



REPUBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA
DIRECCION GENERAL DE
INVESTIGACION AGROPECUARIA

**CENTRO DE
INVESTIGACIONES
AGRICOLAS
"ALBERTO BOERGER"**

**labranza
reducida**

ENERO, 1983



MISCELANEA 49



REPÚBLICA ORIENTAL DEL URUGUAY

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA

CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS

"ALBERTO BOERGER"

ESTACION EXPERIMENTAL AGROPECUARIA "LA ESTANZUELA"

labranza reducida

ENERO, 1983

C O N T E N I D O

I. LABRANZA REDUCIDA. ESTADO ACTUAL E INVESTIGACION EN URUGUAY.

ROBERTO M. DIAZ *

II. EFECTO RESIDUAL DE RASTROJOS DE INVIERNO SOBRE CULTIVOS DE VERANO SEMBRADOS CON MINIMO Y CERO LABOREO.

ALFREDO D. MAGRINI **

CARLOS ANCHIERI ***

ROBERTO M. DIAZ *

III. SIEMBRA DIRECTA DE CULTIVOS DE VERANO EN RASTROJO DE TRIGO.

ROBERTO M. DIAZ *

DANIEL SANGUINETTI ***

EDISON DIAZ ***

* Ing.Agr.M.Sc. Jefe del Proyecto Suelos. E.E.L.E.; C.I.A.A.B.

** Ing.Agr. Técnico Proyecto Suelos. E.E.L.E.; C.I.A.A.B. Estudiante en Tesis hasta 1981.

*** Ings.Agrs. Estudiantes en Tesis hasta 1981.

LABRANZA REDUCIDA

ESTADO ACTUAL E INVESTIGACION EN EL URUGUAY

ROBERTO M. DIAZ

I. AMPLITUD DE SU APLICACION.

Considerando la labranza reducida en su perspectiva más amplia, y a nivel nacional, aparecen una cantidad interesante de técnicas de producción que de una u otra manera, presentan la característica común de reducir el número de operaciones de laboreo requeridas en la siembra convencional, ya sea para implantar cultivos forrajeros, cereales u oleaginosos. Sin embargo, aún no han sido adoptadas a nivel de producción técnicas de siembra directa con sustitución total del laboreo mediante control químico del tapiz.

La mayoría de las prácticas que apuntan a una reducción del laboreo tienen origen en experiencias de productores que fueron adaptando e incorporando las mismas a sus condiciones de producción. Aunque, en los últimos años, la adaptación y difusión de algunas técnicas de siembra o preparación del suelo tuvieron su origen en proyectos de investigación en estaciones experimentales del país.

La disminución de costos ha sido quizás el factor preponderante en la difusión de las prácticas de reducción de laboreo pues muchas veces en situaciones marginales, con potenciales bajos de producción, no sólo ha incidido un posible aumento de la rentabilidad, sino también el riesgo económico que debe afrontar el productor con tecnologías caras.

1. PRODUCCION FORRAJERA.

a. Siembra de Pasturas con sembradora a zapatas.

En la década del 60 con la irrupción de las praderas sembradas, la inclusión de leguminosas y fertilización fosfatada en aquellas áreas de suelos superficiales donde no podrían efectuarse laboreos, la inclusión de leguminosas con fertilización fosfatada se realizó con relativo éxito mediante el empleo de sembradoras a zapatas previo agotamiento del tapiz mediante pastoreos intensivos. En pocos años, esta práctica superó las 20.000 hectáreas de siembra y a partir de 1970 mostró una tendencia decreciente hasta prácticamente desaparecer la implantación de leguminosas con este procedimiento (Figura 1) (4). Se entiende que quizás la variabilidad de los resultados, y el deterioro de la rentabilidad de este tipo de mejoramientos hayan disminuido marcadamente su empleo.

Miles de
hectáreas

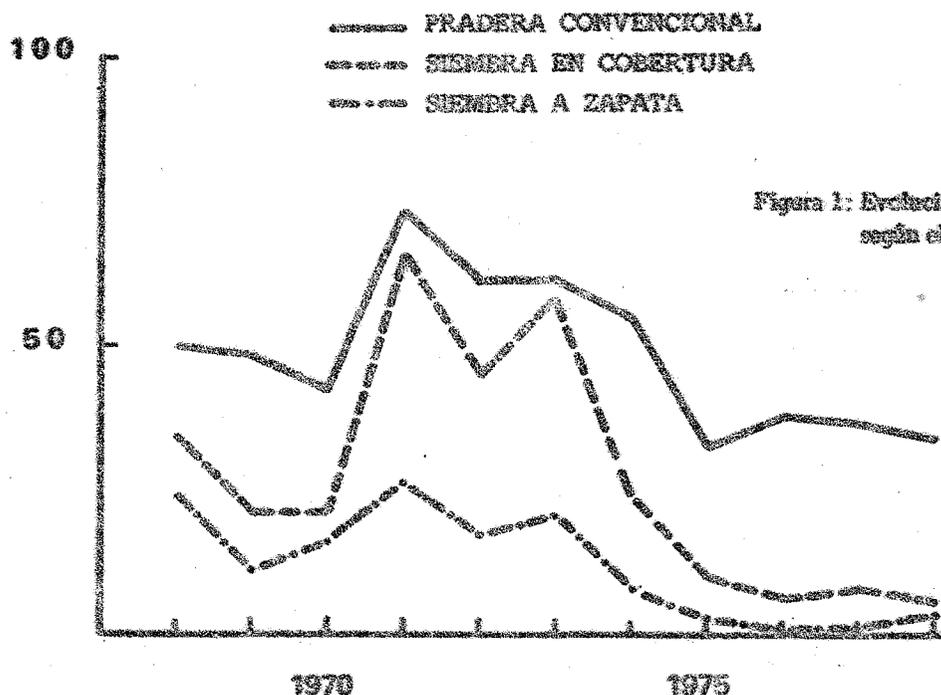


Figura 1: Evolución de la superficie mejorada según el programa del Plan Agropecuario.

b. Siembras Asociadas.

Por su parte, un caso peculiar de labranza reducida se presenta en aquellos suelos con capacidad agrícola y que se localizan principalmente en el litoral y sur del país en establecimientos de producción mixta agrícola-ganadera, las siembras de pasturas se realizan en un altísimo porcentaje en forma asociada a los cultivos de invierno. Esta técnica ha sustituido la siembra convencional que obligaba a una preparación extra del suelo normalmente realizada con un afianzamiento excesivo del mismo y con graves problemas de erosión.

La preparación simultánea del suelo para la siembra de la pastura y el cultivo implica en los hechos no sólo una disminución del laboreo a prácticamente la mitad sino que ha incrementado la productividad a través de un menor tiempo improductivo, y una disminución del riesgo de erosión, ya que el suelo permanece menos expuesto bajo laboreo en el tiempo total de la rotación (8).

c. Siembras en rastrojos de arroz.

Una técnica que ha tenido una muy rápida difusión y que fue desarrollada en la Estación Experimental del Este para el área de suelos arrozables en el este del país, es la siembra mediante avión de pasturas convencionales (fescua, trébol blanco, lotus) sobre los rastrojos de arroz sin ningún laboreo de preparación.

Las condiciones húmedas del rastrojo parecen establecer un microclima adecuado para el desarrollo de estas forrajeras.

La siembra convencional de pasturas en esos suelos de mal drenaje obliga a una preparación de la semenera con muchas operaciones de rastreado y nivelación, lo que la hace muy costosa. Por otra parte, el suelo debería permanecer un año como rastrojo improductivo o en preparación, lo que disminuye su productividad atrasando un año su reingreso a la producción de arroz al atrasar el ciclo de rotación.

Si bien la nueva técnica implica el empleo de buenos drenajes y nivelación en el cultivo de arroz previo, éstos se hacen necesarios para un eficiente manejo del agua en el cultivo y lograr altos potenciales de producción. Esta técnica no sólo permite reducir el laboreo total sino que presenta las siguientes ventajas respecto a la siembra tradicional (Carlos Más, com.pers.):

- Adelanta un año la rotación.
- Se aprovecha la residualidad de la fertilización fosfatada al arroz.
- Mejora el control de malezas, especialmente *Cynodon*.
- Permite tener un período más amplio de siembra por la protección que ejerce la paja del rastrojo.
- Mejora la implantación no sólo de leguminosas sino también de gramíneas perennes en cobertura.

2. CULTIVOS EXTENSIVOS.

a. Cultivos de verano en doble cultivo.

La realización de dos cultivos en el mismo año agrícola es un sistema de producción muy extendido en toda la zona agrícola del litoral-sur; se siembra así, en los rastrojos principalmente de trigo y cebada, cultivos de verano como girasol y maíz, denominándose a éstos "cultivos de segunda".

Dado que los rastrojos densos presentan un suelo no compactado y malezas poco desarrolladas, es posible una mínima preparación con rastra de discos pesadas o rastra excéntricas, las que muchas veces tienen integrado un cajón sembrador que permite efectuar la siembra en una sola operación y sin arriesgar pérdidas de humedad del suelo, que en esa época del año pueden ser críticas. Sin embargo, debido a que la cosecha de los cereales de invierno, en la mayoría de los casos se realiza sin picado de la paja, la quema de los rastrojos es comúnmente empleada para evitar los atascamientos en la preparación del suelo, y en alguna medida controlar malezas, aunque se incrementan las pérdidas de humedad y el riesgo de erosión.

Los potenciales de producción con la tecnología actualmente empleada en este tipo de siembras son bajos, ya que no sólo la época de siembra es tardía, sino que si se observa el balance hídrico promedio para estos suelos se evidencia que en las siembras de segunda, por ser tardías, existe una alta probabilidad de déficits hídricos a lo largo de todo su ciclo de crecimiento (Figura 2) (5).

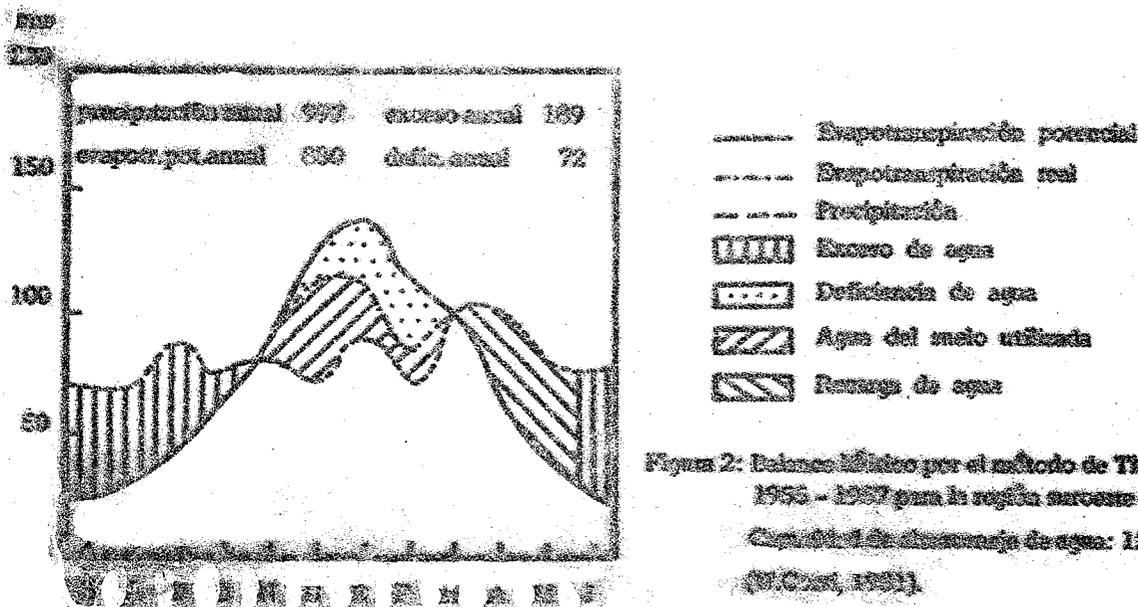


Figura 2: Balance hídrico por el método de Thornthwaite-Mather 1953 - 1957 para la región suroriental de Uruguay.

Capacidad de almacenamiento de agua: 125 milímetros.

(M.C. Cast, 1961).

El empleo de esta técnica por el productor se justifica por el bajo costo de implantación, donde los insumos son solamente la semilla y el combustible necesarios para la operación de una rastra.

En estas condiciones de producción el girasol es el cultivo que más se siembra ya que en términos relativos a los otros cultivos de verano, tiene bajos costos de semilla, buena tolerancia a déficits hídricos y bajas mermas de rendimiento por competencia de malezas.

En el Cuadro 1, puede observarse que aproximadamente un 30 o/o del área del cultivo es sembrada en rastros de invierno y que la superficie de siembra varía menos que las siembras en época (DIEA: Fernando Vila, com.pers.)(10).

Si bien en general los rendimientos son bajos por la tecnología empleada, el buen comportamiento de este cultivo en siembras tardías se evidencia en que rinde en promedio un 80 o/o del rendimiento en época normal. Es así que, cultivos con mayores costos de producción, como la soja, que requeriría mayores inversiones en semillas y control de plagas, prácticamente no son empleados en este tipo de siembras de alto riesgo.

Existe un claro contraste en el control de malezas en siembras convencionales en época normal donde el empleo de herbicidas pre-emergentes es mucho mayor que en las siembras de segunda donde el control de malezas se realiza exclusivamente en forma mecánica.

La siembra directa ofrecería en la situación del doble cultivo una serie importante de ventajas que podrían incrementar los potenciales de producción y justificar el empleo de una tecnología más sofisticada en cuanto a equipos agrícolas y control químico de malezas. Sin embargo, prácticamente ningún productor ha empleado este tipo de siembras por lo que sólo a nivel experimental en los últimos años se cuenta con registros de su productividad.

