

SEMINARIO

LABRANZA REDUCIDA EN EL CONO SUR

editado por:

**DR. HERNAN CABALLERO D.
ING. ROBERTO DIAZ**

LA ESTANZUELA - COLONIA - URUGUAY
mayo, 1982



IICA

CIAAB



INVESTIGACION EN LABRANZA REDUCIDA

EN:

URUGUAY



2.5. INVESTIGACION EN LABRANZA REDUCIDA EN URUGUAY

ROBERTO M. DIAZ *

Se reportan aquí los trabajos experimentales que se han desarrollado o están proyectando en el área de labranza reducida, restringiéndola exclusivamente a la actividad en cultivos anuales extensivos, ya que es allí donde se tienen las mayores expectativas en cuanto al impacto de la sustitución de labores culturales por control químico de las malezas, y en consecuencia maximizar los beneficios que esta tecnología presenta respecto a una mayor eficiencia de uso del suelo, mejor utilización del agua y quizás lo más importante, reducir marcadamente los procesos erosivos que la agricultura convencional provoca.

1. CULTIVOS DE VERANO.

a. Laboreo.

A partir del año 1975 y sin mayor continuidad, ni personal con dedicación total, se comienza a evaluar la viabilidad de la siembra directa de cultivos de verano a través de una serie de experimentos exploratorios. En primer lugar se intentó cuantificar el comportamiento relativo de esta técnica de siembra en relación a otras alternativas de laboreo reducido y convencional. Por otra parte se evalúan también algunos desecantes y herbicidas translocables para el control de las malezas presentes en el momento de la siembra.

Prácticamente el único equipo de siembra con que se ha contado para la implantación de los experimentos de cultivos de verano ha sido una sembradora convencional a la que simplemente se le adaptó un disco abresurco ondulado delante de cada unidad de siembra.

Los primeros resultados de siembra directa reportados por N.Oudri, 1977, ya evidencian el fracaso del empleo de desecantes como Paraquat en suelos con presencia de Cynodon, mientras que mediante el empleo de glyfosato se logran rendimientos similares a los obtenidos con laboreo convencional.

Cuando se resume la información de los seis experimentos realizados hasta el presente en siembras de cultivos de verano (Cuadro 1) se observa que, si bien la información es muy escasa, los mejores tratamientos de siembra directa en los últimos cuatro años son similares o ligeramente superiores al laboreo mínimo practicado convencionalmente (3,7,12,14).

Cuadro 1: Rendimientos de cultivos de verano con mínimo laboreo y siembra directa en varios años.

Año de cosecha	MAIZ		SORGO		GIRASOL		SOJA	
	ML	SD	ML	SD	ML	SD	ML	SD
1976	2372	167 (7)	636	0	599	0	-----	-----
1977	1483	470 (32)	0	0	210	390 (186)	-----	-----
1978	-----	-----	3442	3815 (111)	1481	1418 (96)	1366	1307 (96)
1980	-----	-----	-----	-----	562	589 (105)	-----	-----
1981	8771*	10227*(117)	2173	3140 (145)	769	852 (111)	-----	-----
1981	2629**	1058 (40)	3179**	2619 (82)	1189**	560 (47)	-----	-----
1981	5128	4460 (87)	5222	5005 (96)	1751	1683 (96)	-----	-----

* Rendimientos de materia seca total.

** Convencional.

* Ing.Agr. M.Sc. Jefe Proyecto Suelos. Estación Experimental La Estanzuela. CC 86. Colonia. Uruguay.

Sin embargo, en ninguno de los experimentos se ha dado la oportunidad a la siembra directa de expresar su mejor condición de humedad en la emergencia, ya que en los tratamientos de labranza mínima se sembró de inmediato al pasaje de la rastra de discos sin permitir la desecación del suelo que suele ocurrir en chacras grandes, cuando transcurre algún tiempo entre el tastro y la siembra.

Analizando el comportamiento relativo de los distintos cultivos aquel que ha presentado posiblemente rendimientos más estables ha sido el girasol, mientras que la soja reiteradamente ha tenido problemas de implantación o plagas que en más de una oportunidad impidieron su cosecha.

b. Balance Hídrico.

