

III. ESTUDIO COMPARATIVO DE LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS DE TRIGO Y ESPECIES FORRAJERAS SEMBRADAS EN DIRECTA Y CON PREPARACIÓN CONVENCIONAL DE SUELO SOBRE DIFERENTES TIPOS DE RASTROJOS

INTRODUCCIÓN

La siembra de especies con el objetivo económico principal de producción de semillas difiere en la ponderación cualitativa y cuantitativa de varios factores en relación al objetivo de producción de forraje.

Para lograr altos rendimientos de semillas se requiere de un buen desarrollo vegetativo previo, sin embargo, otros atributos como precocidad, maximización de la producción de forraje, etc., no tienen el nivel de importancia que se requiere cuando el destino es forraje.

En pasturas se pueden obtener excelentes manifestaciones del potencial de los cultivares en desarrollar las estructuras reproductivas en magnitud tal que aseguren muy altos rendimientos de semilla, sin necesidad de alcanzar desarrollos vegetativos excesivos, es más, estos excesos pueden deprimir el potencial de producción de semilla.

En la producción de semillas de calidad, las malezas, especialmente en semilleros de leguminosas por el mayor costo en general de los herbicidas con relación a gramíneas y las mermas en el procesamiento que originan, constituye un factor de una relevancia muy superior con relación a la producción de forraje. En este tema, también interesa evaluar las diferencias existentes entre siembra directa y siembra con preparación convencional del suelo.

En este contexto se cuantificó durante 4 años la producción de semillas de diferen-

tes especies forrajeras más un trigo como cultivo de referencia para la zona agrícola, en esquemas de siembra directa y con preparación convencional de suelo. Estos fueron instalados sobre diferentes rastrojos, con énfasis en los de sorgo debido a las mayores dificultades operativas que ofrecen y al pobre concepto que en general se tiene de ellos.

DESCRIPCIÓN DE LOS EXPERIMENTOS

Los experimentos fueron instalados sobre diferentes rastrojos de cultivos de verano y específicamente sobre rastrojos de sorgo altos y bajos en forma idéntica a los descritos para producción de forraje en los trabajos I y II de esta publicación. Los criterios seguidos para el análisis de la información también fueron similares.

La ubicación fue en zona vecina a los instalados para producción de forraje y las fechas de siembra mayoritariamente coincidieron, o se atrasaron entre 1 y 5 días.

Se midió producción de semilla, germinación y peso de mil semillas. En algunos experimentos además número de inflorescencias por m².

En este trabajo solo se reportarán los rendimientos de semilla. Las otras variables (número de inflorescencias, germinación y peso de mil semillas) fueron similares ($P > 0.05$) para los factores estudiados, siembra directa o con preparación convencional del suelo, rastrojos altos o bajos de sorgo granífero.

Los rendimientos de semilla de las leguminosas (alfalfa, lotus, tréboles rojo y blanco) corresponden a la primera cosecha, no se evaluó la segunda, mientras que con las gramíneas perennes: Festuca Tacuabé y Dactylis Oberón corresponden al segundo año de vida. Estas especies fueron cortadas cada vez que el tapiz alcanzaba alturas de aproximadamente 15 cm hasta mediados de julio del segundo año (último corte previo a la cosecha de semillas).

En lotus, tréboles rojo y blanco, pos siembra, variando con los años fueron cortados entre el 23 de septiembre y 12 de octubre dejando un rastrojo residual entre 5 y 7 cm. Esta defoliación representa la fecha de último corte previo a la cosecha de semillas. La misma se realizó sobre los rastrojos altos y bajos de sorgo, sin embargo el factor determinante para la realización de este corte fueron los rastrojos altos. Si estos se mantenían sin cortar probablemente las intensidades de floración serían afectadas por el sombreado del rastrojo y la cosecha de semillas sería muy difícil.

Las gramíneas (anuales y perennes) fueron fertilizadas con 100 kg de urea/ha al macollaje y con 150 kg/ha al inicio del alargamiento de entrenudos (meristemas apicales en tallos principales con alturas en el entorno de los 5 – 8 cm).

En Festuca y Dactylis, en el segundo año se fertilizó con dosis de 100 y 150 kg/ha de urea en otoño y al inicio del alargamiento de entrenudos.