Cuadro 1: Área sembrada y producción de girasol de primera y segunda.

| COSECHA | AREA DE SIEMBRA (HA) | | | RENDIMIENTO (KG) | | |
|----------|------------------------|---------|-------|--------------------|---------|--------|
| | PRIMERA | SEGUNDA | o/o | PRIMERA | SEGUNDA | o/o |
| 1966 | 149.243 | 12.281 | (8) | 630 | 469 | (74) |
| 1970 | 106.273 | 17.624 | (17) | 453 | 224 | (49) |
| 1975 | 68.519 | 35.613 | (52) | 528 | 429 | (81) |
| 1976 | 105.168 | 35.613 | (29) | 609 | 420 | (68) |
| 1977 | 71.025 | 31.317 | (44) | 373 | 205 | (55) |
| 1978 | 113.905 | 28.121 | (25) | 505 | 501 | (99) |
| 1979 | 108.099 | 21.128 | (20) | 400 | 378 | (94) |
| 1981 | 37.847 | 21.104 | (56) | 720 | 839 | (116) |
| PROMEDIO | 95.010 | 24.846 | (31) | 527 | 433 | (80) |

La variabilidad del régimen de lluvias estival es el factor más importante en el riesgo de producción para las siembras tardías de cultivos de verano. Resultan particularmente críticas las lluvias del mes de diciembre pues determinan la disponibilidad de agua en superficie para la germinación. Este riesgo puede ser valorado a través del coeficiente de variación (40 o/o) y la media de lluvias de diciembre (84 mm.). En la Figura 3, se observa que casi tres años de cada cinco llueve menos que el promedio por lo que las lluvias en este mes no sólo son muy variables sino con una distribución sesgada hacia valores inferiores a la media. (Corsi, W., Com.pers.).

Esta información avala la importancia que pueden tener métodos de siembra que aseguren la conservación de agua para la germinación.

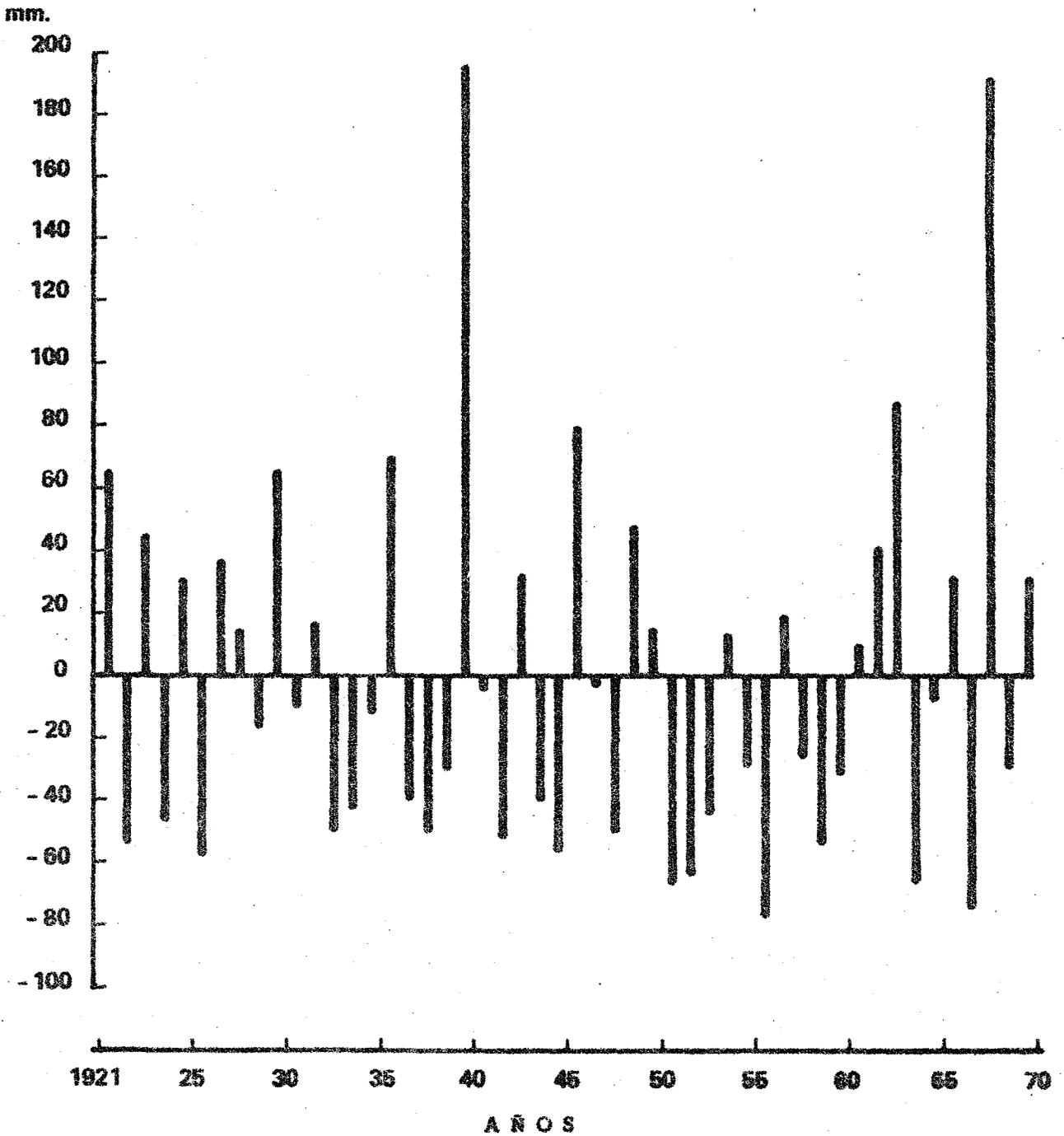


Figura 3: Lluvia media mensual (84 mm.) y variación (coef.var.= 70) para el mes de diciembre, en la Estación Experimental La Estanzuela.

b. Perspectivas de la labranza reducida en cultivos de verano.

En una economía prácticamente todos los insumos agrícolas importados, y por consiguiente de alto costo, cuando los potenciales de producción no son altos, o la tecnología ofrecida no es segura, resultará muy difícil su adopción por los productores; tal es el caso de la siembra directa de cultivos de verano basada en el empleo de herbicidas. Hasta el presente no se dispone de alternativas de control económicas y seguras en un rango relativamente amplio de situaciones, por lo tanto se entiende que aún habrá que avanzar experimentalmente para lograr una tecnología que reúna esos requisitos.

La siembra directa de cultivos de verano debe enfrentar, si pretende ser viable en gran escala, la presencia generalizada de una gramínea perenne como es el *Cynodon dactylon*, cuyo control químico y mecánico hasta el presente ha resultado muy difícil. En efecto, aún a nivel experimental los fracasos en el logro de rendimientos aceptables mediante siembra directa han estado prácticamente siempre asociados a niveles de infestación de *Cynodon* altos. Sin embargo, el control químico, a costos razonables, de esta especie o de otras gramíneas perennes, tales como el sorgo de alepo, si bien constituyen una seria dificultad no parece muy lejano dada la aparición de varios productos post emergentes que a nivel experimental muestran resultados muy promisorios. Si se considera que hasta ahora el control de esta especie se basa principalmente en laboreos de verano, para la desecación de estolones y que en la mayoría de los casos sólo se logra un control parcial, la disponibilidad de herbicidas con las características señaladas puede no solo hacer viable la siembra directa de cultivos de verano, sino constituirse en si misma en una tecnología que permite reducir drásticamente estas malezas perennes en las chacras.

Los suelos de la región noreste del país presentan un balance hídrico estival mejor que en la región litoral sur que explica los altos rendimientos potenciales en cultivos de verano en esa zona donde existe una agricultura en expansión. (Figura 4) (5).

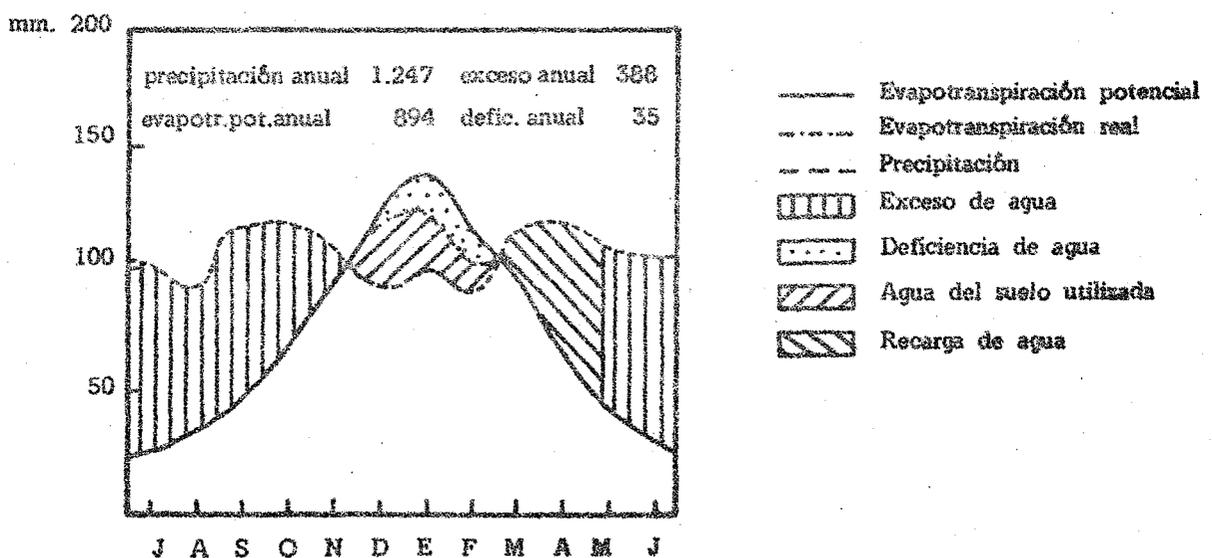


Figura 4: Balance hídrico por el método de Thornthwaite - Mather 1955 - 1957 para la región centro norte de Uruguay. Capacidad de almacenaje de agua: 125 milímetros. (W. Corsi, 1981).

Se resumen a continuación algunas características de la región noreste que definen perspectivas promisorias para la siembra directa de cultivos de verano sobre rastrojos de cultivos de invierno.

- Esta región presenta un alto porcentaje de suelos arenosos donde naturalmente la siembra directa es de más fácil implementación y viabilidad.
- Dominan los suelos profundos con bajo grado de diferenciación, lo que aunado a un régimen hídrico de aproximadamente 1300 mm. de lluvia al año, definen un balance hídrico con bajas probabilidades de déficit en verano.
- La madurez de los cultivos de invierno se alcanza casi 15 días antes que en la región sur, por lo que se puede lograr una siembra más temprana de los cultivos de segunda.
- Los suelos de texturas arenosas dominantes en el área presentan riesgos de erosión altos con laboreo convencional no sólo por su textura sino por tener pendientes del orden del 6 al 12 o/o.
- Existe un porcentaje importante de suelos de elevada fertilidad (brunsoles y vertisoles) que prácticamente no han tenido uso agrícola. Son suelos con buena aptitud para cultivos de invierno y por lo tanto resultaría fácil implementar la siembra directa de cultivos de verano en esos rastrojos.

Si bien dentro del país por condiciones climáticas la región puede ser considerada marginal para la producción de trigo o cebada, una vez superadas algunas limitantes entre las que se destaca la disponibilidad de variedades aptas localmente, sobre todo de buen comportamiento en suelos arenosos con aluminio intercambiable, podrá entonces pensarse en un esquema productivo basado en doble cultivo, donde los cultivos de verano podrían ser establecidos mediante siembra directa en los rastrojos de invierno. Por otra parte, el desarrollo de tecnología para cultivos invernales permitirá utilizar con más eficiencia la infraestructura agrícola actualmente en expansión con cultivos de verano.

Los suelos arenosos presentan déficits invernales de forraje, por lo tanto en establecimientos agrícola-ganaderos podría ser viable un doble cultivo con siembra de verdes invernales de centeno y raigrás, y cultivos de verano sembrados en época sobre los mismos.

Con el esquema de rotación actual no existen prácticamente los cultivos de invierno, la situación más favorable para la siembra directa de soja o con laboreo reducido la constituyeron los rastrojos de soja de primer año pues en esos suelos arenosos prosperan poco las especies de invierno y en la primavera aún el rastrojo normalmente se encuentra limpio.

c. Cultivos de Invierno.

El área de cultivos de invierno prácticamente toda es sembrada con un laboreo convencional donde quizás el avance más importante de los últimos años ha sido la introducción del arado a cincel que en algunas situaciones incrementa la eficiencia del laboreo en relación a arados de reja o disco.

Un régimen de lluvias otoño-invernal relativamente alto asociado a suelos con un drenaje imperfecto, establece en la región agrícola del oeste del país un bajo número de días aptos para el laboreo y siembra de cultivos de invierno donde Gonnert (11) estimó que el balance hídrico de un suelo promedio, en la primera quincena de julio es de sólo 5 días, y es precisamente esa época la mejor para la siembra de trigo (Figura 5). Este fenómeno tiene dos consecuencias importantes. En primer lugar, atrasos en la fecha de siembra que determinan mermas importantes de producción tal cual puede observarse en los registros de esta variable efectuados en chacras (15) donde se estiman reducciones de rendimiento de un 29 o/o en promedio de las siembras tardías respecto a las realizadas en época normal. En segundo término la necesidad de efectuar las operaciones de laboreo y siembra en un tiempo restringido obliga a un sobredimensionamiento del equipo agrícola.