Excepto en un experimento, en general los rendimientos fueron medios o bajos, dependiendo mucho del régimen hídrico del verano. Parece probable que para nuestras condiciones climáticas el cultivo de verano sembrado tarde sobre rastros de invierno presente rendimientos muy variables y con potenciales no muy altos, por lo que una tecnología de altos costos que no garantice buenos rendimientos, no podrá difundirse.

La importancia de los déficits hídricos en la expresión de los rendimientos de girasol, sorgo y maíz ha sido evaluada por De León y Gonnet (6).

En el Cuadro 2, se observa el efecto de los déficits hídricos estivales sobre los rendimientos en chacras del departamento de Colonia y un experimento de la E.E.L.E. El efecto de un déficit de 100 mm. en la reducción de los rendimientos (100 mm. $\times \alpha$) como porcentaje del máximo rendimiento sin déficit (β) permite mostrar la importancia relativa que pueden tener a nivel de chacra los déficits hídricos en cada cultivo. Se ve así que 100 mm. de déficit provocan mermas de 35 o/o, 29 o/o y 24 o/o en maíz, sorgo y girasol, respectivamente. Si bien podrían señalarse diversas limitaciones o restricciones para el método de estimación empleado, éste indicaría en alguna medida que el girasol presenta un menor riesgo que el maíz frente a déficits hídricos y que el sorgo estaría en una situación intermedia.

Cuadro 2: Análisis de regresión lineal de la deficiencia hídrica estival (1) sobre los rendimientos de maíz, sorgo y girasol en ensayos (E.E.L.E.) y en chacras del departamento de Colonia.

	MAIZ		SORGO		GIRASOL	
	ENSAYOS	CHACRAS	ENSAYOS	CHACRAS	ENSAYOS	CHACRAS
Número de años (n)	10	24	10	10	6	17
Intercepto, kg/ha (α)	5847	1200	7073	1995	2689	780
Coefficiente de regresión lineal (β)	- 19,29x	- 4,34xx	- 25,51xx	- 5,82xx	- 7,72	- 1,84xx
Coefficiente de correlación lineal (r)	- 0,67x	- 0,57xx	- 0,86xx	- 0,79xx	- 0,64	- 0,79xx

(1) Calculado por el balance hídrico de Thornthwaite y Mather, para una lámina de agua de 200 mm. en la E.E.L.E., durante los meses de diciembre, enero y febrero.

x Significativo al nivel 5 o/o de probabilidad.

xx Significativo al nivel 1 o/o de probabilidad.

c. Época de Siembra.

Un elemento importante a tener en cuenta en la implementación de técnicas de doble cultivo es conocer el comportamiento de cada cultivo respecto a la época de siembra.

Si bien la información nacional al respecto es escasa, ésta permite algunas consideraciones respecto a los potenciales de rendimiento según la época de siembra.

Para evaluaciones efectuadas desde 1973, los rendimientos de una variedad de girasol como Estanduela 75 de buen comportamiento en siembras tardías han mostrado niveles de rendimiento similar en época normal y tardía (Cuadro 3, Ana M. Berretta, com. pers.).

Cuadro 3: Efecto de la época de siembra en la producción de la variedad de girasol Estanduela 75 en la E.E.L.E.

EPOCAS	72/73	73/74	74/75	77/78	78/79	79/80	80/81	\bar{x}
2 da. Quincena de OCTUBRE	2210	3048	1856	2914	1874	2249	4504	2665
1 era. Quincena de DICIEMBRE	1572	2363	2588	3077	3171	2189	3629	2655

Se observa, sin embargo, la gran brecha que existe entre los rendimientos obtenidos a nivel experimental en siembras tardías y los ya reportados a nivel comercial, lo que en alguna medida indicaría las posibilidades de implementar una tecnología de siembras de segunda con los potenciales de rendimiento indicados.