Los herbicidas aplicados para cada especie correspondieron a los recomendados normalmente por INIA para sembreros comerciales.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Efecto de 6 rastrojos sobre la producción de semilla

Los rendimientos de semilla de diferentes especies sembradas en directa en los años 2001 y 2002 (fila superior e inferior respectivamente) sobre seis rastrojos distintos se reportan en el cuadro 1. En algu-

Cuadro 1. Efecto de diferentes rastrojos sobre los rendimientos relativos de semilla con relación a los obtenidos sobre rastrojo de sorgo granífero (kg/ha, tomado como base 100%), de diferentes especies sembradas en directa.

	DIGITARIA	MOHA	MAÍZ	SORGO	GIRASOL	SOJA	MDS
TRIGO	108	109	113	3579	126	117	11
TRIGO	96	107	111	3071	119	123	13
AVENA	102	95	110	2345	101	99	NS
AVENA	101	107	99	1879	112	109	NS
TITAN	119	129	119	588	139	128	22
284	110	142	135	766	135	137	15
284	-	114	123	804	121	118	13
FESTUCA	106	126	138	214	139	131	23
FESTUCA	-	-	114	302	119	123	21
DACTYLIS	100	101	114	188	117	117	NS
T.BLANCO	66	99	99	318	98	106	19
T.BLANCO	74	106	-	244	103	98	21
T.ROJO	77	105	111	231	97	109	17
LOTUS	73	97	106	321	103	98	23
LOTUS	83	-	114	269	107	103	16
ALFALFA	88	107	119	109	114	106	19
CALIPSO	70	103	98	477	99	109	16

La columna correspondiente a sorgo reporta los rendimientos de semilla (kg/ha) tomados como base 100%. MDS: mínima diferencia significativa en % al nivel P=0.05%.

nos materiales, Titán, dactylis, trébol rojo, alfalfa y Calipso se cuantificaron los rendimientos solamente en un año.

Los rendimientos de festuca y dactylis corresponden al segundo año de vida de las pasturas, en los restantes materiales son del primer año y en las leguminosas al primer ciclo de floración-semillazón.

La producción de semillas de avena no fue afectada por los rastrojos ($P > 0.05$), corroborando su plasticidad frente a estas variaciones, característica que también se repitió cuando se evaluó la producción de forraje, información ya reportada en el trabajo I de esta publicación. Sin embargo, en la literatura frecuentemente se reportan depresiones productivas para avena consecuencia de los rastrojos de sorgo.

En trigo, la mayoría de los trabajos realizados reportan depresiones significativas

importantes de los rendimientos de semilla obtenidos cuando es sembrado sobre rastrojos de sorgo con relación a otros, especialmente los de girasol y soja. En este trabajo, los rastrojos de sorgo deprimieron los rendimientos de semilla de trigo entre 17 y 26% con relación a los de girasol y soja, cuadro 1y figura 1.

Las disminuciones en rendimiento se explican por “efectos del rastrojo de sorgo” puesto que el trigo no presentaba limitaciones de población y los niveles de nitrógeno en planta eran adecuados, (3.9% de nitrógeno en planta entera al estado Z 30).

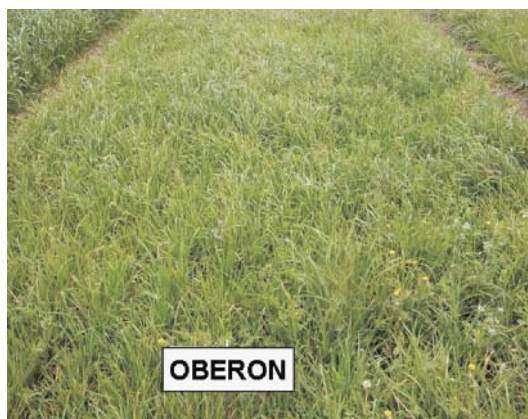
Con los dos cultivares de raigrás estudiados, Titán y Estanduela 284 y con festuca se verifica un patrón de respuesta a los rastrojos muy similar al presentado por trigo. Los menores rendimientos de semilla se registran sobre rastrojo de sorgo y los mayores sobre rastrojos de girasol y soja.



Avena en SD sobre rastrojo de sorgo.



Raigrás 284 en SD sobre rastrojo de maíz.



Dactylis en SD sobre rastrojo de moha.

Figura 1.

Las diferencias detectadas entre rastrojos con festuca corresponden a los rendimientos obtenidos sobre fines de noviembre (momentos en que se cosecharon las festucas) del año siguiente al de la siembra. En este contexto los efectos perduraron por lo menos 18 meses.

