

IV. EFECTOS DE LA ARQUITECTURA Y VOLUMEN DE RASTROJOS SOBRE LA IMPLANTACIÓN DE ESPECIES FORRAJERAS, CON ÉNFASIS EN RASTROJOS DE SORGO

INTRODUCCIÓN

Los rastrojos altos (RA) de sorgo son considerados en general problemáticos para la realización de siembras sobre los mismos. Para minimizar las dificultades se adoptan diferentes estrategias.

Una muy utilizada consiste en la aplicación de glifosato sobre el rastrojo, o incluso previo a la cosecha del grano, se espera un período variable con las condiciones ambientales para que el rastrojo se seque lo suficiente como para permitir la quema. Normalmente se logran quemar las hojas y algunas malezas, persistiendo los tallos de sorgo, que representan 50% o más del forraje residual del rastrojo. Frecuentemente se termina con un rastrojo muy heterogéneo, consecuencia de una quema despareja (figura 1).



Figura 1. Rastrojo de sorgo quemado

Esta alternativa disminuye la cobertura del suelo, quedando más expuesto al impacto de las gotas de lluvia, consecuentemente aumentan los riesgos de encostramiento y acarreo de las semillas por el agua de lluvia. Sin embargo, ante excesos de humedad, el suelo se seca más rápido. El tiempo requerido para que el rastrojo se seque lo suficiente para garantizar que el fuego se propague adecuadamente y se consiga quemar en forma relativamente uniforme la chacra, atributo que generalmente no se logra, implica atrasar la siembra de las forrajeras y consecuentemente perder potencial de producción de forraje por este motivo.

Cuando llueve con el ganado pastoreando, se deteriora el piso y obviamente las camas de siembra por pisoteo (figura 2 y 3).



Figura 2. Bovinos pastoreando un rastrojo de sorgo donde se había aplicado glifosato pre cosecha del sorgo.



Figura 3. Rastrojo heterogéneo con tallos erectos y otros horizontales pisados por el ganado.

Una tercer alternativa, la menos utilizada, consiste en el corte-hilerado de los rastrojos y posterior enfardado. Esta opción posibilita alcanzar una situación de rastrojo similar al clasificado como rastrojo bajo, que queda cuando se realiza silo de sorgo de planta entera (figura 4).

Otro procedimiento consiste en pasar rotativa sobre los rastrojos, donde no se modifica la cantidad de rastrojo y sí su posición y distribución espacial. Se mejora la impresión visual, aumenta la cobertura del suelo, las dificultades de siembra y los costos por concepto de combustible y mano de obra, uso de tractor con rotativa (figuras 5a y b).

Ante la gama de opciones descritas previamente, especialmente las que implican aumentos en los costos, como por ejemplo la pasada de rotativa, se planteó el objetivo de cuantificar mediante varias especies forrajeras la implantación en siembra directa sobre rastrojos con arquitecturas distintas.

Se priorizaron los rastrojos de sorgo, pero también se evaluaron rastrojos de maíz y raigrás.

DESCRIPCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

Los experimentos se localizaron en potreros del sistema agrícola ganadero intensivo de producción de carne de La



Figura 4. Rastrojo bajo de sorgo, resultado del enfardado previo de parte del mismo.



Figura 5. A. Picando rastrojo de sorgo con rotativa. B. Rastrojo de sorgo rotativado.

Estanzuela, en chacras con varios años de historia previa de siembra directa.

Se utilizó maquinaria agrícola similar a la utilizada en condiciones comerciales y en general se siguió la misma metodología (densidades de siembra, etc.) que la descrita en los trabajos I y II de esta publicación.

Siempre las especies evaluadas fueron sembradas en la línea, con una sembradora de directa John Deere modelo 750. Las siembras se realizaron entre la última década del mes de mayo y junio.

Los cultivares utilizados de sorgo fueron: Relámpago, 83G66 y Dekalb 39T y de maíz Dekalb 682. Se aplicó la misma tecnología en los cultivos que la sugerida por INIA para ser empleada a escala comercial.

En las situaciones que se evaluó la implantación de especies forrajeras sobre las gavillas (paja + casullo) dejadas por la cosechadora, se utilizó una cosechadora New Holland modelo 1530 de 11 pies de ancho para cosecha de grano de sorgo y maicero de 4 surcos para maíz.

Cuando los rastrojos fueron rotativados se utilizó una rotativa de doble hélice, marca Tatú de 3.0 metros de ancho de corte, regulada para dejar una altura de rastrojo de 15 cm.