El efecto de la época de siembra en la producción de soja parece tener un comportamiento diferente en el sur-este (Cuadro 4, F. Mandl, com. pers.) respecto a lo que sucede en el noreste (Cuadro 5)(1, 2), ya que en esta última región aparecen rendimientos superiores en todas las épocas.

Cuadro 4: Rendimientos de soja según épocas de siembra en la E.E.L.E.

AÑO	PRIMERA	SEGUNDA	TERCERA
	15/10 - 5/11	5/11 - 25/11	25/11 →
1971	1743	2138	
1972	2831	2836	1810
1973	1784	1715	
1974	2020	2229	1417
1975	2850	3189	
1978	1072	956	
1979	1051	1062	
1980			1255
PROMEDIO	1907	2018	1419

Por otra parte, los rendimientos de soja son altos aún en las siembras de mediados de diciembre, mientras que en el suroeste son notoriamente inferiores quizás como consecuencia de balances hídricos más deficitarios.

La información del efecto de la época de siembra sobre los rendimientos de maíz y sorgo es escasa y heterogénea por lo que no se puede elaborar un análisis conjunto con varios años de información, haciéndose imprescindible establecer y mantener experimentación con este propósito.

Cuadro 5: Rendimientos de soja según época de siembra en el Noreste.

AÑO	1 era. EPOCA	2 da. EPOCA	3 era. EPOCA
	15 / 10	15 / 11	15 / 12
75 / 76	3 3 2 3	3 1 5 4	3 2 6 3
76 / 77	3 3 4 0	3 1 1 7	2 4 1 2
77 / 78	-----	-----	-----
78 / 79	1 8 0 2	1 9 6 7	-----
79 / 80	1 9 5 8	1 5 7 7	2 4 0 7
80 / 81	2 7 0 8	2 4 3 3	3 0 6 1
PROMEDIO	2 6 2 6	2 4 5 0	2 7 6 7

Para nuestra condición climática de otoños húmedos y con suelos de drenaje moderado a imperfecto, normalmente existen problemas de cosecha que se agravan en las siembras de segunda. Es así que el suelo más compactado en siembras directas podría permitir cosechas en momentos en que un cultivo previamente rastreado no lo permitiría. Si bien esta característica no ha sido evaluada experimentalmente parece tener una importante crítica en nuestros otoños húmedos y sobre todo en cultivos que como girasol deben ser cosechados apenas alcanzan la madurez.

d. Rastrojos.

Dados los efectos de importancia sobre la productividad de cultivos de invierno determinados en algunos rastrojos de cultivos de verano ya que transcurren sólo tres meses de la cosecha de uno a la siembra de otro. Se entendió conveniente evaluar estos posibles efectos en las siembras de segunda, ya que por el escaso tiempo que transcurre entre la cosecha y la siembra los rastrojos expresarían al máximo sus efectos residuales, pues prácticamente no hay tiempo para su descomposición. Por otra parte, la diversificación de cultivos que existe en la región hace necesario estudiar el comportamiento y la productividad de las diversas secuencias de cultivos posibles.

Los cultivos de invierno más comunes, trigo, cebada, avena y lino, pueden tener un comportamiento residual diferente sobre las propiedades del suelo y la competencia de malezas. Es así que los rastrojos pueden presentar diferencias en el contenido de humedad, efectos fitotóxicos, porcentaje de malezas, relación C/N, etc., y a su vez interaccionar con el método de laboreo.