Dactylis no diferenció sus rendimientos de semilla entre rastrojos ($P > 0.05$), aunque también presentó como tendencia a registrar rendimientos superiores sobre rastrojos de girasol y soja.

Con las gramíneas, anuales y perennes, sembradas sobre rastrojos de Digitaria sp (pasto blanco) se obtuvieron rendimientos de semilla similares a los cosechados sobre rastrojos de sorgo.

Con leguminosas el modelo de respuesta general fue más simple que en gramíneas y muy consistente para todas las especies estudiadas. En general, salvo el rastrojo de Digitaria que deprimió significativamente ($P < 0.05$) o tendencialmente ($P > 0.05$) como es el caso de alfalfa, los rendimientos de semilla, los restantes rastrojos posibilitaron la obtención de rendimientos de semilla similares entre ellos y al de sorgo.

Los resultados de los análisis conjuntos para las gramíneas excluyendo avena y de las leguminosas se presentan en el cuadro 2.

CONSIDERACIONES GENERALES

Avena y dactylis, produjeron rendimientos de semilla similares en los 6 rastrojos.

Trigo, raigrás y festuca diferenciaron los rendimientos con los rastrojos, destacándo-

se los de girasol y soja como superiores y los de sorgo y Digitaria como inferiores.

Todas las leguminosas presentaron diferencias entre rastrojos, consistentemente sobre el rastrojo de Digitaria, se verificaron los rendimientos de semilla menores (figura 2).

2. Rendimientos de semilla de 12 especies sembradas en directa y con preparación convencional del suelo sobre rastrojos altos y bajos de sorgo granífero.

Con rastrojos de sorgo se profundizaron estudios sobre otros factores. Entre ellos las diferentes especies fueron sembradas de dos formas, directa (SD) y con preparación convencional de suelo (LC) y sobre dos tipos de rastrojos de sorgo, de alto volumen, rastrojo alto (RA), remanente de una cosecha de grano y de bajo volumen, rastrojo bajo (RB), material residual luego de una cosecha para silo de planta entera.

La información recabada de tres experimentos se resume en el cuadro 3.

El análisis de la información dentro de cada año, para cada una de las especies, indicó que la altura de los rastrojos, RA comparativamente con RB, posibilitó la obtención de rendimientos de semilla similares ($P > 0.05$).

Cuando se compararon siguiendo los mismos criterios que para altura de rastrojos las formas de siembra, SD o LC, también se registraron rendimientos similares ($P > 0.05$). Estos se informan en el cuadro 3 y son el promedio de RA y RB (figura 3).

Cuadro 2. Rendimientos de semillas relativos a los obtenidos en siembras directas sobre rastrojos de sorgo (base 100%) promedios de diferentes gramíneas (excluida avena) y leguminosas.

RASTROJOS	DIGITARIA	MOHA	MAÍZ	SORGO	GIRASOL	SOJA	MDS
GRAMÍNEAS	106	118	121	100	127	124	8
LEGUMINOSAS	76	103	108	100	103	104	14



Lotus en SD sobre rastrojo de maíz.



Trébol blanco en SD sobre rastrojo de soja.



Trébol rojo en SD sobre rastrojo de girasol.



Alfalfa en SD sobre rastrojo de maíz.

Figura 2.

Cuadro 3. Producción de semillas de distintas especies sembradas en directa (SD) y con preparación convencional de suelo (LC) sobre rastrojos altos y bajos de sorgo y en una situación, rastrojo de raigrás. Siembras en 2001-02 y 03.

AÑO	2001		2002			2003	
	SORGO		SORGO		TITAN	SORGO	
SIEMBRA	LC	SD	LC	SD	SD	LC	SD
TRIGO	2100	2334	-	-	-	3124	2978
AVENA	2215	2256	-	-	-	-	-
TITAN	968	1015	-	-	-	-	-
284	969	906	1394	1211	1199	-	-
FESTUCA	-	-	378	418	412	323	294
DACTYLIS	-	-	177	168	159	219	194
HOLCUS	272	259	-	-	-	-	-
T. BLANCO	391	346	377	323	367	488	436
T. ROJO	110	107	375	357	398	535	494
LOTUS	313	273	317	348	366	381	365
ALFALFA	315	334	-	-	-	-	-
CALIPSO	318	292	447	474	515	727	809