La siembra directa de cultivos de invierno no sólo no se realiza comercialmente sino que salvo un experimento exploratorio no existe ninguna información experimental. El alto costo del equipo adecuado para la siembra directa de cereales de invierno y la ausencia de una evaluación y ajuste local de esta técnica, han desestimulado su adopción.

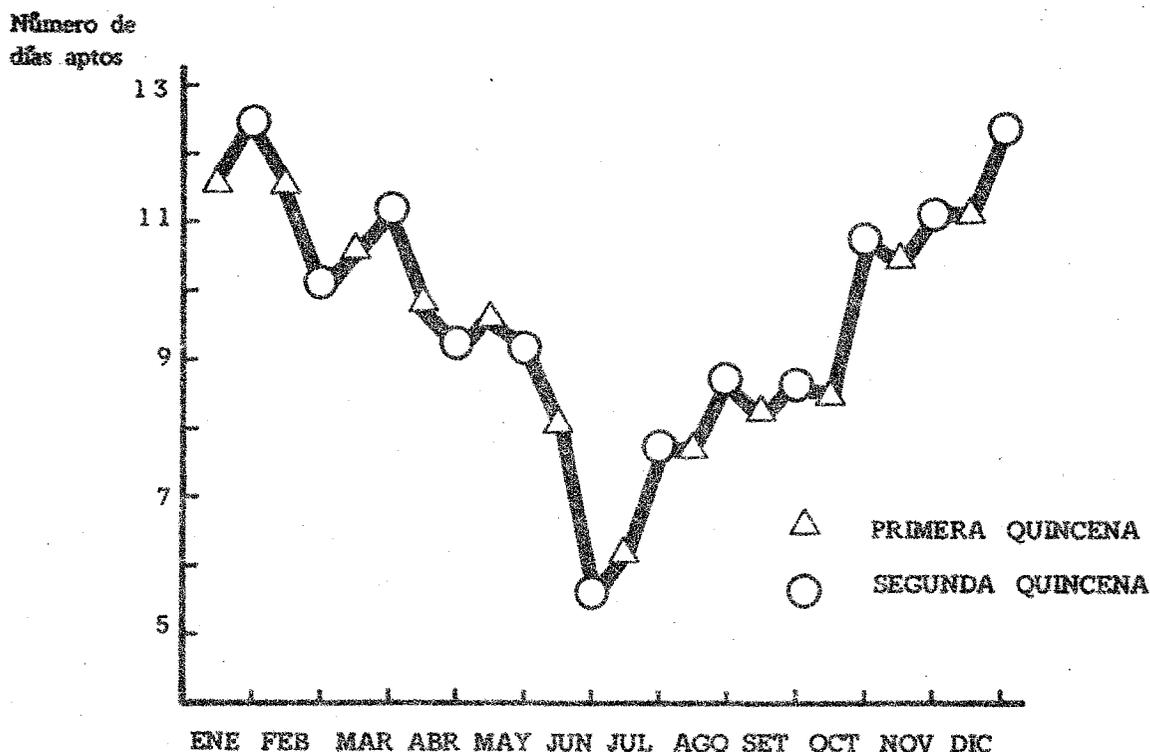


Figura 5: Promedios quincenales de días aptos para laboreo. La Estanzuela, 1927 - 1976.

3. EROSION.

No existe una cuantificación de la reducción de las pérdidas de suelo en la región agrícola que pueden ser logradas mediante la siembra directa en relación al laboreo convencional para las condiciones locales de suelos dominantes, pendientes de los mismos, régimen de lluvias, etc. Sin embargo, es natural esperar que la erosión en esa condición de siembra sea tan baja que la estabilidad productiva en el largo plazo sea muy superior a la convencional permitiendo la incorporación a la producción agrícola de áreas que actualmente pueden ser consideradas marginales no sólo por la degradación que presentan por muchos años de agricultura, sino otras que principalmente por sus altas pendientes actualmente no son consideradas de buen uso agrícola. El área de suelos arenosos de las unidades de Algorta, Sacacá, Chapicry, Rivera, Tacuarembó, quizás puedan ser las más beneficiadas con este tipo de técnicas de siembra, ya que por sus altas pendientes y texturas arenosas son de alto riesgo de erosión, con agricultura extensiva y convencional, tienen un uso productivo limitado a pocos años. Por otra parte sus condiciones de textura y buen drenaje hacen presumir un buen comportamiento de la implantación con siembra directa.

No menos importante puede resultar en la región agrícola del suroeste la implementación de métodos de siembra directa para los cultivos extensivos, ya que allí las pérdidas de suelo por erosión hídrica son graves y generalizadas, y por consiguiente podrían constituir un método de agricultura estable y viable en el largo plazo.

Analizando las perspectivas que la siembra directa puede tener en un futuro más o menos cercano, parece probable que esta tecnología comience a ser adoptada en aquellos establecimientos agrícolas más desarrollados donde la agricultura convencional es realizada con buen control de malezas, y rotaciones adecuadas y por lo tanto los rastros donde se realice presentan espectro de pocas malezas pudiendo seleccionarse los herbicidas para un control total. Por otra parte, es lógico pensar que sólo agricultores desarrollados técnicamente podrán adoptar técnicas que requieren conocimientos avanzados en control de malezas, equipos, etc.

II. INVESTIGACION EN LABRANZA REDUCIDA EN URUGUAY

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 glyphosato 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 2) 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 2: 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.

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 rastreado 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 rastrojos 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 3, 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 ϕ) como porcentaje del máximo rendimiento sin déficit (ϕ) 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 3: 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/há (α) | 5847 | 1200 | 7075 | 1995 | 2689 | 780 |
| Coefficiente de regresión lineal (ϕ) | - 19,29x | - 4,54xx | - 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 4, Ana M. Berretta, com. pers.).

Cuadro 4: 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-oeste (Cuadro 5, F. Mandl, com. pers.) respecto a lo que sucede en el noreste (Cuadro 6) (1, 2), ya que en esta última región aparecen rendimientos superiores en todas las épocas.

Cuadro 5: 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 | 2531 | 2836 | 1810 |
| 1973 | 1784 | 1715 | |
| 1974 | 2020 | 2229 | 1417 |
| 1975 | 2850 | 3189 | |
| 1976 | 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 6: 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 interactuar con el método de laboreo.

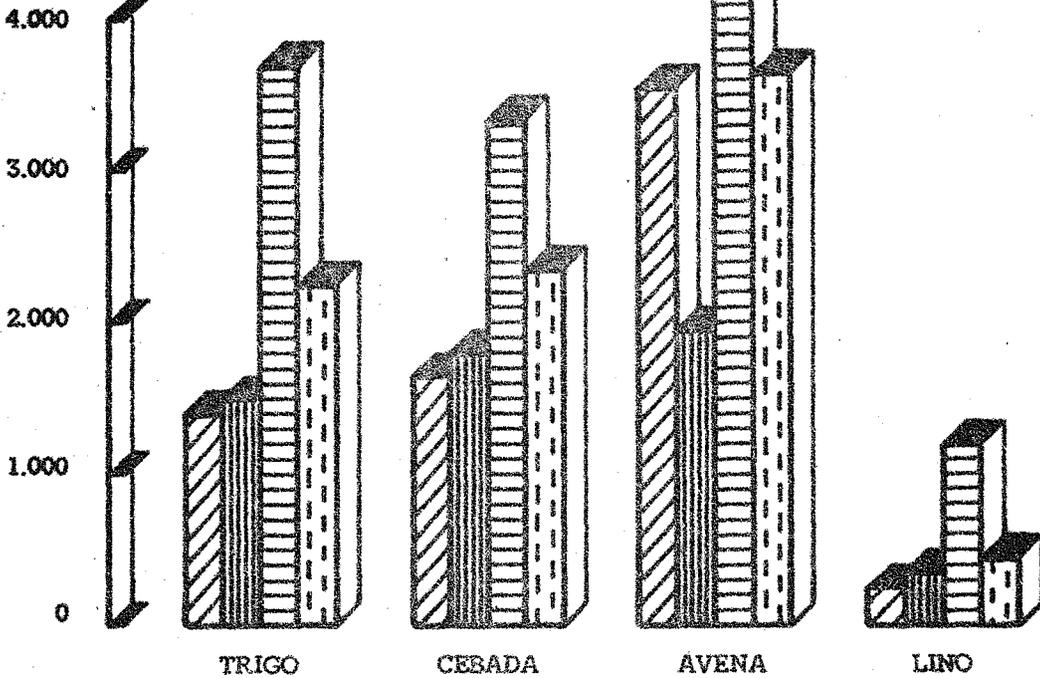
Los resultados de un experimento que estudió esas variables mostraron efectos sumamente importantes del tipo de rastrojo sobre los rendimientos del cultivo de verano (3). Los rastrojos de lino tuvieron un alto grado de enmalezamiento y menor humedad a la siembra, mientras que la avena por el contrario 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 6.

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/há



(b) GIRASOL

GRANO kg/há

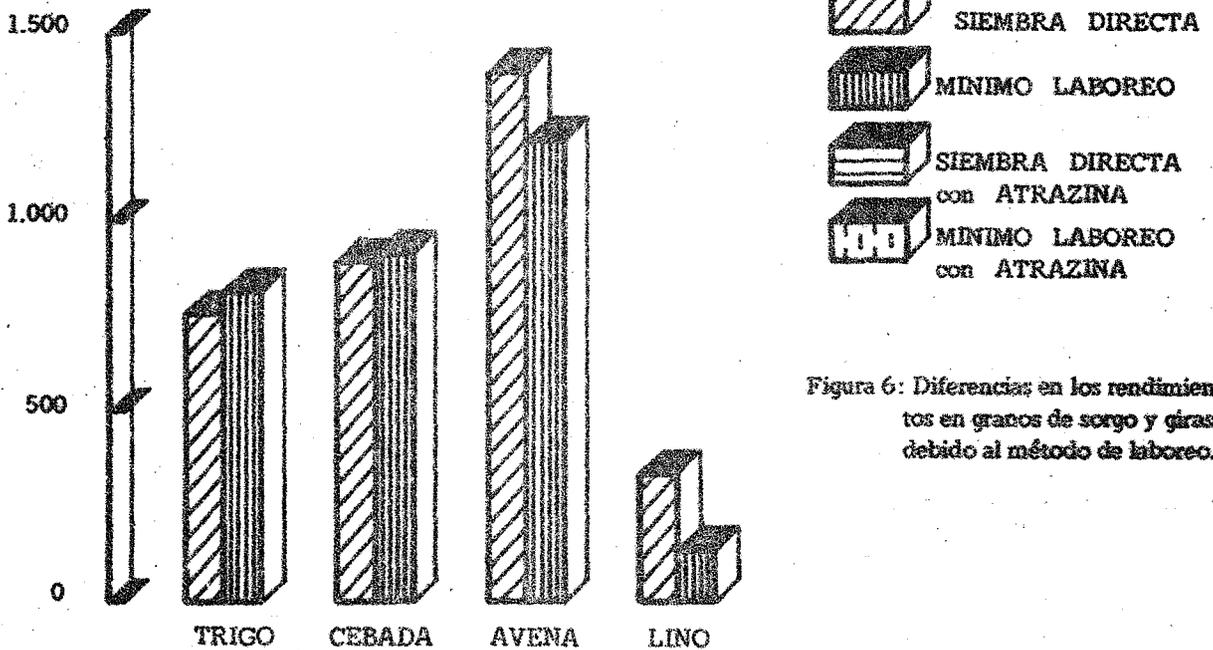


Figura 6: Diferencias en los rendimientos en granos de sorgo y girasol debido al método de laboreo.

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 7.