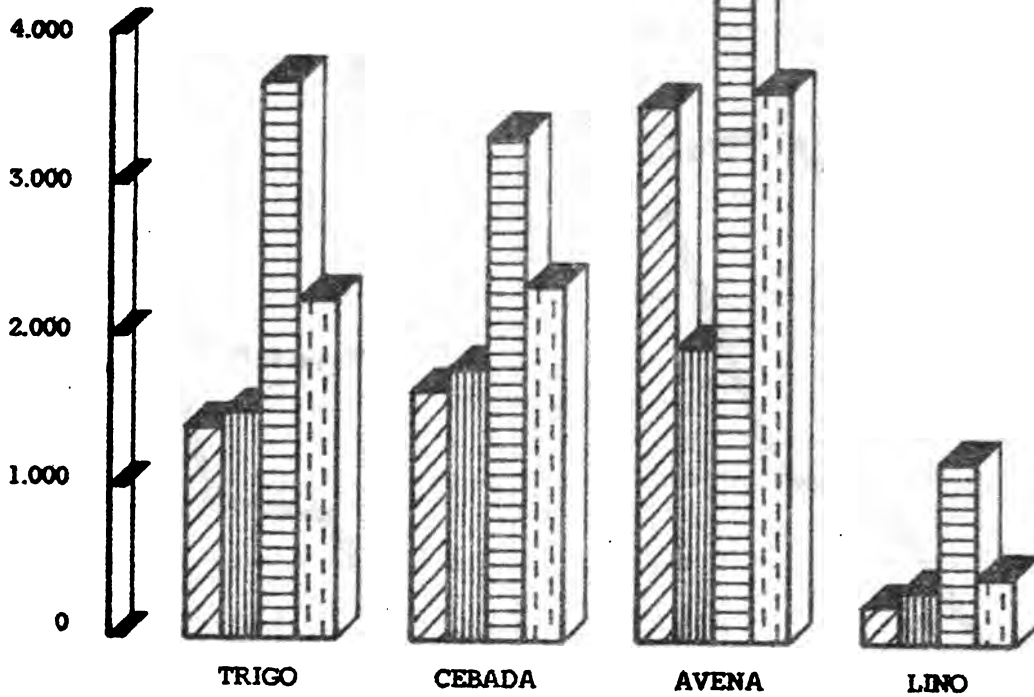
Los resultados de un experimento que estudió esas variables mostraron efectos sumamente importantes del tipo de rastrojo sobre los rendimientos del cultivo de verano (3). Los rastrojos de lino tuvieron un alto grado de enmalezamiento y menor humedad a la siembra, mientras que la avena por el contrario mostró características opuestas. El trigo y la cebada se ubicaron en niveles intermedios para estas variables.

Las diferencias de rendimientos de los cultivos de verano según el rastrojo de invierno fueron muy grandes tal como puede apreciarse en la Figura 1.

La cantidad de malezas fue el parámetro evaluado que más afectó los rendimientos, aunque existe evidencia que hace presumir de un efecto alelopático adicional del rastrojo de lino, principalmente con mínimo laboreo, donde crecían muchas plantas voluntarias de este cultivo.

(a) SORGO

GRANO kg/ha



(b) GIRASOL

GRANO kg/ha

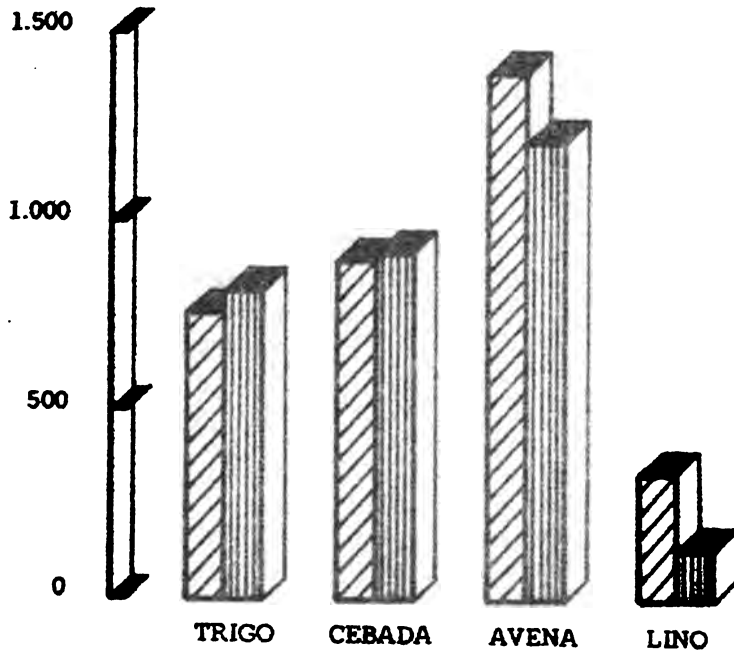


Figura 1: Diferencias en los rendimientos en granos de sorgo y girasol debido al método de laboreo.