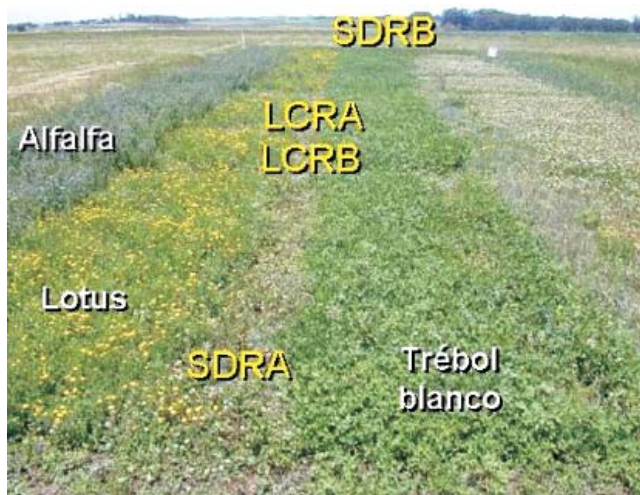


Figura 3. Alfalfa, lotus, trébol rojo y trébol blanco en fase reproductiva en 4 situaciones de siembra.

Figura 4. Holcus y trébol blanco en fase reproductiva sembrados en directa sobre rastrojos altos de sorgo.



La SD sobre rastrojo de raigrás Titán, comparado en un año solamente, tampoco diferenció los rendimientos de semilla de los rastrojos de sorgo sembrados tanto en directa como en convencional.

Esta información refuerza el concepto que los rastrojos altos per se no deterioran el potencial de producción de semillas. En las leguminosas, entre fines de setiembre y comienzos de octubre según los años, el tapiz fue rotativado, tanto el RA como el RB (figura 4).

Los tallos de sorgo son de difícil descomposición y de larga permanencia en el rastrojo. La pasada de rotativa en el rastrojo alto permite una mayor incidencia de luz sobre el tapiz, evitando depresiones en las

intensidades de floración de las leguminosas. Además facilita los operativos de cosecha, especialmente con trébol blanco.

CONSIDERACIONES GENERALES

La siembra directa o con preparación convencional de suelo, sobre rastrojos altos o bajos de sorgo granífero, posibilitaron dentro de cada especie la obtención de rendimientos de semilla similares ($P > 0.05$).

La siembra directa sobre rastrojo de raigrás INIA Titán, no diferenció los rendimientos de semilla de los registrados sobre los rastrojos de sorgo, en ninguna de las especies.

3. Nivel de enmalezamiento en siembra directa y con preparación convencional de suelo de especies sembradas para producción de semilla

Económicamente, en producción de semillas las contaminaciones con malezas tienen mayor importancia que para producción de forraje. Las malezas en semilleros, además de las depresiones productivas que determinan directamente por efectos de interferencia, pueden aumentar las pérdidas de semilla durante los operativos de cosecha, elevar las mermas durante los procesos de maquinación, bajar de categoría el lote y por tanto su valor.

La secuencia de experimentos realizados en los potreros del sistema de invernada intensiva de La Estanzuela, en condiciones estrictamente comparativas entre SD y LC, permite cuantificar diferencias que son resultado de los factores que realmente se comparan.

Las chacras donde se establecieron los experimentos tienen una historia agrícola muy amplia donde cultivos y pasturas se instalaban con laboreo convencional del suelo hasta 1996 en que comenzó a sem-

brarse en directa. La historia previa del manejo de suelos y cultivos asegura un nivel alto y diversificado de malezas.

En el cuadro 4 se resume para SD y LC el área cubierta por malezas latifoliadas, evaluada variando con los experimentos entre los 80 y 120 días pos siembra, de 36 comparaciones para cada especie, excepto Holcus y Calipso con 18 contrastes solamente. Estas son producto de experimentos (años) por dos alturas de rastrojos de sorgo por repeticiones.

La información se agrupó dentro de cada forma de siembra (SD o LC) y de cada especie, en frecuencia de situaciones, donde se registraron porcentajes de área cubierta por malezas en rangos de 0 a 10%, 11 a 20 y de 21 a 40%.

Las malezas mas frecuentes fueron: *Stachis arvensis*, *Polygonum aviculare*, *Rapistrum rugosum*, *Raphanus raphanistrum*, *Stellaria media*, *Cirsium vulgare*.

En general con SD las especies sembradas mayoritariamente presentaron una frecuencia muy superior de casos con menores contenidos de malezas latifoliadas en las etapas iniciales pos siembra, en relación a las sembradas con LC del suelo, cuadro 4.

