

2. PRODUCCIÓN DE ESPECIES ANUALES INVERNALES SEMBRADAS EN SIEMBRA DIRECTA SOBRE DIFERENTES RASTROJOS

2.1 INTRODUCCIÓN

Posteriormente a la siembra de cultivos de verano frecuentemente se intercalan verdeos anuales de invierno. Esta opción en esquemas netamente agrícolas, especialmente luego de soja, se utiliza con el objetivo de cubrir el suelo y utilizar el barbecho de estos verdeos previo a la siembra de nuevos cultivos de verano. A pesar que estas siembras se realizan tardíamente a fines de otoño, desde el punto de vista forrajero en esquemas agrícola-ganaderos, el objetivo principal radica en aumentar la disponibilidad de forraje especialmente en invierno si posteriormente al verdeo invernal sigue un nuevo cultivo de verano, o invierno y primavera, si la decisión es proseguir con praderas sembradas temprano en otoño del año siguiente. En esta última situación los verdeos son utilizados principalmente para limpiar de malezas, especialmente gramilla, si hay infestación con la misma en los rastrojos. En este aspecto, a pesar de que los cultivares de soja utilizados son RR (resistentes a glifosato), estos rastrojos frecuentemente presentan manchones con gramilla originados por aplicación de sub-dosis de herbicidas o problemas de aplicación.

El objetivo del presente trabajo fue cuantificar el potencial de producción de forraje de verdeos anuales invernales sembrados luego de la cosecha de cultivos de verano. Las opciones de producción de grano de trigo, o trigo más pradera para silo, o grano, sembrados sobre rastrojos de cultivos de verano ya fue publicada por Formoso, 2007c.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

A partir de un verdeo de raigrás Estanzuela 284 o raigrás INIA Titán sembrado en siembra directa a 15 ó 20 kg/ha, respectivamente, en líneas a 19 cm, fertilizado en la línea de la semilla a la siembra con 100 kg/ha de 18-46-0 y posterior aplicación de 100 kg urea/ha cuando el raigrás alcanzaba 10 cm de altura. El verdeo se pastoreaba con novillos en forma rotativa. A fines de agosto, con el raigrás entre 15 y 25 cm de altura según los años, se aplicaba glifosato, iniciándose un período de barbecho hasta la siembra de los cultivos de verano normalmente realizada en la segunda quincena de octubre. Luego de la cosecha de los cultivos de verano se aplicaban a los rastrojos 5 litros/ha de glifosato y luego de tres a siete días se sembraban el mismo día las especies forrajeras. Se utilizó una máquina de directa John Deere modelo 750, de 16 líneas espaciadas a 0,19 m. 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.

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 16 ppm). Las chacras con cuatro o cinco años de historia previa de siembra directa, pertenecían al sistema agrícola ganadero intensivo de producción de carne de La Estanzuela.

Los cultivos de verano predecesores a las forrajeras se sembraron en directa utilizando los herbicidas e insecticidas usados comúnmente 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 6401 RG) sembrada a 70 kg/ha en líneas a 38 cm; moha (A3-22 o Yaguané) sembrada a 30 kg/ha en líneas a 19 cm y maíz (DK 682) sembrado a 70000 plantas/ha en líneas a 76 cm. 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 aproxi-

madamente 20 cm de altura se fertilizaron con 150 kg/ha de urea, excepto soja.

Los sorgos fueron destinados a silo de planta entera al estado de grano masa y los de moha fueron enfardados, por tanto, persistieron en ambos casos, rastrojos bajos de unos 20 cm de altura, correspondientes a los tallos. Maíz, soja y girasol siempre fueron cosechados para grano con cosechadora provista de picador-esparcidor de paja. Los cultivos de moha fueron cosechados en la primera 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 5 l/ha de glifosato y en la primer quincena de mayo se sembraban las forrajeras. Estos trabajos se repitieron durante cuatro años, manteniendo la misma metodología.

Un aspecto global de los rastrojos, para un año específico se muestra en las figuras 1 a 6.



Figura 1. Rastrojo de sorgo.



Figura 2. Rastrojo de maíz.



Figura 3. Rastrojo de moha.



Figura 4. Rastrojo de *Digitaria sanguinalis*.



Figura 5. Rastrojo de girasol.



Figura 6. Rastrojo de soja.

Las densidades de siembra teóricas y pesos de 1.000 semillas se indican en el cuadro 1, en tanto las densidades de siembra reales presentaron desvíos menores a 4.4 % de la teórica.

Se utilizaron anchos de parcela de 16 líneas. La longitud de las parcelas varió entre 10 y 20 m, utilizándose entre 4 y 6 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 entre la siembra y el 30 de noviembre, período que se definió como primer año, varió entre tres y cuatro, según los años.