También se determinó una interacción importante entre el método de laboreo y el rastreo para la cantidad de materia seca de malezas. Como se observa en la Figura 2

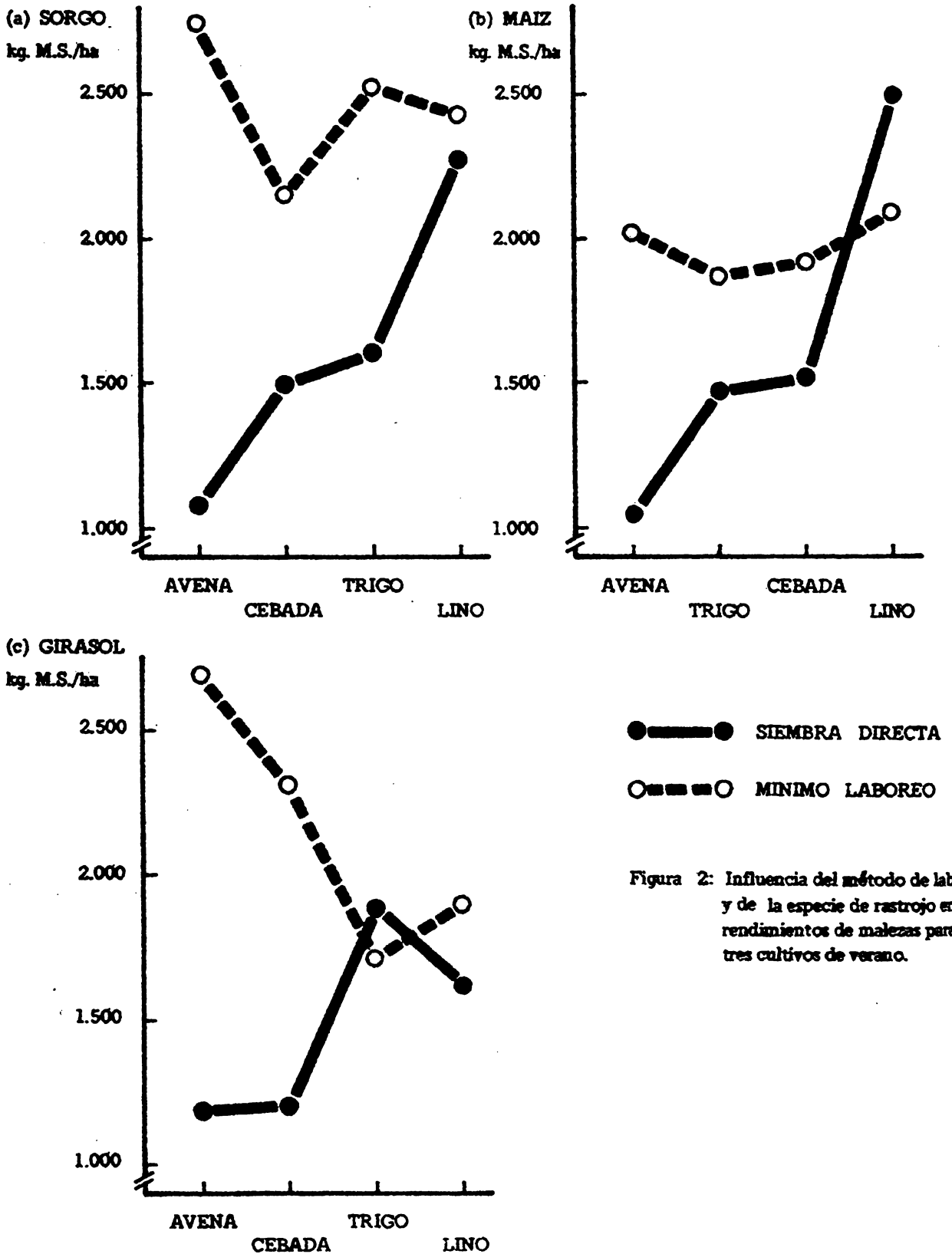


Figura 2: Influencia del método de laboreo y de la especie de rastreo en los rendimientos de malezas para los tres cultivos de verano.