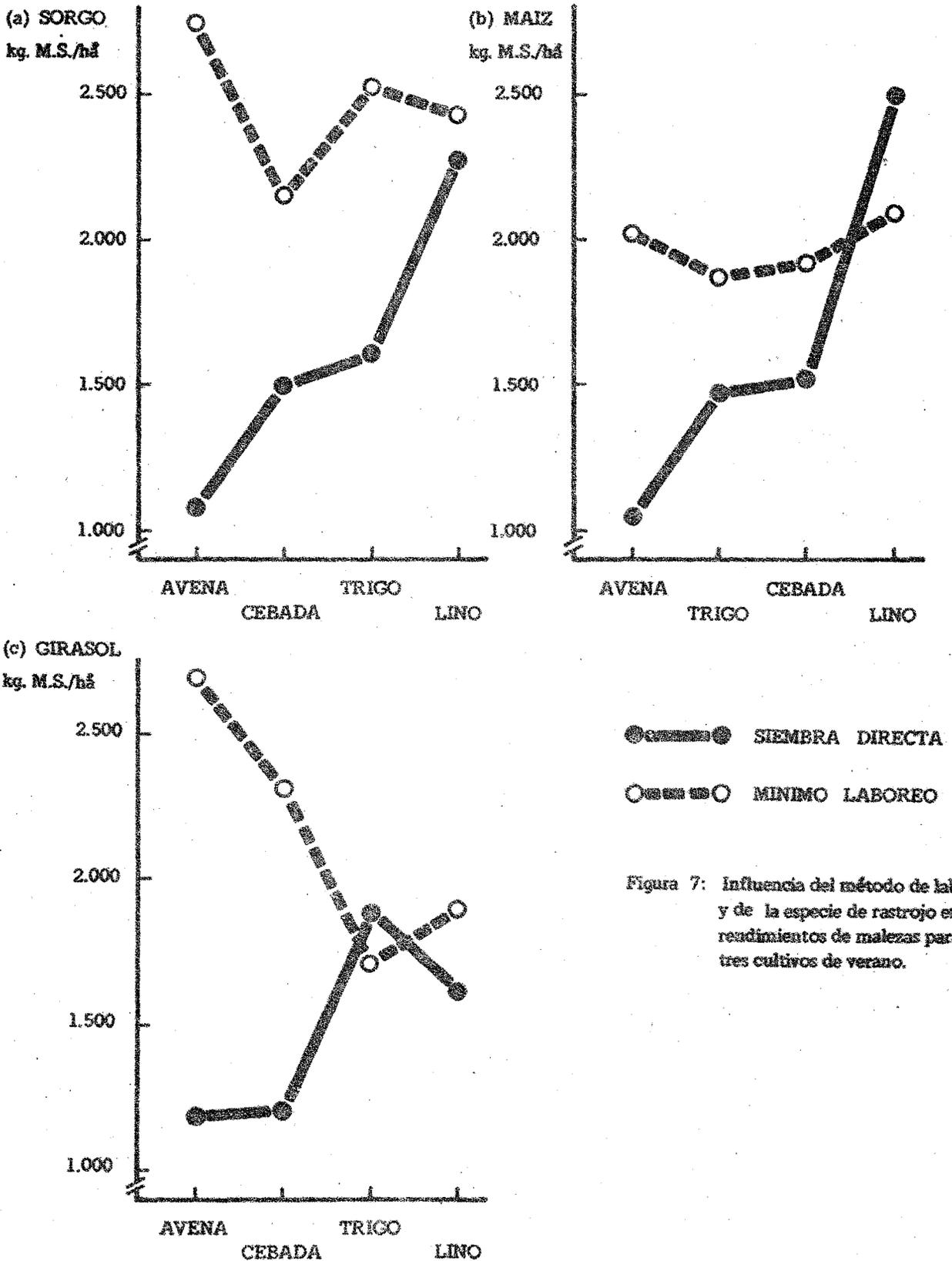


Figura 7: Influencia del método de laboreo y de la especie de rastreo en los rendimientos de malezas para los tres cultivos de verano.

El rastrojo 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 rastrojo 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 rastrojos 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 glyphosato y en dosis elevadas ha mostrado resultados consistentes aunque lejos de ser económicos.

Sólo en situaciones de rastrojos muy limpios y sin presencia de *Cynodon* se obtuvieron resultados promisorios con aplicación de Paraquat con preemergentes. (Cuadro 7) (14).

Cuadro 7: Efecto de tratamientos al rastrojo 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 carpadores 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 presenten bajo costo.

2. CULTIVOS DE INVIERNO.

La carencia de equipo de siembra adecuado para la implantación directa de cereales de invierno no ha permitido 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 evitará las dificultades de preparación del suelo en suelos pesados el secado superficial será 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 gramicidas 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. ANCHERI, 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. Sta. Jornada Nacional de Trigo. FUCREA/EELE. 1981.

EFECTO RESIDUAL DE RASTROJOS DE INVIERNO SOBRE CULTIVOS DE VERANO SEMBRADOS CON MINIMO Y CERO LABOREO.

ALFREDO D. MAGRINI

CARLOS ANCHIERI

ROBERTO M. DIAZ

INTRODUCCION

En el país, la realización de dos cultivos al año sobre el mismo suelo es un sistema de producción muy extendido en toda la zona agrícola; se siembra así, en los rastrojos de cultivos de invierno (principalmente en trigo y cebada), cultivos de verano como girasol y maíz, denominándose a éstos "cultivos de segunda".

Algunas de las ventajas de la aplicación de la siembra directa en la implantación del cultivo de segunda provienen de la reducción del período entre la cosecha y la siembra, al eliminar operaciones de laboreo.

De esta manera permite ganar tiempo en el desarrollo del cultivo y la posibilidad de aumentar la superficie de siembra.

Por otra parte la siembra directa mantiene un 80 a 90 o/o del área del suelo cubierta de rastrojo, con lo cual la evaporación es menor que si el suelo fuera totalmente removido. Así, la humedad disponible es mayor para la germinación de la semilla y el desarrollo precoz de las plántulas. 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 con las malezas. Es así que los rastrojos pueden presentar diferencias en el contenido de humedad, efectos fitotóxicos, porcentaje de malezas y relación C/N, los que afectarían el comportamiento del cultivo de segunda.

Debido a que la práctica del cultivo de segunda se realiza principalmente en la zona litoral-este, sobre suelos pesados, con un grado de enmalezamiento alto, de fácil encostramiento, permeabilidad media (menor profundidad), ha sido de interés observar la factibilidad de esta técnica de laboreo sobre este tipo de suelos y el grado en que la misma expresa sus ventajas.

En virtud de lo cual se estudió el efecto residual de cuatro rastrojos en las propiedades físicas del suelo, en el control de malezas y en la instalación y rendimiento de los cultivos de segunda, implantados con laboreo reducido y siembra directa.

II. RESULTADOS Y DISCUSION.

A. PROPIEDADES FISICAS.

El efecto inmediato del laboreo en un suelo es una fuerte desagregación que disminuye su densidad aparente y aumenta su penetrabilidad en relación al suelo imperturbado (4). Sin embargo a medida que pasa el tiempo estas relaciones pueden revertirse y en suelos con tendencia al encostramiento por altos tenores de limo y bajo contenido de materia orgánica el suelo no laboreado puede tener una penetrabilidad mayor y densidad aparente menor que el suelo bajo laboreo(1, 5).

Las evaluaciones de penetrabilidad y densidad aparente efectuadas en los distintos rastros de este experimento indican que el laboreo con rastra excéntrica dejó un suelo donde el número de golpes necesario para penetrar el calador fue de aproximadamente la mitad que en la siembra directa mientras que en esta última la densidad aparente fue un 11,5% mayor (Figura 1 y 2).

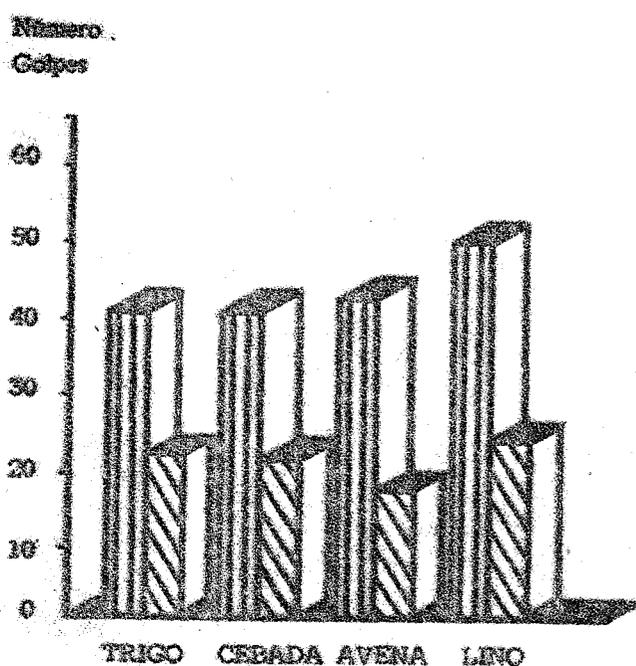


Figura 1: Penetrabilidad del suelo en los primeros 10 cm. de profundidad para los tratamientos de laboreo y de rastros.

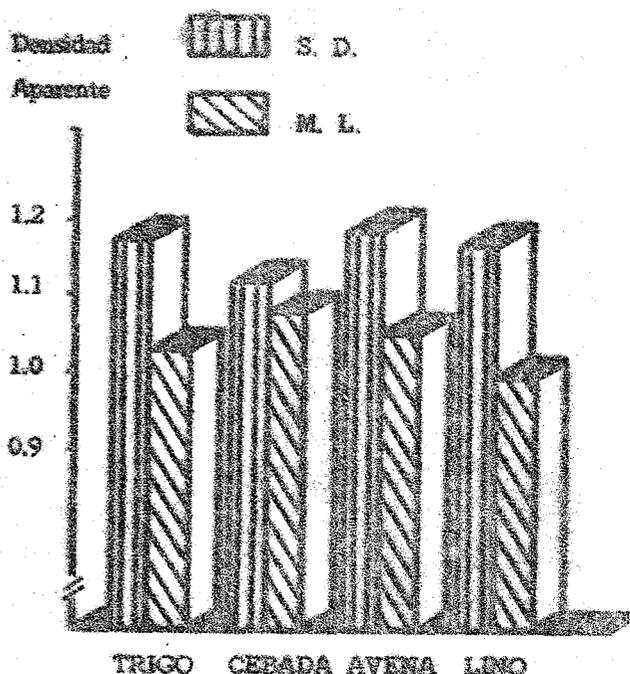


Figura 2: Densidad aparente del suelo en los primeros 10 cm. de profundidad para los tratamientos de laboreo y de rastros.

Los rastros no difirieron entre sí en ambas propiedades físicas. Sin embargo, el rastro de lino se ve favorecido por el tratamiento de disco, logrando la mejor condición de densidad aparente.

B. HUMEDAD.

La reducción del laboreo permite minimizar las pérdidas de agua por evaporación al disminuir el número de labores, y favorecer su acumulación en el perfil disminuyendo el escurrimiento (4), y aumentando la infiltración por los restos vegetales acumulados en superficie (5).

El suelo bajo siembra directa no expresó consistentemente la posible ventaja de mantener una mayor humedad que el mínimo laboreo (Figura 3), presumiblemente porque entre la siembra y el muestreo se registraron 98 mm de lluvia. Sin embargo sí existieron diferencias en contenido de humedad entre los rastros de los cultivos de invierno que quizás se originen en el momento en que los distintos cultivos dejan de tener crecimiento activo, así como diferencias en la población de malezas, factores que aumentan la tasa de transpiración. Es así, que el lino con su madurez muy tardía y elevado porcentaje de malezas presenta los menores contenidos de humedad, mientras la avena con su madurez temprana y alta competencia sobre las malezas, los máximos valores.

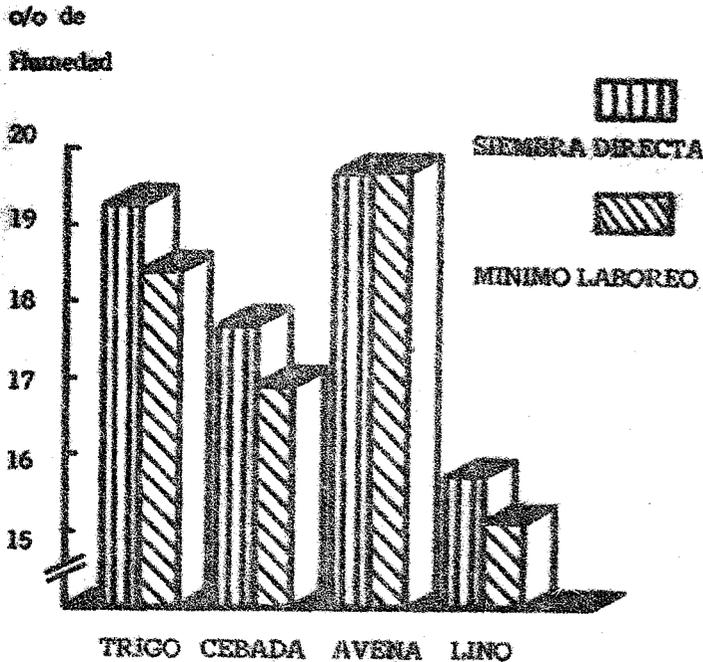


Figura 3: Porcentaje de humedad del suelo en los primeros 10 cm de profundidad para los tratamientos de laboreo y de rastrojos.

C. CONTROL DE MALEZAS.

C. 1. Métodos de Laboreo y Rastrojos.

La aplicación de herbicidas pre-siembra como sustitución del control mecánico que el laboreo hace de las especies presentes en el momento de la siembra, se traduce en una de las prácticas más críticas para el éxito de la siembra directa de un cultivo.