La uniformización del tapiz luego de cada corte de evaluación se realizó con pastera rotativa y luego de ésta las gramíneas se fertilizaron con 40 kg/ha de urea. El diseño

experimental utilizado fue de parcelas divididas, ubicando en las parcelas mayores los tipos de rastrojos y en las menores las especies. Para los análisis estadísticos se utilizó el programa SAS y la separación de medias se hizo por mínima diferencia significativa al nivel de probabilidad de 5%.

2.3 RENDIMIENTOS DE FORRAJERAS ANUALES ENTRE RASTROJOS

Los rendimientos de forraje (kg MS/ha) producidos entre la siembra y fines de noviembre en cuatro años se muestran en el cuadro 2 y los mismos expresados en términos relativos tomando el rendimiento sobre el rastrojo de sorgo como base 100 se indican en el cuadro 3. Dentro de cada año (1, 2, 3 y 4) los rendimientos entre especies son estrictamente comparativos.

Cuadro 1. 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 Estanzuela 1095 a	120	32.8	69
Trigo INIA Tijereta	120	37.1	61
Raigrás Estanzuela 284	15	2.1	135
Raigrás INIA Titán	20	3.4	112
Trébol alejandrino INIA Calipso	15	2.3	124

Cuadro 2. Rendimientos de forraje (kg MS/ha) en cuatro años diferentes, indicados de 1 a 4, de forrajeras anuales sembradas sobre diferentes rastrojos. Datos de cuatro 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		
Rg Titán 1	5161					4961								NS
Rg Titán 2				5040	b			4639	b	5972	a	5383	ab	784
Rg Titán 3		4379		4562		4473		4203		5023		4560		NS
Rg Titán 4		4442	cd	5646	ab	4976	bc	3708	d	6006	a	5614	a	876
Media	5161	4410		5082		4724		4377		5667		5186		
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		

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

Avena Estanzuela 1095 a, Trigo INIA Tijereta, Rg 284: Raigrás Estanzuela 284, Rg Titán: Raigrás INIA Titán, Calipso: Trébol alejandrino.

En las cuatro gramíneas ninguna situación presentó rendimientos significativamente inferiores ($P < 0.05$) a los obtenidos sobre rastrojos de sorgo, en todos los casos fueron similares, o superiores. Con trébol alejandrino mayoritariamente en tres años se registraron resultados similares a los mostrados para gramíneas anuales. La excepción fue la situación 4 en Calipso, donde el rastrojo de *Digitaria sanguinalis* deprimió significativamente ($P < 0.05$) el rendimiento de la leguminosa comparativamente con el rastrojo de sorgo, (cuadros 2 y 3).

Para una misma especie, entre años pueden ocurrir 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 sanguinalis*, situación 3, o similares ($P > 0.05$), situación 4.

En raigrás Titán, mientras que en el tercer experimento el rastrojo de sorgo no se diferenció de los restantes, en el cuarto de-

primió drásticamente el rendimiento del raigrás, (cuadros 2 y 3). Este hecho pone de manifiesto que eventualmente pueden ocurrir alteraciones productivas para un mismo tipo de rastrojo entre ambientes.

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

Los rendimientos de forraje en el primer año de las gramíneas anuales fueron superiores ($P < 0.05$) a los registrados sobre rastrojo de sorgo: en avena solamente en dos situaciones, (14% de los casos) correspondientes a los 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 raigrás INIA Titán en el 36% de los casos, rastrojos de girasol en dos oportunidades, y una sobre

Cuadro 3. Rendimientos relativos de forraje en el primer año de especies forrajeras anuales sembradas sobre diferentes rastrojos, tomando como base 100% el rendimiento sobre rastrojo de sorgo granífero. Datos de cuatro 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
Rg Titán 1	104					
Rg Titán 2			109		129	116
Rg Titán 3		104	108	106	119	108
Rg Titán 4		120	152	134	162	151
Media	104	112	123	120	137	125
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

Porcentajes en rojo indican diferencias significativas ($P < 0.05$) con relación al sorgo, en negro, no difieren. Avena Estanzuela 1095 a, Trigo INIA Tijereta, Rg 284: Raigrás Estanzuela 284, Rg Titán: Raigrás INIA Titán, Calipso: Trébol alejandrino.

rastrojo de soja, moha y maíz. Con trébol alejandrino INIA Calipso, en una situación el rastrojo de moha determinó rendimientos superiores ($P < 0.05$) y el de *Digitaria sanguinalis* deprimió un 50% la capacidad de crecimiento de la leguminosa con relación al rastrojo de sorgo.

En las cinco especies anuales predominan 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. Raigrás 284 presentó comportamiento diferente, solamente un 36% de los casos produjo en otros rastrojos rendimientos similares al de sorgo. En trébol alejandrino INIA

Calipso, el 14% de las situaciones rindió significativamente más que siembras sobre rastrojo de sorgo (rastrojos de raigrás y moha) y un 7% de las situaciones, menos (rastrojo de *Digitaria sanguinalis*).