El rastreo de avena que es el menos enmalezado en la siembra directa pasa a ser el mayor en el mínimo laboreo. Se presume una mayor mineralización de nitrógeno por este rastreo que promovería un mayor desarrollo de gramíneas estivales puestas en condiciones de germinar por el laboreo.

Además de los factores aquí evaluados pueden existir diferencias importantes entre rastreos respecto a la fecha de cosecha. La cebada y la avena maduran aproximadamente un mes antes que el lino por lo que admiten una siembra del cultivo de verano más anticipada.

e. Control de Malezas.

Debido a una agricultura de muchos años, diversificada, y a veces en rotaciones con pasturas, existe normalmente un gran número de especies de malezas a controlar, lo que en alguna medida dificulta el logro de mezclas de herbicidas con un amplio espectro de control y económicamente viables.

La experimentación en esta área también es incipiente y en términos generales sólo un herbicida translocable como el glyfosato y en dosis elevadas ha mostrado resultados consistentes aunque lejos de ser económicos.

Sólo en situaciones de rastreos muy limpios y sin presencia de *Cynodon* se obtuvieron resultados promisorios con aplicación de Paraquat con preemergentes. (Cuadro 6)(14).

Cuadro 6: Efecto de tratamientos al rastreo de trigo y de herbicidas pre-emergentes en el rendimiento de soja, sorgo y girasol.

CULTIVO	PREEMERGENTE	TRATAMIENTOS AL RASTROJO			
		Labranza Reducida	Siembra Directa Paraquat (1.5 l/ha)	Siembra Directa Paraquat (3 l/ha)	Siembra Directa
SOJA	Metribuzina (220 gr/ha) + Alaclor (800 c.c./ha)	1409	1320	1582	1021
	Metribuzina 470 gr/ha	1427	1560	1214	1072
	Testigo	1262	1007	1124	921
SORGO	Atrazina (770 gr/ha) + Alaclor (760 c.c./ha)	3690	2926	4057	2532
	Atrazina (1540 gr/ha)	3871	3204	3914	2545
	Testigo	2766	2474	3474	1622
GIRASOL	Prometrina (630 gr/ha) + Alaclor (750 c.c./ha)	1700	1376	1613	1307
	Prometrina (1245 gr/ha)	1341	1243	1450	1215
	Testigo	1403	1096	1190	723

En los niveles de rendimientos esperables en siembras de segunda los preemergentes evaluados aún parecen no ser económicamente redituables, excepto tal vez la mezcla Atrazina + Paraquat para sorgo y maíz, que también en otros experimentos ha mostrado buen comportamiento. (3, 7).

Un objetivo central de las líneas de trabajos a desarrollar en control de malezas en siembra directa, es lograr alternativas efectivas de menor costo.

Pueden definirse así, tres áreas importantes de experimentación:

- En los herbicidas aplicados al rastrojo pre-siembra determinar productos, dosis y momento de aplicación.
- Evaluar carpídeos que tengan efectividad aún en condiciones de rastrojos con mucha paja, con aplicaciones de herbicidas en la hilera.
- Introducir en la evaluación nuevos gramínicos post-emergentes en girasol y soja sobre suelos con presencia de *Cynodon*.

f. Verdeos de Verano.

En el área forrajera, también se han realizado experiencias con la técnica de siembra directa. Es así que, en la Unidad Experimental de Lechería se ha instalado sorgo forrajero y sudan sobre rastrojos de avena y raigrás con siembra directa.

Dichos rastrojos quedarían improductivos luego de finalizado el ciclo de pastoreo de la mezcla de avena y raigrás, ya que se hace difícil instalar un verdeo de verano en época normal por el atraso que significa la preparación del suelo. Por consiguiente, estas primeras experiencias han tenido como propósito instalar verdeos de verano en distintos rastrojos mediante siembra directa, la cual al eliminar la preparación del suelo, permite realizar una siembra en época normal, reduce el período improductivo de ese potrero, y deja un piso más firme que admite pastoreos tempranos en condiciones húmedas.