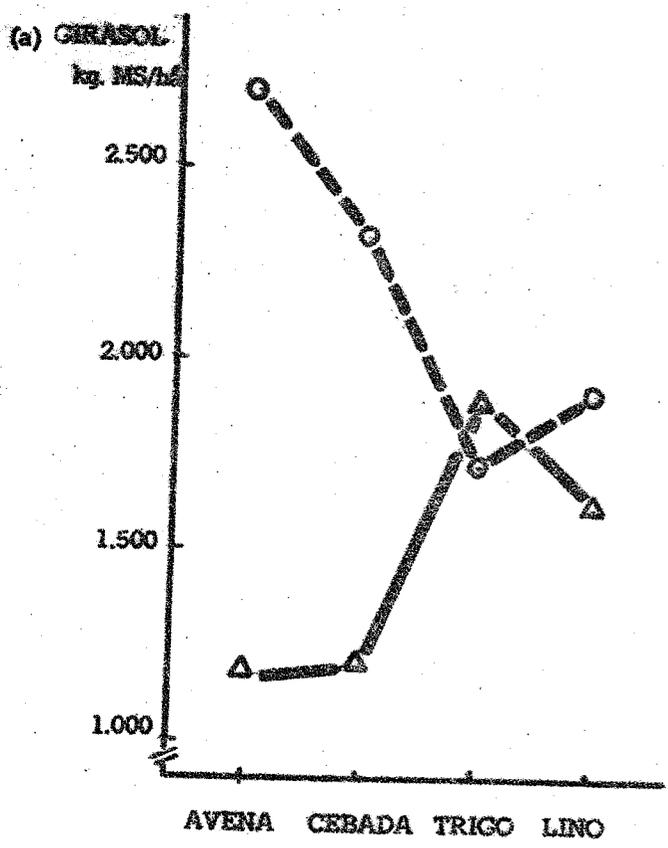
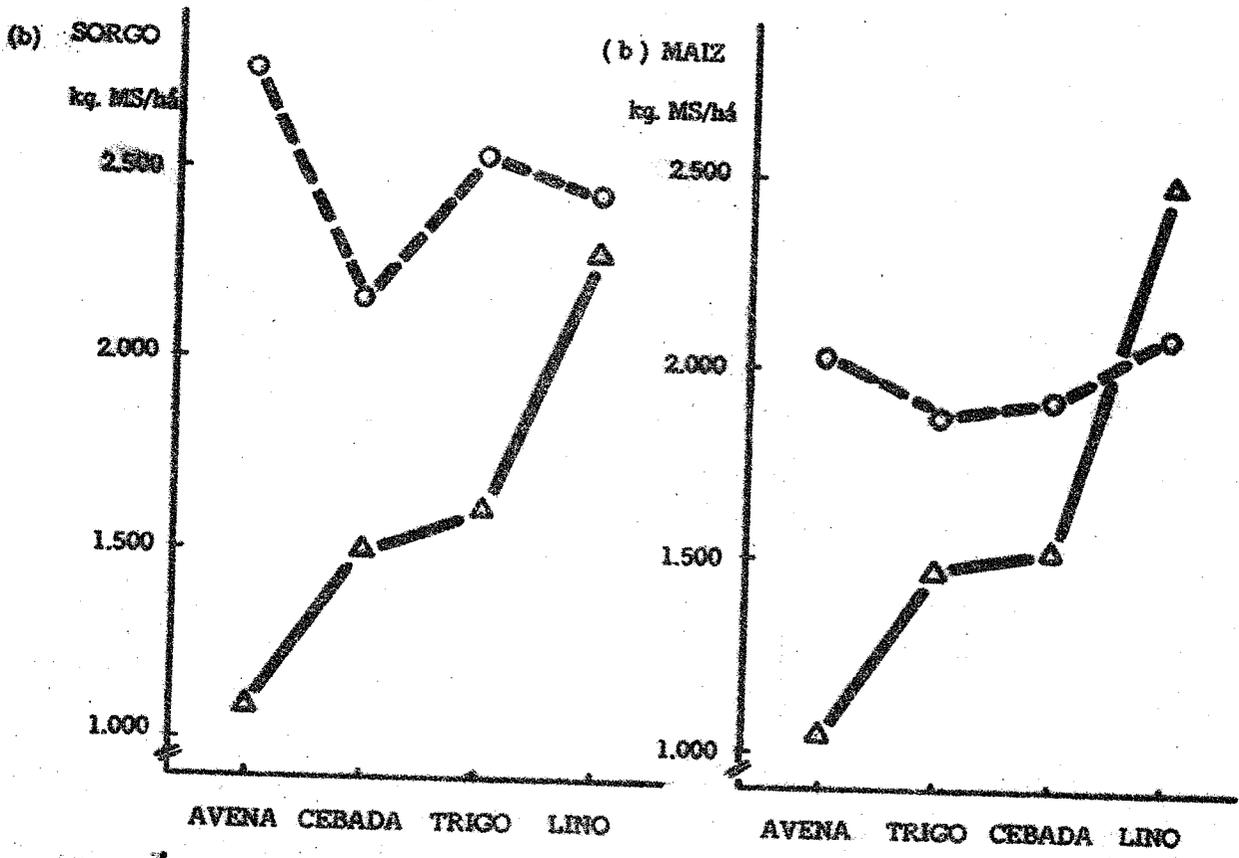
Se han evaluado muchos herbicidas y mezclas en el control de malezas en pre-emergencia y en general se coincide en que el tipo y la población de malezas son las principales condicionantes del control. Herbicidas de contacto como el paraquat se adecuan principalmente para el control de especies anuales sin meristemas de reserva. Con el advenimiento de los herbicidas sistémicos no selectivos la siembra directa ha incrementado su difusión debido a la obtención de un mejor control de las malezas perennes (2, 8, 9).

Los herbicidas pre-emergentes evaluados fueron glyphosato y paraquat. Este último se aplicó como "tester" solamente en un bloque.

Se evaluaron también aplicaciones post-emergentes de atrazina (3 lt/ha) en los cultivos de sorgo y maíz.

En general, en los tres cultivos el contenido de malezas fue menor en siembra directa que en mínimo laboreo manifestándose una interacción entre los rastrojos y los laboreos (Figuras 4 a, b y c). El componente más importante de esta interacción es seguramente el comportamiento de las malezas en el rastrojo de avena, el cual en siembra directa presentó el menor enmalezamiento, ya que posiblemente por el alto rendimiento en materia seca de la avena se haya deprimido la cantidad de malezas pero al efectuarse el laboreo con excéntrica pasó a ser el rastrojo más enmalezado pues permitió la germinación de malezas que no estaban presentes, y por consiguiente en la siembra directa se observó una mayor incidencia de *Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa crusgalli* que en el mínimo laboreo.

El lino fue el rastrojo más enmalezado sin diferencias entre los dos métodos de laboreo. El gran desarrollo de las malezas presumiblemente se deba a una mayor mineralización de nitrógeno de los residuos de avena en relación a los de los otros rastrojos.



SIEMBRA DIRECTA Δ

MINIMO LABOREO \circ

Figura 4: influencia del método de laboreo y de la especie de rastrojo en los rendimientos de malezas para los tres cultivos de verano.

C. 2. Herbicidas pre-emergentes.

Si bien las diferencias entre los herbicidas pre-emergentes paraquat y glyfosato no puede ser testada estadísticamente pues simplemente se hizo un tratamiento en carácter de observación acumulándolo a uno de los bloques, puede considerarse que existió un efecto importante ya que en promedio los tratamientos con paraquat tuvieron 251 o/o más de malezas que aquellos con glyfosato. La especie perenne que manifestó más escape al control por paraquat fue sanguinaria Poligonum aviculare.

C. 3. Control en post-emergencia.

Cuando los cultivos de maíz y sorgo alcanzaron una altura de 15-20 cm se realizó una aplicación de atrazina tanto en los tratamientos de siembra directa como mínimo laboreo.

La atrazina tuvo un efecto similar en ambos cultivos (Figuras 5 a y b).

Las malezas a controlar por el tratamiento de post-emergencia en la siembra directa, serían principalmente aquellas que escaparon a los herbicidas de pre-emergencia, en cambio luego de un laboreo de preparación el control estaría dirigido a aquellas que germinaron luego de la remoción del suelo. Como estas últimas eran muy abundantes en cantidad y en especies, la aplicación de atrazina tuvo entonces un mayor efecto.

En cambio, cuando el tratamiento de pre-emergencia se realizó con paraquat, la siembra directa estuvo más enmalezada y el efecto de la atrazina fue el máximo.

D. EFECTO DE RASTROJOS Y LABOREOS SOBRE LOS RENDIMIENTOS.

En el sistema de doble cultivo, las características del rastrojo del cultivo de invierno tienen un máximo efecto sobre la implantación, desarrollo y rendimiento del cultivo de verano pues la siembra inmediata a la cosecha no da tiempo a la descomposición del rastrojo y es entonces que las diferencias en población de malezas, mineralización de nitrógeno, efectos fitotóxicos, disponibilidad de agua, etc., se expresan al máximo.

Las diferencias en ciclo de los cultivos y variedades de invierno, determinan la fecha de siembra del cultivo de verano. Es así que la cebada y avena alcanzan la madurez más temprano que el trigo y el lino por su ciclo más largo obligaría a siembras tardías (6).

En este tipo de secuencias de cultivos los efectos alelopáticos de los residuos en descomposición pueden provocar mermas importantes en la producción del cultivo allí sembrado. En los últimos años se han reportado efectos fitotóxicos de cultivos como cebada y trigo sobre la producción de maíz (3, 7).

D. 1. Girasol.

Aunque los rendimientos con siembra directa, son levemente superiores a los de mínimo laboreo esta diferencia no fue significativa.

Los rastrojos evaluados mostraron efectos importantes sobre el rendimiento. Fue así que los mayores rendimientos obtenidos se lograron sobre el rastrojo de avena, seguido en orden decreciente por el rastrojo de cebada, trigo y finalmente lino (Figura 6 a.).

Este último rastrojo tuvo características particulares, no sólo por los bajos rendimientos sino también por el efecto depresivo sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. Estas últimas se veían, ya desde muy temprano, con menor desarrollo, con colores amarillentos, y además las que pudieron fructificar lo hicieron a bajas estaturas y con capítulos muy pequeños. Este efecto, es analizado más adelante y se infiere que puede ser debido a sustancias fitotóxicas dejadas por el rastrojo, como así también por las numerosas plantas voluntarias que crecieron junto al cultivo. También fue un efecto notorio y con similares características para los otros dos cultivos de verano.

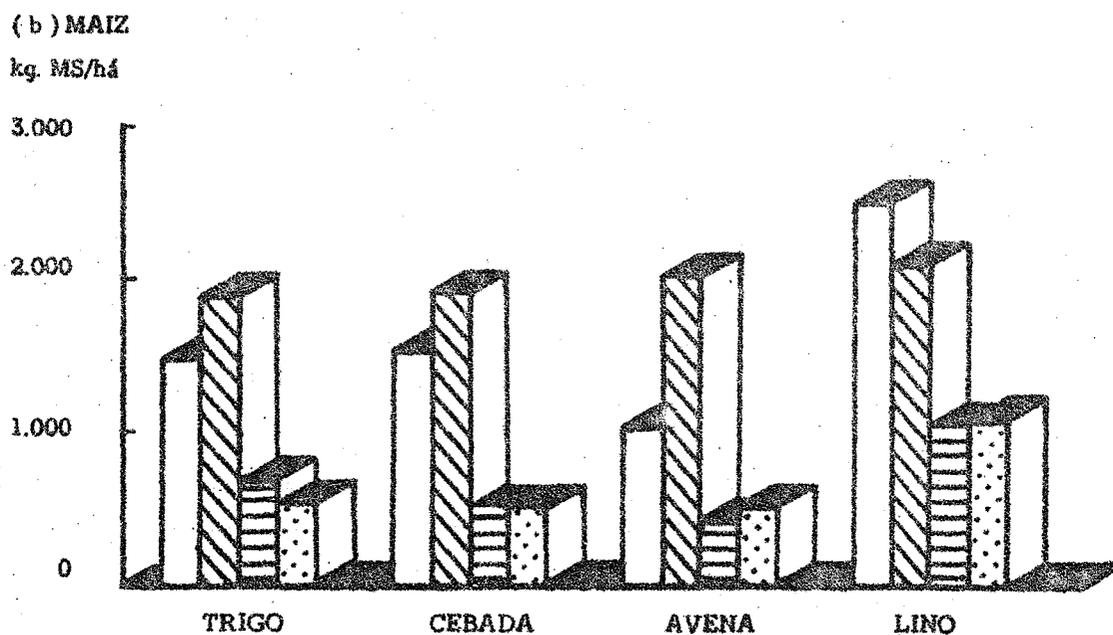
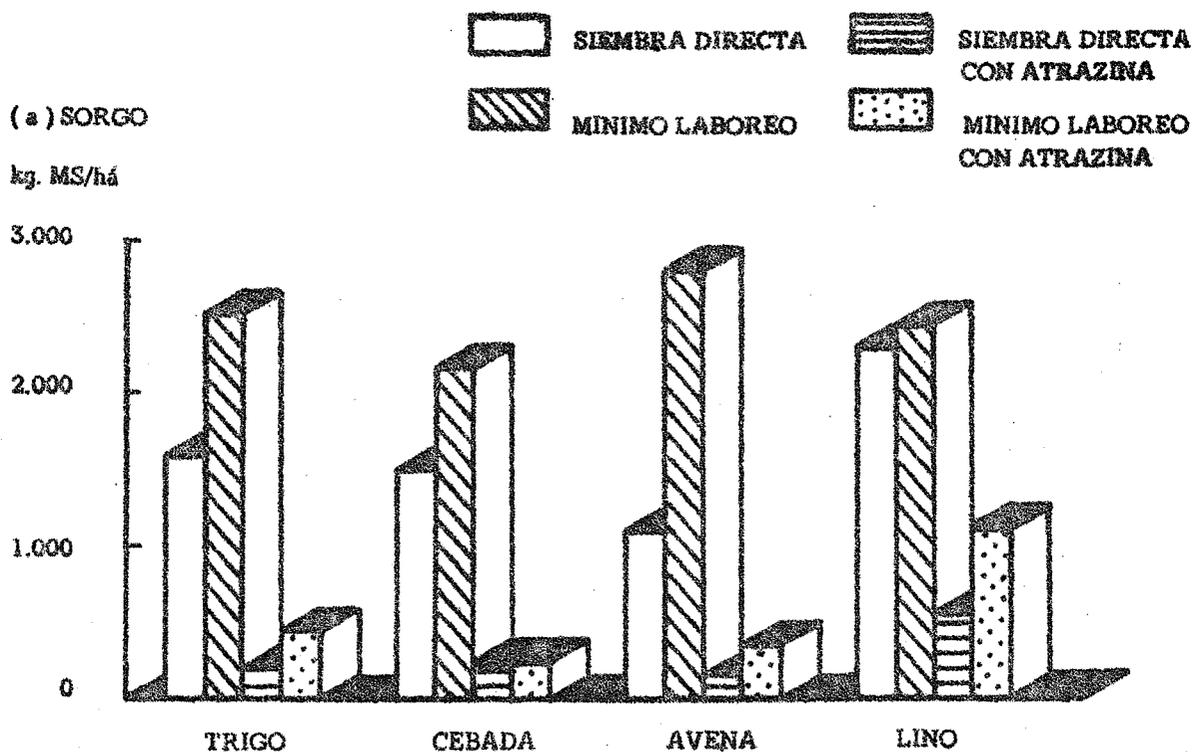


Figura 5: Control de malezas debido al método de laboreo, a la especie de rastrojo y al tratamiento post-emergente con Atrazina.