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 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 *Digitaria sanguinalis* en general determinó para las cuatro gramíneas, la obtención de rendimientos similares a los registrados sobre rastrojos de sorgo, con Calipso los rendimientos fueron deprimidos en una situación.

La siembra sobre rastrojo de raigrás permitió 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 4 se muestra información general con el objetivo de posicionar globalmente la productividad registrada de las gramíneas sobre los distintos rastrojos en forma simplificada.

Las medias de rendimientos en los cuatro años de las cuatro gramíneas 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 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 4.

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 permitió las mayores producciones, girasol, con las menores, sorgo.

Con gramíneas, 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.

Los rastrojos de *Digitaria sanguinalis* no se diferenciaron de los de sorgo, siendo ambos los que determinaron los menores rendimientos de forraje, (cuadro 4).

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 4).

Para el promedio de los rastrojos, raigrás 284, trébol alejandrino INIA Calipso y raigrás INIA Titán fueron las especies que en media registraron los mayores rendimientos de forraje, en un estrato inferior se ubicó avena y trigo fue la especie de menor rendimiento, (cuadro 5).

Exceptuando raigrás 284, que en nueve situaciones mejoró significativamente su producción cuando fue sembrado sobre rastrojos diferentes al de sorgo, con las restantes especies predomina la situación en que los rendimientos logrados sobre los rastrojos de sorgo fueron similares a los otros, (cuadro 5).

Cuadro 4. Rendimientos de forraje promedio de cuatro gramíneas anuales (kg MS/ha) en cuatro 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.

kg/MS/ha	Raigrás	Digitaria	Moha	Maíz	Sorgo	Girasol	Soja
Rendimiento	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 $P < 0.05$.

Cuadro 5. Rendimientos de materia seca (kg MS/ha) de verdeos invernales anuales promedio de siembras sobre seis rastrojos. Número de casos donde los rendimientos fueron similares, menores o mayores a los registrados sobre rastrojo de sorgo.

Especies	kg MS/ha	Similar	Menor	Mayor
Avena	3739	12	0	2
Trigo	2968	10	0	4
Rg 284	5065	5	0	9
Rg Titán	4943	9	0	5
Calipso	5027	11	1	2

Avena Estanzuela 1095 a, Trigo INIA Tijereta, Raigrás Estanzuela 284, Raigrás INIA Titán, Trébol alejandrino INIA Calipso.

2.4 CONSIDERACIONES FINALES

Operativamente los rastrojos de sorgo y *Digitaria sp* fueron los que determinaron mayores complicaciones de siembra, los de soja y moha, las menores.

En las gramíneas ninguna situación presentó rendimientos significativamente inferiores ($P < 0.05$) a los obtenidos sobre rastrojos de sorgo, en todos los casos fueron similares, o superiores.

Con trébol alejandrino la excepción fue el rastrojo de *Digitaria sp* que en un caso deprimió significativamente ($P < 0.05$) el rendimiento de la leguminosa comparativamente con el rastrojo de sorgo.

En las cinco especies predominan situaciones donde los rendimientos de forraje en el primer año obtenidos sobre los distintos rastrojos fueron similares a los de sorgo, 86, 78, 71 y 64% de los casos para avena, trébol alejandrino, trigo y raigrás Titán, respectivamente, con raigrás 284 el comportamiento fue diferente, donde solamente un 36% de los casos produjo en otros rastrojos rendimientos similares al de sorgo.

Trigo y raigrás, sobre los rastrojos de girasol y soja, tuvieron una mayor producción que sobre los rastrojos de sorgo.

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

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

Para todos los rastrojos, raigrás 284, trébol alejandrino INIA Calipso y raigrás INIA Titán fueron las especies que en media registraron los mayores rendimientos de forraje, en un estrato inferior se ubicó avena y trigo fue la especie de menor rendimiento.

2.5 COMENTARIOS GENERALES

Se resalta que sobre cualquiera de los rastrojos evaluados, incluyendo los de sorgo, se logran implantar pasturas con muy buenas producciones de forraje.

En general se considera al rastrojo de sorgo como muy depresor de la productividad de las forrajeras; sin embargo, en los sistemas de producción generalmente se detectan limitantes productivas como: nivel de engramillamiento, bajas tasas de fertilización o refertilización, manejo incorrecto de pasturas, bajas eficiencias de utilización, que tienen impactos económicos negativos en dimensiones muy superiores a las mermas productivas que determinan los rastrojos de sorgo.

En los datos mostrados queda de manifiesto que un mal control de *Digitaria sp*, además de deprimir la producción del cultivo de verano, también disminuye, por la interferencia que ejerce, los rendimientos de la pastura sembrada posteriormente.