La disponibilidad de nitrógeno es una de las limitantes más importantes en la producción de los verdeos de verano. Este efecto se evidencia en las altas respuestas en producción de materia seca a la fertilización nitrogenada que han sido establecidas en siembras con laboreo convencional de sorgos forrajeros. Considerando que la disponibilidad de nitrógeno puede ser extremadamente baja cuando se implanta un cultivo con siembra directa, ya que no se da oportunidad al suelo de mineralizar y acumular nitrógeno mediante el laboreo, se ha comenzado a evaluar en esta situación, la magnitud de la respuesta a este nutriente.

Resultados primarios obtenidos en 1981 muestran respuestas prácticamente lineales hasta 120 kilogramos de nitrógeno por hectárea donde se producen casi 30 kilogramos de materia seca por unidad de nitrógeno (M. Rebuffo y Y. Acosta, com. pers.).

Un problema particular de los rastrojos de avena y raigrás es el estado del terreno por el pisoteo de los animales, lo que podría dificultar la implantación de los verdeos de verano mediante siembra directa. Es así que se ha considerado necesario determinar las densidades de siembra más adecuadas para esta técnica. Los primeros resultados evidencian que las óptimas densidades serían superiores a 50 kilogramos por hectárea, pues sólo hay incrementos en la producción hasta esas densidades sino que además puede mejorar la calidad del forraje ya que aumenta la relación hoja/tallo.

Malezas como *Cynodon* y *Digitaria* han sido un problema grave por su competencia y por la disminución de oferta de forraje de buena calidad. Por lo tanto, no sólo se evalúan distintas alternativas de herbicidas sino que se intentan definir rotaciones de pasturas que permitan la implantación de los verdeos de verano con siembra directa sobre rastrojos limpios.

g. Reducción de Laboreo Secundario.

En los suelos arcillosos del sur oeste la preparación del suelo normalmente se realiza con un número excesivo de labores secundarias, con rastra de discos, que ocasionan normalmente problemas de compactación sub-superficial e incrementan la susceptibilidad del suelo a erosionarse. Una de las causas de este sobrelaboreo radica en la necesidad de eliminar las malezas que van naciendo luego de la arada, principalmente después de períodos de lluvia. Muchas de las especies invernales que germinan en estas condiciones son fácilmente controlables al estado de plántulas mediante herbicidas hormonales de bajo costo. Su aplicación parece más económica que pasar una rastra de discos por lo que se implementó un experimento en el año 1980 con el propósito de estudiar la viabilidad de tratamientos de este tipo (7). Los resultados obtenidos no permitieron establecer conclusiones claras ya que una fuerte competencia de *Cynodon* enmascaró los posibles efectos de los tratamientos.

Quizás esta línea de experimentación deba atenderse en el futuro con la inclusión de algunos herbicidas de mayor acción residual que los hormonales y que presentan bajo costo.

2. CULTIVOS DE INVIERNO.

La carencia de equipo de siembra adecuado para la implantación directa de cereales de invierno no ha posibilitado hasta el presente una experimentación regular en esta área.

Existe un único antecedente experimental realizado en el año 1976 donde se evaluaron distintas alternativas de preparación del suelo para la siembra de trigo sobre dos rastrojos de girasol y sorgo (Cuadro 8) (13).

Cuadro 8: Rendimientos de trigo sobre rastrojos de girasol y sorgo con diversas alternativas de laboreo.