Cuadro 4. Frecuencia de situaciones según forma de siembra de distintos rangos de área cubierta por malezas latifoliadas entre 80 y 120 días pos siembra, de especies sembradas para producción de semilla.

SIEMBRA	LABOREO CONVENCIONAL			SIEMBRA DIRECTA			
	MALEZAS %	0 a 10	11 a 20	21 a 40	0 a 10	11 a 20	21 a 40
TRIGO		64	24	12	80	15	5
AVENA		69	22	9	84	10	6
TITAN		75	12	13	88	6	6
284		88	12	0	88	6	6
FESTUCA		56	25	19	87	7	6
DACTYLIS		62	25	13	81	6	13
HOLCUS		58	17	25	67	12	11
T.BLANCO		62	25	13	75	16	9
T.ROJO		50	32	18	67	17	16
LOTUS		50	30	20	60	20	20
ALFALFA		40	10	50	60	20	20
CALIPSO		80	10	10	82	12	6
MEDIAS		68	20	17	76	12	10

Dentro de cada especie, cuando se compararon las áreas cubiertas por malezas entre volúmenes de rastrojos de sorgo, rastrojos altos (RA) versus rastrojos bajos (RB), predominaron netamente las situaciones donde las áreas cubiertas por malezas fueron similares ($P > 0.05$) entre ambos tipos de rastrojo. En los casos que se verificaron diferencias ($P < 0.05$) en los contenidos de malezas, se explicaron por otros factores.

Por ejemplo, cuando pos siembra se registraron precipitaciones intensas, el RB deja más desprotegido el suelo al impacto de las gotas de lluvia que el RA, por tanto, sobre RB el suelo se encostra más, la especie sembrada crece menos y las malezas presentan mayores áreas cubiertas, comparativamente con la situación de RA.

Una situación opuesta se registra con rastrojos de sorgo enmalezados. Cuando se aplica pre-siembra de las forrajeras glifosato, el RA intercepta más el herbicida que el RB, consecuentemente, ya desde la

siembra de las forrajeras presenta mayor infestación con malezas que el RB.

Independientemente de las situaciones específicas descritas previamente, sobre un total de 396 comparaciones, se verificó una tendencia general consistente, en que las áreas cubiertas por malezas fueron superiores ($P > 0.05$) sobre RB en un 13% con respecto a los RA.

Cuando se realizaron las mismas comparaciones dentro de cada especie, entre formas de siembra, SD versus LC, se verifica que en el 78% de las comparaciones, la SD tiene significativamente ($P < 0.05$) menores áreas cubiertas por malezas latifoliadas con relación a LC.

Considerando todas las especies, el cociente entre las áreas cubiertas por malezas latifoliadas: SD/LC da un valor de 0.61 variando entre un máximo de 0.76 y un mínimo de 0.45. Dicho valor indica que con LC en promedio, hubo un 39% más de área cubierta por malezas latifoliadas que con SD, cuadro 5.

Cuadro 5. Áreas cubiertas por malezas latifoliadas (%) en diferentes especies sembradas con laboreo convencional de suelo (LC) y en siembra directa (SD) y relación entre las áreas cubiertas por malezas latifoliadas SD/LC.

	LC	SD	SD/LC
FESTUCA	18	13	0.72
DACTYLIS	17	11	0.64
TRIGO	17	13	0.76
ALFALFA	16	11	0.68
HOLCUS	16	8	0.50
LOTUS	15	9	0.60
T. BLANCO	15	9	0.60
AVENA	14	10	0.71
CALIPSO	14	7	0.50
TITÁN	14	8	0.57
T. ROJO	13	7	0.53
284	11	5	0.45
MDS 5 %	2.0	2.0	-
MEDIA	14.9	9.1	0.61

En promedio, las menores áreas cubiertas de malezas en SD fueron significativamente diferentes de las de LC.

Consistentemente raigrás, tanto en SD como en LC, fue la especie que en general presentó menores ($P < 0.05$) porcentajes de áreas cubiertas por malezas.

Considerando las 12 especies estudiadas para cada experimento, se verifican una serie de relaciones biológicas entre las especies sembradas y las malezas que consistentemente se repiten.

En las figuras 5 y 6 se ejemplifican estas relaciones a través de la información recabada durante las etapas iniciales tomando como ejemplo un experimento sembrado en 2003.

El área cubierta por la especie sembrada y el área cubierta por malezas tienen una relación inversa, figura 5.