La implantación de las especies se evaluó por el área cubierta por la especie sembrada en el surco de siembra, expresada en porcentaje, medida en períodos pos siembra que fueron variables con los experimentos. Para esta determinación se contabilizaron todos los surcos de cada parcela en toda su extensión.

En algunos experimentos la implantación fue agrupada en rangos con el objetivo de simplificar la información. Se definieron 3 rangos que corresponden a 3 calidades de implantaciones: rango 1 significa que promedialmente cada 100 metros de surco se verifican entre 0 y 10 metros de surco de siembra sin plantas, rango 2 implica que hay entre 11 y 20 metros sin plantas y en rango 3 entre 21 y 50 metros sin plantas. Las mediciones se realizaron luego de un período mínimo pos siembra tal que asegure defi-

nir con precisión la calidad de la implantación.

En términos generales los rangos corresponden a: 1 = buena, 2 = regular y 3 mala implantación.

La información obtenida fue analizada de forma similar a la descrita en los trabajos I y II. Para el análisis de los porcentajes se utilizó transformación angular.

Se instalaron entre 2001 y 2005 ocho experimentos cuyos tratamientos se señalan en los cuadros en que se reporta la información.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las implantaciones de distintas especies, registradas en los años 2003 y 2004 en respuesta a distintos tratamientos de rastrojos de sorgo de alto volumen se presentan en el cuadro 1.

En general, en los dos años, las mejores implantaciones se verificaron cuando el rastrojo de sorgo fue quemado, cuadro 1.

Sin embargo, mientras que en el 2003 el RAQ, excepto con trigo, superó significativamente ($P < 0.05$) al RA en las áreas cubiertas por las especies sembradas, en el 2004 predominaron las situaciones donde en RAQ y en RA se verificaron implantaciones similares.

En el 2003, excluyendo el caso de alfalfa, con las restantes especies las áreas cubiertas sobre RA y RB fueron similares ($P > 0.05$).

Consistentemente, para todas las especies, en los dos años estudiados, siempre se deterioró significativamente la implantación cuando el RA se picaba con rotativa comparativamente con el RA sin rotativar.

En el 2004, cuando además se compararon las áreas cubiertas obtenidas sobre el RAR con relación a las desarrolladas por las especies en la zona correspondiente a las gavillas, se verifica que esta última situación deprime aún más las implantaciones.

La distribución en el espacio del RA de sorgo se modifica drásticamente cuando

Cuadro 1. Área cubierta (%) por la especie en el surco de siembra, entre 90 y 130 días pos siembra, en respuesta a diferentes tratamientos aplicados sobre rastrojos de sorgo granífero.

Años	2003				2004			
	RA	RB	RAQ	RAR	RA	RAQ	RAR	Gavilla
Trigo	53a	-	56a	31 b	84a	-	53 b	34 c
Avena	40a	35a			74a	81a	63 b	43 c
Rg 284	68 b	67 b	79a	47 c	74a	88a	56 b	51 b
Rg Titán	59 b	56 b	66a	44 c	-	-	-	-
Festuca	38 b	40 b	53a	26 c	47a	51a	24 b	9 c
Dactylis	43 b	46ab	55a	33 c	-	-	-	-
T. blanco	51 b	44 b	63a	22 c	56a	61a	19 b	7 c
T. rojo	46 b	38 c	64a	36 c	68a	77a	44 b	36 b
Lotus	54 b	50 b	71a	39 c	45 b	62a	31 c	26 c
Calipso	58 b	53 b	82a	37 c	-	-	-	-
Alfalfa	35 b	24 c	49a		49 b	67a	36 c	11 d
Medias	49	45	64	35	61	67	40	27

RA: rastrojo alto, RB: rastrojo bajo, RAQ: rastrojo quemado, RAR: rastrojo rotativado.

Gavilla: implantación sobre la gavilla de paja y casullo dejado por la cosechadora.

son picados. La mayor cobertura del suelo, consecuencia de la alta cantidad de trozos de tallos ubicados en posición horizontal sobre la superficie del suelo determina cambios importantes sobre el mismo. La mayor cobertura vegetal actúa interceptando mayor cantidad de radiación, razón por la cual, la capa superficial del suelo se mantiene más húmeda y más fría que con el rastrojo en pie. Este exceso de humedad, en un período que normalmente es muy húmedo, quizás explique en parte las menores implantaciones. Estas condiciones se agravan aún más en la zona bajo las gavillas, por presentar mayor densidad de material vegetal, ser más compactas que los rastrojos rotativados.