TRATAMIENTOS DE LABRANZA	RENDIMIENTO de TRIGO en KG/HA RASTROJO			
	SORGO	SIG.	GIRASOL	SIG.
CONVENCIONAL				
Arada + Excéntrica + Disquera	2948	a	3006	a
REDUCIDA				
Excéntrica + Disquera	2613	a	2970	a
SIEMBRA DIRECTA				
Paraquat (3.7 l/ha)	1390	b	2249	a
SIEMBRA DIRECTA				
Paraquat + Glyphosato (1.5 l/ha)	1542	b	2355	a
SIEMBRA DIRECTA				
Sin herbicida	1442	b	1880	b

Existe una reducción importante de los rendimientos de trigo en el rastrojo de sorgo en relación al de girasol, tal cual ha sido reportado en otros experimentos y en donde fue establecido que efectos alelopáticos pueden tener un rol prioritario (9).

La sembradora a zapatas sembró muy desperejo y una densidad de solo 72 kilogramos por hectárea de trigo lo que seguramente actuó en detrimento de los rendimientos de estos tratamientos. Sin embargo, los rendimientos obtenidos son medios y pueden considerarse como un antecedente promisorio que indica la necesidad de continuar evaluando este tipo de siembra.

Por otra parte si bien la siembra directa evitaría las dificultades de preparación del suelo en suelos pesados el secado superficial sería más lento que en suelos con un laboreo previo lo que podría demorar las siembras en época.

Parece probable que este tipo de siembra sea viable sobre rastrojos limpios de cultivos de verano o sobre especies puras de forrajeras de fácil control mediante herbicidas como es el trébol rojo.

La disponibilidad reciente de herbicidas preemergentes de amplio espectro de acción, y de gramícidas selectivos para el control de raigrás y avena en trigo, hacen aún más promisorio el desarrollo de este tipo de siembras.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

1. AMENDOLA, L. Cultivos de Verano en el Noreste, CIAAB/EEN, Tema VII, 1976.
2. ————. Jornada. Reunión Técnica de Cultivos de Verano. CIAAB/EEN. 1980 (Mimeo).
3. ANCHIERI, C. y MAGRINI, A. Efecto residual de cuatro rastrojos de invierno en la producción de cultivos de verano sembrados con mínimo y cero laboreo. Tesis. Colonia, CIAAB, Estación Experimental La Estanzuela, 144 p. 1981.
4. COMISION HONORARIA DEL PLAN AGROPECUARIO. In Anales del Primer Congreso de Ingeniería Agronómica pp. 171 - 222. Montevideo. 1981.
5. CORSI, W. Regionalización agroclimática de cultivos. Miscelánea No. 40. CIAAB, Estación Experimental La Estanzuela. 1982.
6. DE LEON, J. y GONNET, M. Rendimientos de grano de maíz, sorgo y girasol. Causas de su variación en diferentes niveles tecnológicos de producción. CIAAB. (En prensa).
7. DIAZ, E. y SANGUINETTI, D. Distintas alternativas de laboreo para la siembra de cultivos de verano. Tesis. Colonia, CIAAB, Estación Experimental La Estanzuela, 1981. 140 p.
8. DIAZ, R.M. Siembras Asociadas. Miscelánea N° 19. CIAAB/EELE. pp. 1 - 10. 1980.
9. ————. Fertilización de trigo. In. Cultivos de Invierno. CIAAB/EELE. 1981 (mimeografiado).
10. DIRECCION DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS AGROPECUARIAS. Censo Agropecuario. pp. 59. 1970.
11. GONNET, M. Utilización del balance hídrico del suelo. Revista de la Asociación de Ingenieros Agrónomos del Uruguay. N° 12. 3 - 8 p. 1979.
12. OUDRI, N. Primeras experiencias con labranza cero en Uruguay. Informe provisorio. Colonia, CIAAB, Estación Experimental La Estanzuela, 12 p. 1974.
13. ————. Primeras experiencias de trigo en labranza cero. Informe provisorio. Colonia, CIAAB, Estación Experimental La Estanzuela. 13 p. 1976.
14. ————. Resultados experimentales con labranza reducida en La Estanzuela. Informe provisorio. Colonia, CIAAB, Estación Experimental La Estanzuela. 11 p. 1977.
15. RAVA, M.; ANDREGNETTE, B.; MAZZITELLI, F. Evaluación del cultivo de trigo. 5ta. Jornada Nacional de Trigo. FUCREA/EELE. 1981.