Las mayores áreas cubiertas de las especies sembradas normalmente se corresponden con mayores rendimientos de forraje.

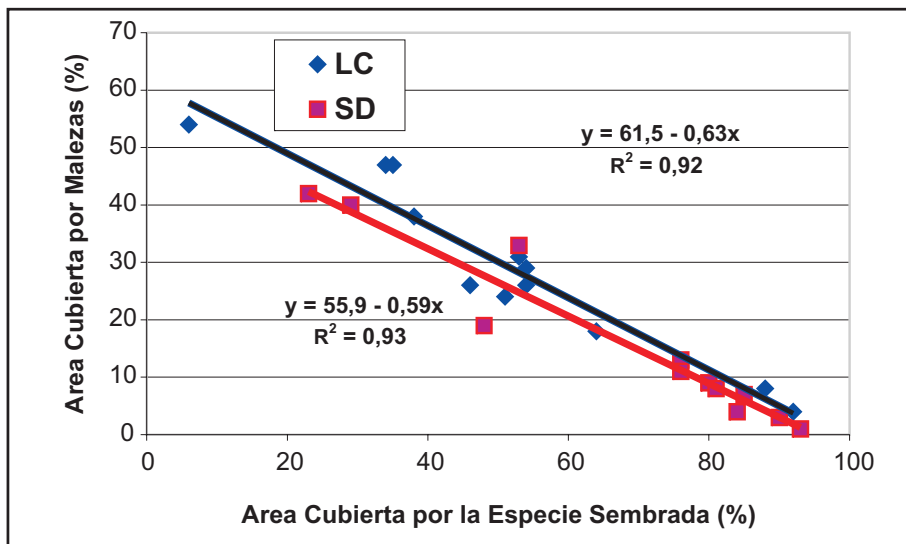


Figura 5. Relación entre el área cubierta de la especie sembrada y el área cubierta por malezas, 120 días pos siembra.

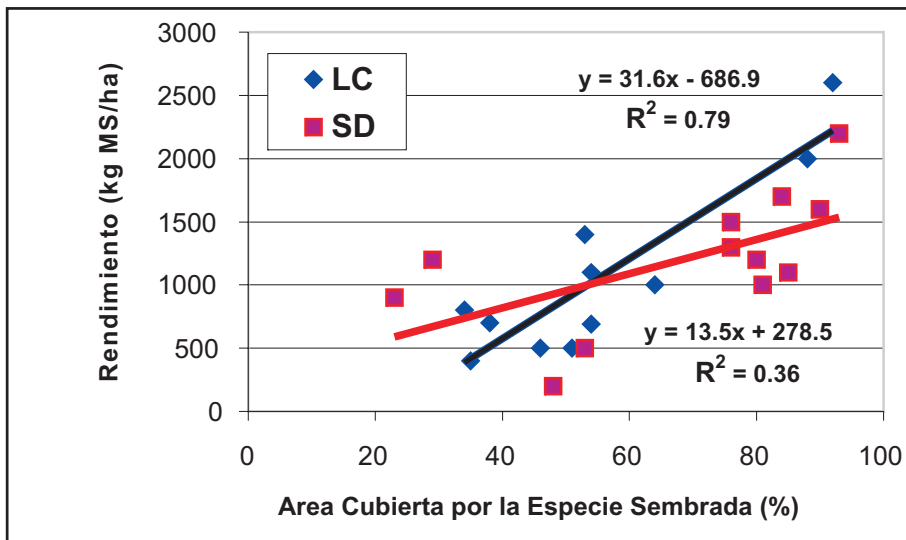


Figura 6. Relación entre el área cubierta (%) y el rendimiento (kg MS/ha) de la especie sembrada, 150 días pos siembra.

CONSIDERACIONES GENERALES

- En siembra directa, se verificó una frecuencia muy superior de casos con menores contenidos de malezas latifoliadas comparativamente con la preparación convencional del suelo.
- Para cada especie, predominaron netamente las situaciones donde las áreas cubiertas por malezas fueron similares ($P > 0.05$) entre rastrojos altos y bajos de sorgo granífero.
- Consistentemente raigrás, tanto en SD como en LC, fue la especie que en general presentó menores ($P < 0.05$) porcentajes de áreas cubiertas por malezas.
- Mayores rendimientos de forraje se correspondieron con mayores áreas cubiertas por las especies sembradas y éstas se relacionaron inversamente con las áreas cubiertas por malezas.