verano, no solo por la interferencia directa sobre el cultivo de verano, sino por el perjuicio productivo que origina sobre las leguminosas forrajeras sembradas posteriormente.
- En el segundo año de vida de las pasturas, en trébol blanco, Festuca y Dactylis se verificaron diferencias significativas entre los rastrojos, siendo sobre el rastrojo de Digitaria en que se registraron los menores rendimientos.
- En los datos reportados queda claramente de manifiesto que un mal control de Digitaria, además de afectar la productividad del cultivo de verano, también puede deteriorar la de la pastura sembrada posteriormente.