Estas condiciones favorecen el desarrollo de hongos que atacan las plantas en sus estadios iniciales, aspecto que se agrava si estas además reciben poca radiación y de mala calidad. Ante estos hechos, las plántulas por un estímulo interno, elongan sus entrenudos, afinando los tallos, los cuales quedan más susceptibles al ataque de hongos, damping off, etc.

Las especulaciones teóricas previas, frecuentemente reportadas en la bibliografía,

si bien pueden haber incidido no fueron comprobadas, puesto que no se realizaron determinaciones con el objetivo de medir mortalidad de plántulas por hongos.

El seguimiento de la evolución del área cubierta por las especies a partir de la siembra, permitió visualizar una serie de problemas que se generan en el tren de siembra de la sembradora con los tallos y que se traducen en menores implantaciones.

Los tallos de sorgo durante el período de siembra, con o sin aplicación de glifosato previo, quemados o no, cortados en trozos o enteros, presentan tenores de humedad que dificultan su corte por el disco sembrador.

En los diferentes trabajos se constató una frecuencia alta de tallos no cortados por el disco abresurco, quedando doblados, adquiriendo forma de V, semienterrados o excesivamente superficiales (fenómeno descrito en la literatura como hairpinning). Probablemente la regulación de la profundidad de siembra, en posición 1 ó 2 de la sembradora (9 ó 18 mm respectivamente), es decir, siembra superficial por tratarse de semillas pequeñas, aunado a la humedad del suelo y ambiente húmedo que normal-

mente ocurre en esas épocas, son factores que favorecen y explican dicho problema. Obviamente, el mismo se agrava en la medida que aumenta el número de trozos de tallos existentes, consecuencia del rotativado.

Sobre estos y/o en sus cercanías, normalmente el suelo queda descubierto. Los fracasos de implantación en esas zonas, muchas veces se explican porque el surco de siembra queda defectuoso, muchas veces la semilla queda sin tapar y frecuentemente también cae fuera del surco.

Se considera que esta fue la causa principal en deteriorar la implantación en estas situaciones. Los problemas se agravan con aumento de la humedad ambiental y/o del suelo y con la cantidad de rastrojo no anclado.

Adicionalmente, el picado de los rastrojos, así como las gavillas, aumentaron sustancialmente la frecuencia de atascamientos en los trenes de siembra, comparativamente con los RA de sorgo anclados, información no reportada.

En el cuadro 2 se resume la información recabada en tres experimentos en que se sembraban en la misma línea todas las especies componentes de la mezcla o la festuca en líneas alternas, desencontradas con las de trébol blanco + alfalfa.

Tanto en las siembras sobre rastrojos de sorgo, como de maíz, consistentemente el picado del rastrojo con rotativa deteriora en forma importante la calidad de las siembras, es decir, aumenta la frecuencia de situaciones con implantaciones regulares (rango 2) y malas (rango 3), con respecto al rastrojo imperturbado, anclado, sin picar.

Cuadro 2. Calidad de implantación de las especies sembradas en la línea, en directa, de tres mezclas forrajeras sobre dos tratamientos de rastrojos de alto volumen de sorgo granífero y maíz. Cada mezcla corresponde a una chacra y año diferente.

TIPO DE RASTROJO	Rastrojo alto en pie			Rastrojo alto rotativado		
	1	2	3	1	2	3
RANGOS						
D + TB + AA	20	69	11	7	33	60
F + TB + AA	38	57	5	13	43	44
F + TB + L	30	46	24	4	47	49

D: Dactylis, TB: Trébol blanco, AA: Alfalfa, F: Festuca, L: Lotus. En negro: rastrojos de sorgo granífero, en rojo de maíz. Rangos 1-2 y 3 significa que promedialmente cada 100 metros de surco se verifican entre 0 y 10 metros, o entre 11 y 20, o 21 o mas metros con discontinuidad de plantas en el surco de siembra (metros de surco sin plantas) respectivamente.

Con el rastrojo de maíz picado (figura 6) caben las mismas consideraciones que para el rastrojo de sorgo, es decir, los trozos de tallos picados de maíz mayoritariamente no son cortados por los discos de siembra y la semilla queda mal sembrada, fuera del surco, o muy superficial, o sin tapar.

Sin embargo, el rastrojo de maíz, cuando no hay tallos, posibilita que el tren de siembra de la sembradora, monodisco angulado sembrador, deje una mejor condición del suelo en el surco para germinación y establecimiento de la especie sembrada que el rastrojo de sorgo, cuadro 2.