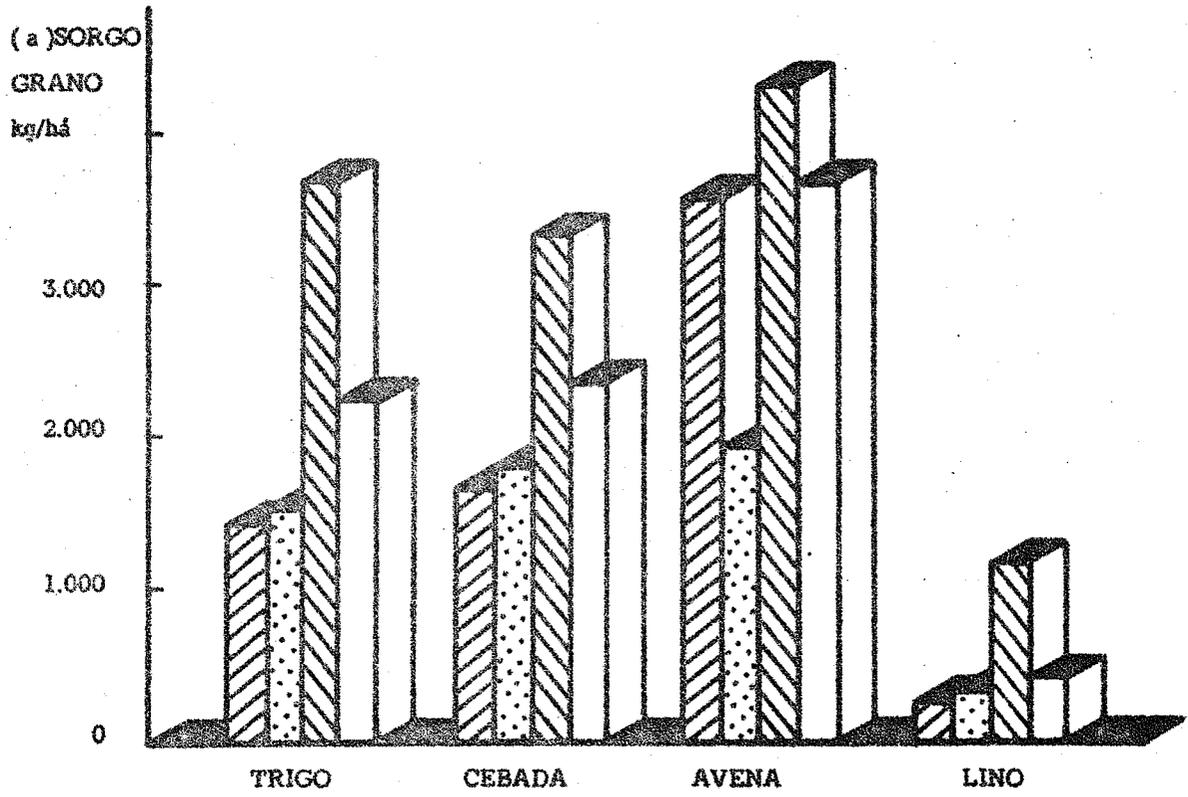
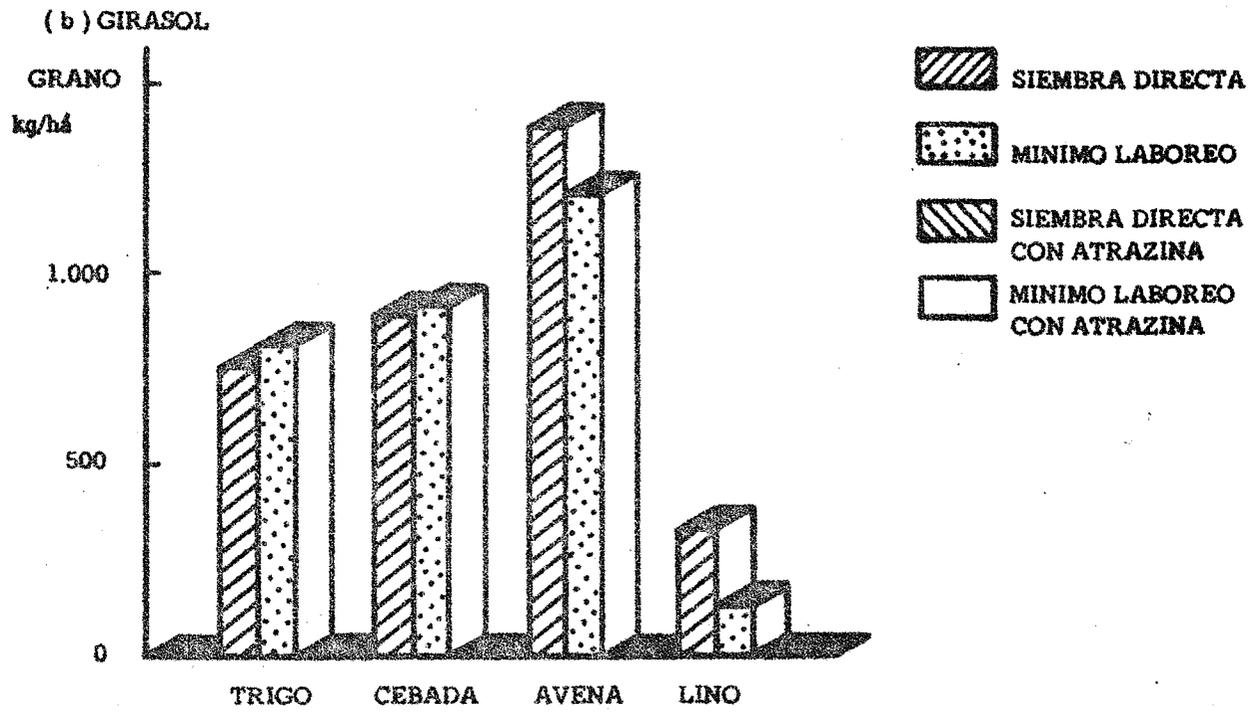


Figura 6: Diferencias en los rendimientos en granos de sorgo y girasol debido al método de laboreo.

D. 2. Sorgo.

Los rastrojos de los cultivos de invierno tuvieron un efecto importante sobre los rendimientos y al igual que para el girasol el orden fue: avena, cebada, trigo y lino (Figura 6 b.). Con respecto al método de laboreo, se observó una tendencia a mayores rendimientos con el método de siembra directa.

Se observó una interacción entre el rastrojo de avena y el tipo de laboreo; los rendimientos de sorgo disminuyeron notablemente cuando el rastrojo fue roturado. Esto se debería al aumento de la población de malezas posibilitado por el mínimo laboreo. Cuando se discutió la información sobre control de malezas, se observó también que el rastrojo de avena era el que más se enmalezaba al cambiar de siembra directa a mínimo laboreo, por lo cual este factor es el que se refleja ahora en la disminución de los rendimientos (Figura 4 a.).

Cuando este cultivo recibió el tratamiento de atrazina, los rendimientos promedio de grano se incrementaron en un 57 o/o para el mínimo laboreo, y en un 77 o/o para la siembra directa. A pesar de no haberse encontrado diferencias significativas entre los tratamientos de laboreo, la ventaja de 967 kg de grano para la labranza cero es considerable. Esta diferencia, que agrónomicamente es importante, no llega a ser estadísticamente significativa por el bajo número de repeticiones.

D. 3. Maíz.

De este cultivo sólo se analizarán los rendimientos de materia seca de plantas, ya que en varias parcelas los rendimientos de grano fueron nulos. No se pudo establecer con exactitud cuál puede haber sido la causa, ya que mostró un excelente desarrollo vegetativo. Existe la posibilidad de una muy alta población asociada a un déficit de nitrógeno y agua en la floración.

Para el cultivo de maíz, el mejor rastrojo sería nuevamente el de avena, seguido ahora por el de trigo, cebada y luego lino. Los análisis indican superioridad de avena con respecto a cebada y lino, y de trigo con respecto a lino (Figura 7).

Cuando el maíz fue tratado con atrazina, las diferencias entre rastrojos mantuvieron la misma tendencia anterior, pero de menor magnitud. El tratamiento de post-emergencia hizo aparecer una tendencia a mayores rendimientos con el método de siembra directa.

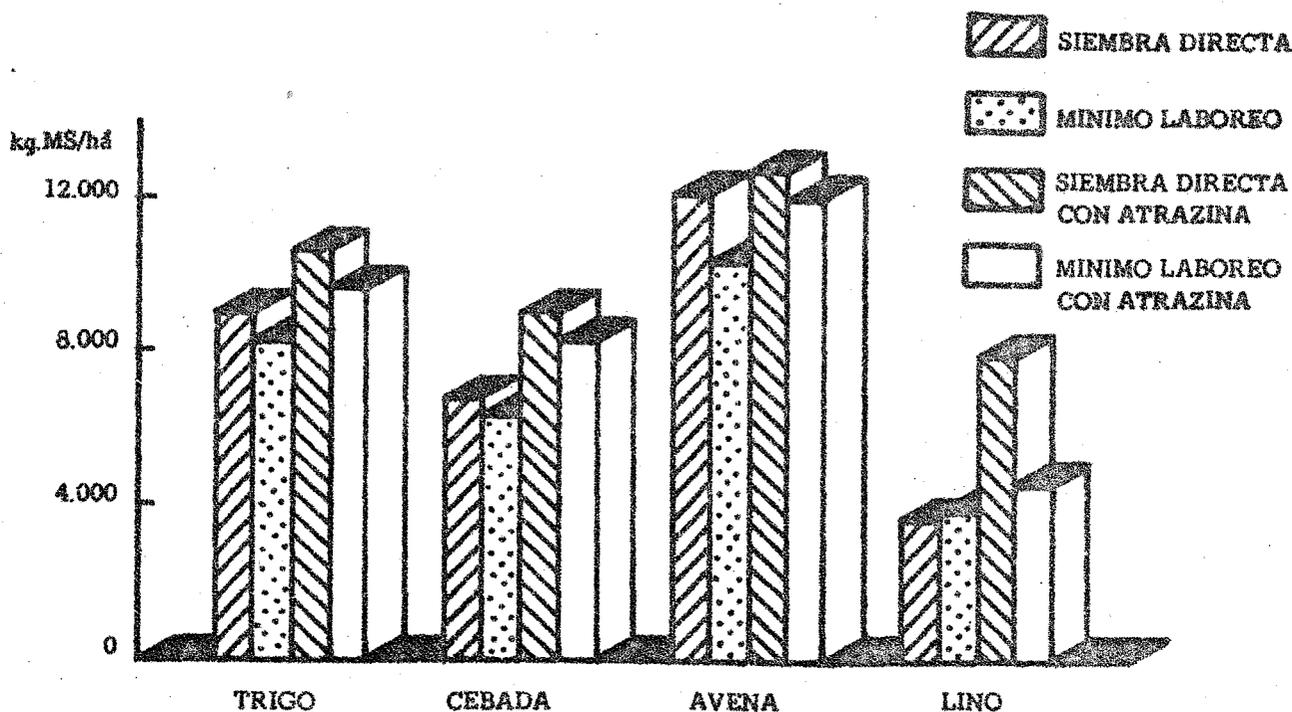


Figura 7: Diferencias en los rendimientos de plantas de maíz debido al método de laboreo.

E. EFECTOS FITOTOXICOS.

Se observó un comportamiento diferente en los rendimientos debido a los rastrojos, según fuere el método de laboreo. En el método de siembra directa, ocurrió siempre que los mayores rendimientos se obtuvieron sobre el rastrojo de avena, los intermedios sobre cebada y trigo, y los más bajos sobre lino, existiendo una alta correlación entre rendimientos y contenido de malezas. Por el contrario, en el método de mínimo laboreo, no existieron diferencias importantes en el contenido de malezas de los rastrojos; sin embargo, hay grandes diferencias de rendimientos entre rastrojos de avena, trigo y cebada respecto a lino, que presenta rendimientos muy bajos (Figura 8 a y b). Este comportamiento también se evidencia en la baja correlación de materia seca de malezas y rendimientos bajo mínimo laboreo.

Por lo tanto, si los menores rendimientos obtenidos sobre el rastrojo de lino, en este último método, no se pueden atribuir a una mayor población de malezas, como así tampoco al número de plantas cosechadas pues fue similar, se podría presumir la existencia de un efecto fitotóxico provocado por dicho rastrojo. Si bien no se realizaron determinaciones específicas en las observaciones de campo, fue notorio un escaso desarrollo de los cultivos de verano en etapas tempranas, como así también un intenso amarillamiento de sus plantas.

F. INCIDENCIA DEL CONTROL DE MALEZAS EN LOS RENDIMIENTOS.

Se analizó en qué medida las malezas influyen en los rendimientos, mediante correlaciones entre la cantidad de malezas en kg/ha de materia seca y los rendimientos.

F. 1. Siembra directa.

En la siembra directa, el control de malezas es el factor más crítico para la obtención de buenos rendimientos. En las Figuras 9 (a, b y c) y 10 (a y b) se ve la disminución de los rendimientos al aumentar la población de malezas para los tres cultivos sin y con atrazina. Es así que con un rastrojo libre de malezas, como el de avena, es posible obtener rendimientos de 3600 kg/ha de sorgo y 1400 kg/ha de girasol. Por el contrario, la competencia de malezas puede disminuir marcadamente estos rendimientos, llegando a 300 kg/ha de sorgo y 330 kg/ha de girasol sobre un rastrojo de lino (Figura 6 a y b). Esta disminución en los rendimientos sobre este rastrojo, también comprendería los posibles perjuicios por fitotoxicidad.

Los coeficientes de correlación obtenidos para los tres cultivos de segunda, estarían indicando que en los cultivos de maíz y sorgo, el efecto del control de malezas es mayor que en girasol. Con control de Atrazina, se observan las mismas tendencias pero con una menor población de malezas.

F. 2. Mínimo Laboreo.

Las correlaciones obtenidas entre cantidad de malezas y rendimiento en este método, se lograron con rangos de variación muy pequeños en el contenido de malezas, por lo cual no se pueden sacar conclusiones.

Este método de laboreo se caracterizó por un alto contenido de malezas para los tres cultivos; el mismo se situaba en un rango de 1800 a 3000 kg/ha de materia seca de malezas.

De las Figuras 9 (a, b y c) se demuestra que la utilización de la excéntrica y la disquera hace perder la correlación entre el tipo de rastrojo y la cantidad y población de malezas. Vemos como la avena, que en el método de siembra directa era el rastrojo más limpio, pasa a ser uno de los más enmalezados a pesar de mantener los rendimientos más altos.

Este comportamiento puede ser debido a que dicho rastrojo mantenga, aún luego de disquear: a) mejores condiciones físicas; b) incidencia de malezas posterior al período que más afecta a los rendimientos; c) mayor porcentaje de humedad; d) mayor mineralización de nitrógeno.

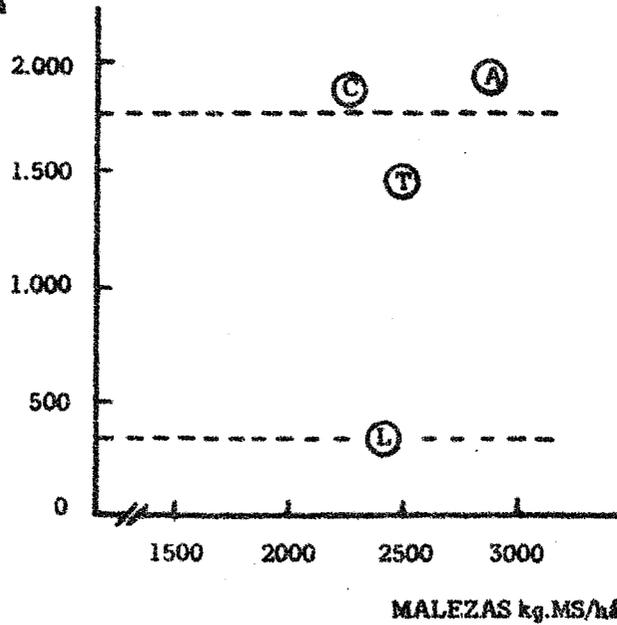
F. 3. Herbicidas.

Existieron importantes diferencias en la magnitud del control de malezas efectuado por los herbicidas pre y post-siembra empleados. Esta acción diferencial se refleja en los rendimientos; es así que el promedio de rendi-

(a) SORGO

GRANO

kg/há



(b) GIRASOL

GRANO

kg/há

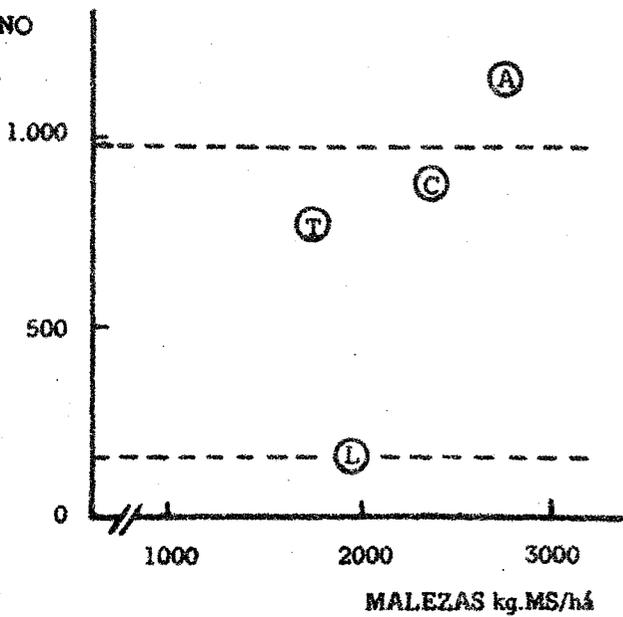
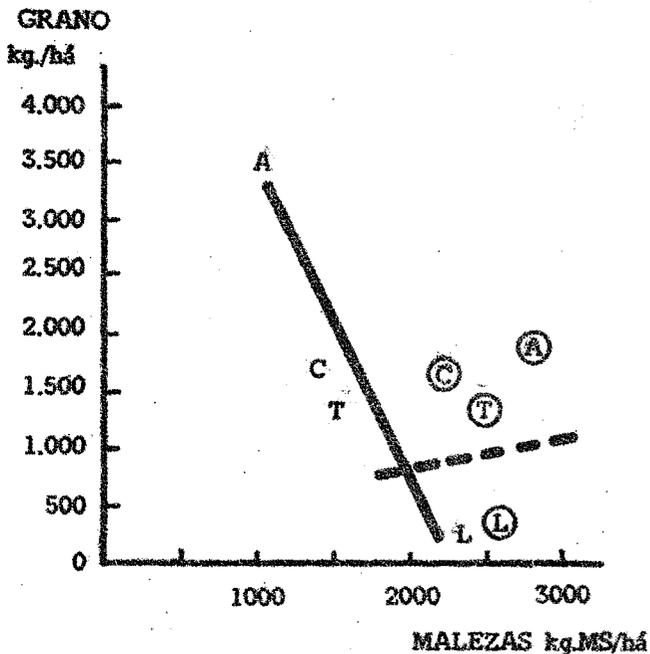


Figura 8: Relación de la cantidad de malezas con la producción de sorgo y girasol.

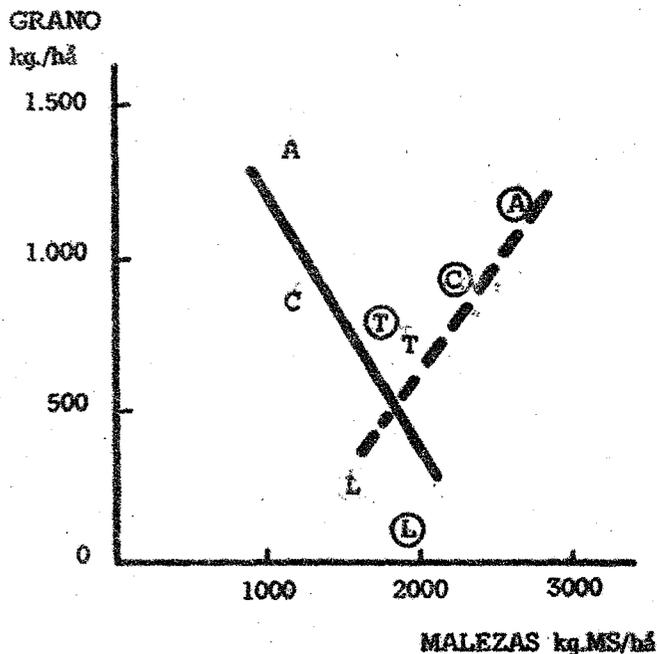
(a) SORGO



S.D. - $y = 6027 - 2,63 x$ $r = -0,949$

M.L. - $y = 319 + 0,48 x$ $r = 0,149$

(b) GIRASOL



S.D. - $y = 2052 - 0,82 x$ $r = -0,635$

M.L. - $y = -761 + 0,71 x$ $r = 0,680$

(c) MAIZ

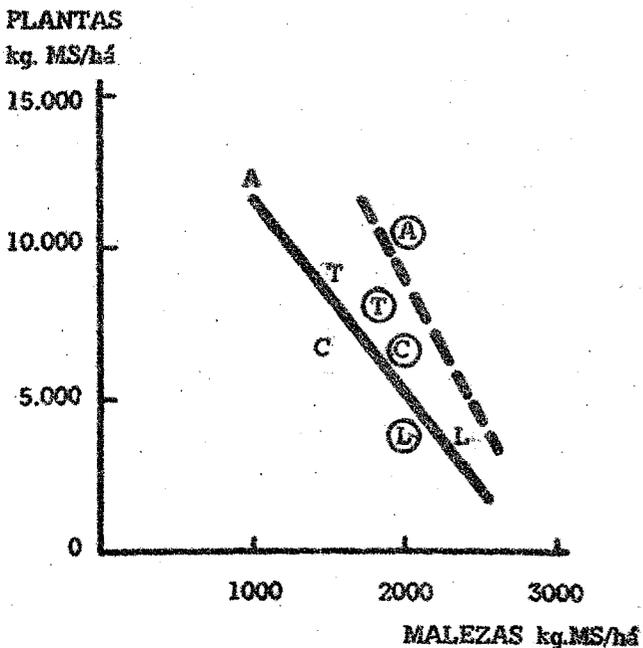


Figura 9: Incidencia de la población de malezas en los rendimientos de los cultivos.

S. D. - $y = 17074 - 5,52 x$ $r = -0,944$

M.L. - $y = 27103 - 9,98 x$ $r = -0,351$

————— SIEMBRA DIRECTA
 - - - - - MINIMO LABOREO

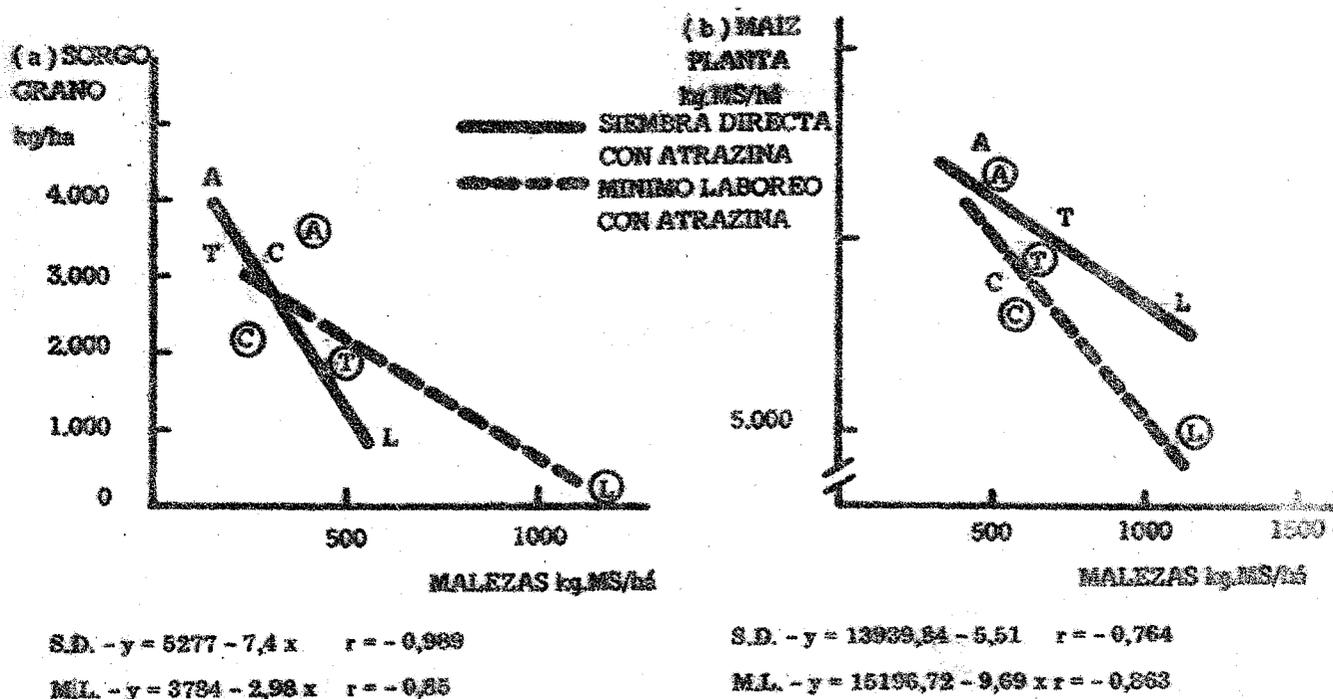


Figura 10: Incidencia de la población de malezas en los rendimientos de maíz y sorgo con atrazina.

rendimientos de los tres bloques con siembra directa, tratados con glifosato, superan al tratamiento con paraquat, en el mismo método de siembra, para los tres cultivos (Figuras 11 a y b; y 12). Superioridad que no pudo ser determinada estadísticamente. Por su parte, cuando el herbicida utilizado fue el glifosato, el promedio de los rendimientos en grano y en materia seca de los tres bloques, en los tres cultivos, superó siempre al mínimo laboreo, ya sean éstos con o sin atrazina.

Cuando el tratamiento de pre-emergencia se llevó a cabo con paraquat (Bloque IV), los rendimientos tuvieron un comportamiento inverso al anterior. El método de mínimo laboreo, con o sin atrazina, siempre superó en ambos rendimientos al de siembra directa, también con o sin atrazina. Esto se observa claramente en los rendimientos de sorgo con mínimo laboreo, con y sin atrazina, de 2547 y 1484 kg/ha de grano respecto a 1582 y 348 kg/ha de la siembra directa, respectivamente.