Figura 6. Festuca en surcos alternos con trébol blanco + alfalfa sembrados en directa sobre un rastrojo de maíz.

En el cuadro 3 se reporta información para 11 especies, de tres experimentos donde se compararon diferentes tipos de rastros en términos de la implantación que presentaron las especies, expresada en rangos.

Trigo y festuca, sistemáticamente en los tres experimentos, empeoraron la implantación en las siembras sobre RA o gavillas. Dactylis y trébol blanco presentaron una tendencia similar.

En general sobre los RB se registraron con mayor frecuencia mejores implantaciones que sobre los RA, aunque con muchas especies se logran muy buenos stand independientemente de la altura que los rastros de sorgo tengan, cuadro 3.

Sobre rastrojo de raigrás se lograron implantaciones buenas, similares a las obtenidas sobre los RB de sorgo.

Alfalfa fue la especie donde se registraron mayores problemas para obtener buenas implantaciones y fue la única donde se verificó discontinuidad de plantas en el 21% o más de los surcos de siembra, rango 3, RA y gavilla.

Cuando se comparan las implantaciones en todas las especies sobre el RA de maíz con relación a la gavilla, año 2005, se verifica nuevamente que las gavillas deterioran consistentemente las implantaciones de las especies sembradas, excepto raigrás 284. Este material fue el único que en todas las situaciones evaluadas presentó siempre buena implantación, cuadro 3.

Cuadro 3. Calidad de implantación (expresada en rangos) de especies sembradas en la línea, en siembra directa, sobre distintos tipos de rastros, entre 90 y 150 días pos siembra. Resumen de 3 experimentos.

Años	2002		2004			2005	
Cultivos	SORGO		SORGO		TITÁN	MAÍZ	
Rastros	ALTO	BAJO	ALTO	BAJO		Alto	Gavilla
Trigo	2	1	2	1	1	1	2
Avena	1	1	1	1	1	1	2
Rg 284	1	1	1	1	1	1	1
Rg Titán	1	1	2	1	1	1	2
Festuca	2	1	2	1	1	1	2
Dactylis	2	2	2	1	1	1	2
T. blanco	1	1	2	1	1	1	2
T. rojo	1	1	1	1	1	1	2
Lotus	1	1	1	1	1	1	2
Calipso	1	1	1	1	1	1	2
Alfalfa	2	2	3	2	1	1	3
MEDIAS	1.4	1.2	1.6	1.1	1.0	1.0	2.0

Dentro de cada año, para cada especie, los números diferentes en rojo difieren significativamente al nivel de probabilidad de $P < 0.05$ %.

Gavilla: significa la siembra sobre el material dejado en la cola de la cosechadora desprovista de picador-espardidor de rastrojo.

CONSIDERACIONES GENERALES

- La quema del rastrojo de sorgo puede mejorar la implantación en algunas situaciones y en otras producir resultados similares a los registrados con rastrojos altos.
- En general, sobre los rastrojos bajos se verificó mayor frecuencia de mejores implantaciones comparativamente a los rastrojos altos, aunque con muchas especies se logran buenas implantaciones independientemente de la altura de los rastrojos.
- Consistentemente, para todas las especies, sea con sorgo o maíz, el picado del rastrojo con rotativa siempre deterioró la implantación, comparativamente con el rastrojo alto sin rotativar.
- Las implantaciones de las especies sembradas sobre la zona de las gavillas, fueron aún inferiores a las registradas en los rastrojos rotativados.
- Las gavillas y/o el exceso de tallos picados por rotativa determinaron que los abresurcos operaran con dificultades, quedando frecuentemente la semilla mal tapada y/o fuera del surco, sobre y/o en las proximidades de los fragmentos de tallos, traduciéndose en menores implantaciones en esas zonas.
- Las dificultades operativas de los abresurcos aumentaron con la humedad ambiental, y/o del suelo, y con la cantidad de rastrojo no anclado, suelto.
- El picado de los rastrojos y las gavillas aumentaron la frecuencia de atascamientos en los trenes de siembra,
- La información reportada permite sugerir que el picado de los rastrojos dificulta las siembras, aumenta la frecuencia de atascamientos, deteriora las implantaciones de las especies sembradas y eleva innecesariamente los costos. En contrapartida, se sugiere el uso de picadores-esparcidores de paja y casullo en las cosechadoras, debería ser considerado una inversión y no un gasto.