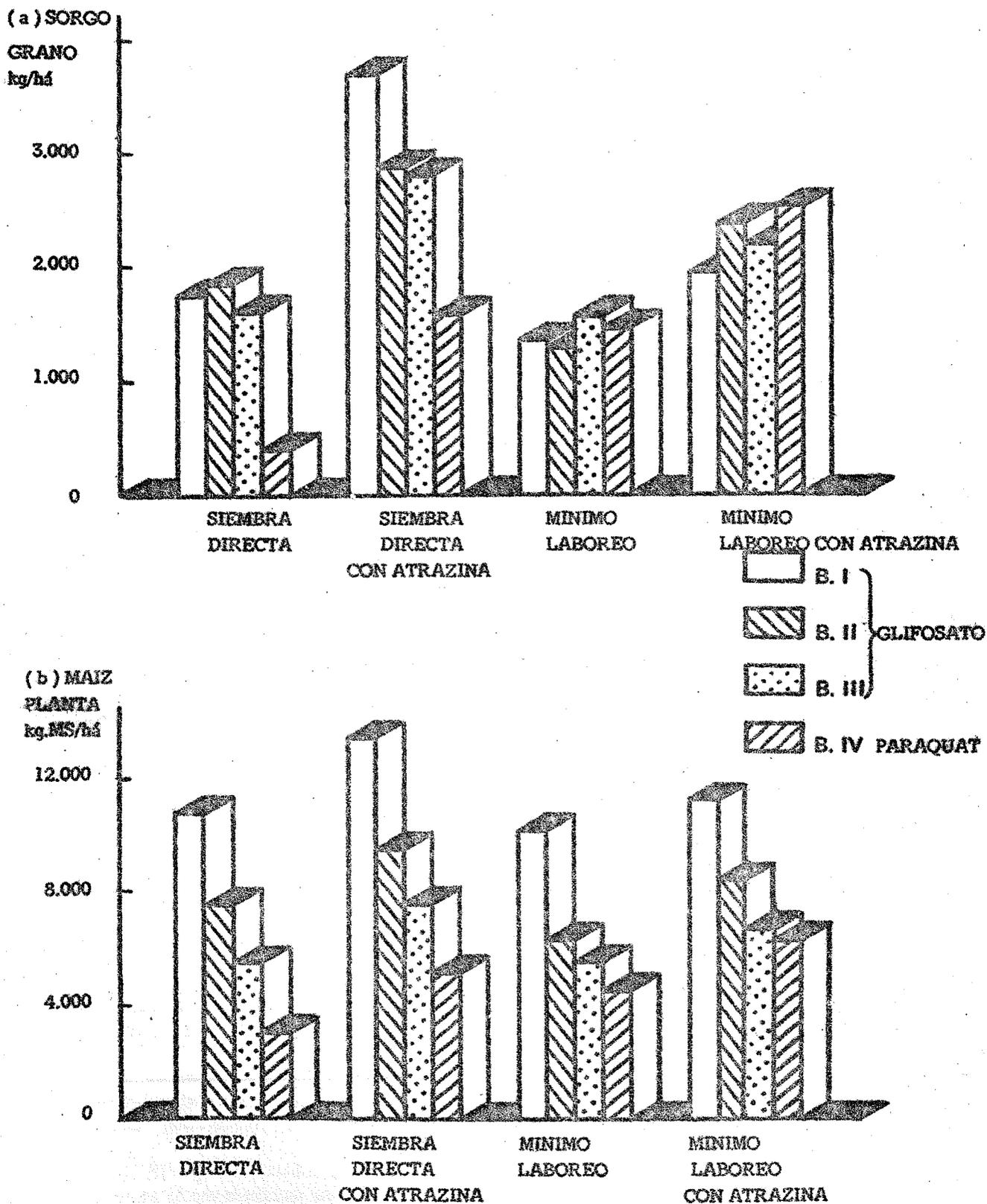


Figura 11: Efecto de los herbicidas de pre-emergencia utilizados en la siembra directa en los rendimientos de maíz y sorgo.

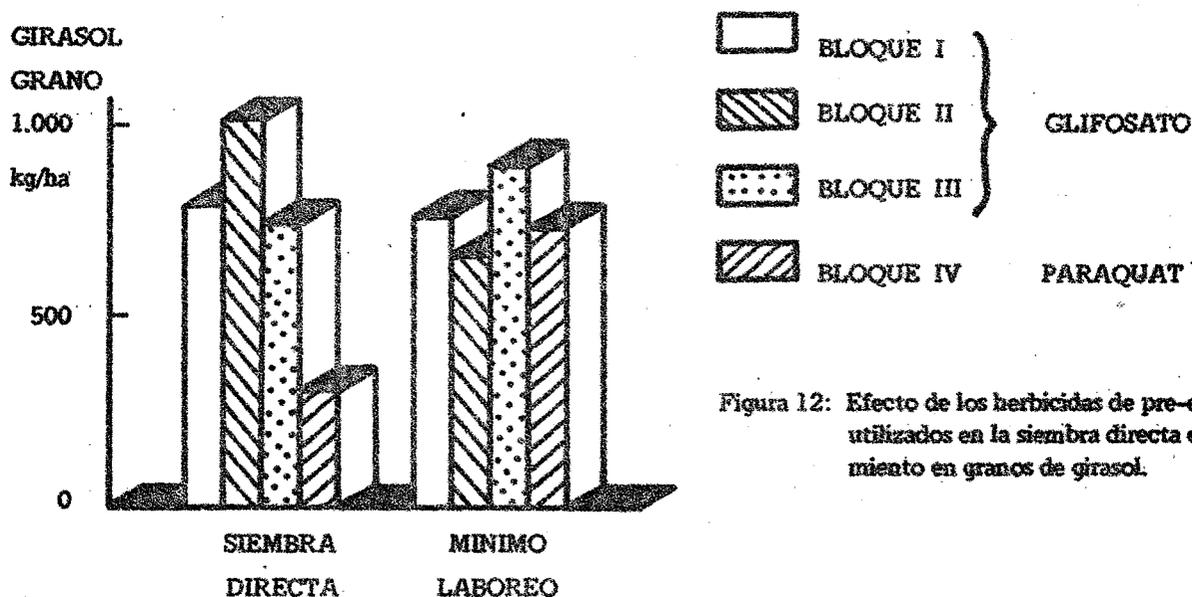


Figura 12: Efecto de los herbicidas de pre-emergencia utilizados en la siembra directa en el rendimiento en granos de girasol.

III. RESUMEN DE LOS PRINCIPALES RESULTADOS.

1. Los rendimientos de los cultivos en siembra directa con un herbicida de amplio espectro (glifosato), fueron, en la mayoría de los casos, superiores a los obtenidos con la técnica convencional de enterrado del rastrojo con excéntrica. Es de destacar que este resultado fue obtenido en un año lluvioso, que teóricamente no permitió manifestar bien las ventajas en conservación de humedad que tendría el rastrojo imperturbado.
2. Se observaron grandes diferencias en la composición botánica de los rastrojos bajo siembra directa y mínimo laboreo. En este último, el laboreo facilitó la germinación de plantas voluntarias del cultivo de invierno y la aparición de gramíneas estivales como *Digitaria sanguinalis* y *Echinochloa crusgalli*.
3. Se manifestaron importantes diferencias en el efecto residual de los rastrojos evaluados, siendo este factor más crítico en la determinación de los rendimientos con siembra directa que con mínimo laboreo. Los rastrojos de avena fueron siempre los que permitieron manifestar los mayores rendimientos, y los rastrojos de lino los menores.
4. 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 en mínimo laboreo, donde crecían muchas plantas voluntarias de este cultivo.
5. El control de malezas mediante glifosato fue muy superior al efectuado por paraquat, mientras que las aplicaciones post-emergentes de atrazina en sorgo y maíz manifestaron un excelente control de malezas y respuesta en rendimiento, originado posiblemente en las excelentes condiciones de humedad con que se efectuó la aplicación de este producto.
6. El sorgo fue el cultivo de verano que manifestó mejor comportamiento con el método de siembra directa, superando en un 28 o/o al mínimo laboreo cuando no recibió el tratamiento de atrazina post-emergente, y en un 44 o/o cuando recibió dicho tratamiento.

III. BIBLIOGRAFIA.

1. AGBOOLA, A. The effects of different soil tillage and management practices on the physical and chemical properties of soil and maize yield in a rain-forest zone of western in Nigeria. *Agronomy Journal* 73(2):247-251. 1981.
2. ELKINS, D.M. et al. No-tillage maize production in chemically suppressed grass sod. *Agronomy Journal* 71(1):101-105. 1979.
3. GUENZI, W.D.; Mc CALLA, T.M. and NORSTADT, F.A. Presence and persistence of phytotoxic substance in wheat, oats, corn and sorghum residues. *Agronomy Journal* 59(2):163-165. 1967.
4. JONES JUNIOR, J.N.; MOODY, J.E. and LILLARD, J.H. Effects of tillage, no-tillage and mulch on soil water and plant growth. *Agronomy Journal* 61(5):719-721. 1969.
5. LAL, R. No-tillage effects on soil properties under different crops in Western Nigeria. *Soil Science of America Journal* 40(5):762-768. 1976.
6. LEWIS, W.M. and PHILLIPS, J.A. Double cropping in the eastern United States. In *American Society of Agronomy. Multiple Cropping. Special Publication N° 27. Madison (Wisconsin), ASA, 1976. pp. 41-50.*
7. RICE, E. Allelopathy an update. *The Botanical Review* 45(1):15-109. 1979.
8. ROBERTSON, W.K. et al. Planting corn in sod and small grain residues with minimum tillage. *Agronomy Journal* 68(2): 271-274. 1976.
9. TRIPLETT, G.B. Herbicide systems for no-tillage corn (*Zea mays*) following sod. *Agronomy Journal* 58(2):157-159. 1966.

SIEMBRA DIRECTA DE CULTIVOS DE VERANO EN RASTROJO DE TRIGO.

ROBERTO M. DIAZ
DANIEL SANGUINETTI
EDISON DIAZ

INTRODUCCION

La latitud en que se encuadra Uruguay define condiciones climáticas como para desarrollar dos cultivos en un mismo año agrícola. Sin embargo el porcentaje del área de cultivos extensivos bajo este sistema de producción es relativamente bajo, principalmente si se lo compara con regiones similares de Argentina y Brasil donde esta práctica está ampliamente difundida.

El doble cultivo obliga normalmente a una siembra tardía del cultivo de verano por lo que habrá que adecuar la tecnología del cultivo a esta situación, y es allí donde las siembras con labranza reducida parecen ofrecer múltiples ventajas pues permiten sembrar de inmediato a la cosecha del cultivo de invierno sin mayores laboreos que causen pérdidas de humedad en la implantación, anticipando lo más posible la siembra del cultivo de verano.

El objetivo de este experimento ha sido precisamente evaluar el comportamiento relativo de cuatro cultivos de verano en siembras de segunda con la técnica tradicional de quema del rastrojo y disqueado del suelo, y con siembra directa en el rastrojo.

II. DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO

El experimento fue implantado en un brunosol eutrítico de la Estación Experimental La Estanzuela (E.E.L.E.), sobre un trigo que se cosechó el 27 de diciembre con un rendimiento de 2812 kg/ha.

Se empleó un diseño de parcelas divididas en bloques al azar donde las parcelas grandes eran dos tratamientos de laboreo; Quema más disqueada, y siembra directa las parcelas chicas fueron los cultivos de Maíz, Sorgo y Girasol que fueron sembrados el 31 de diciembre con una sembradora John Deere convencional a la que se le adaptó un disco abre surco ondulado frente a cada unidad de siembra.

A modo de observación se emplearon dos herbicidas preemergentes; paraquat (2,5 lts/ha) en los Bloques I y II y glyfosato (5 lts/ha) en los Bloques III y IV.

A los cuarenta días de la siembra se hicieron aplicaciones de atrazina (2,7 kg i.a./ha) en parcelas subdivididas en los cultivos de maíz y sorgo.

III. RESULTADOS Y DISCUSION.

1. Densidad

Las condiciones estructurales del suelo son de gran importancia para lograr una buena aereación, almacenaje de agua y condiciones favorables para el desarrollo radicular. La agregación natural en los suelos agrícolas normalmente cumple a satisfacción los requerimientos de condiciones físicas de la mayoría de los cultivos. Reduciendo el número de los trabajos mecánicos se afectarán menos las condiciones naturales del suelo con efectos como la compactación, encostramientos, etc..

La densidad aparente en las parcelas de no laboreo, en los 0 - 15 cm es generalmente mayor que en las con laboreo (4, 9, 10), aunque luego de un corto tiempo tienden a igualarse.

La acción de disquera en el suelo normalmente conduce a un aumento en la porosidad total, y en consecuencia una disminución de la densidad aparente en la zona de laboreo, mientras que por debajo de ésta, puede ocasionarse una compactación que aumenta la densidad.

En este experimento estadísticamente no se encontraron diferencias significativas ni en el muestreo superficial ni en el profundo (15 cm) (Cuadro 1). Aunque se ve una tendencia pues el efecto es muy pequeño, a que en superficie la densidad aparente sea menor en la quema y disquera que en la siembra directa

Cuadro 1: Densidad aparente para los dos tratamientos comparados a dos profundidades.

| | Muestreo en superficie | Muestreo en profundidad (15 cm) |
|------------------|---------------------------|------------------------------------|
| Siembra directa | 1.085 a* | 1.133 a |
| Quema y disquera | 1.065 b | 1.140 a |

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0.10$).

Los valores de densidad aparente son bajos para el tipo de suelo del experimento, por lo que este factor no sería limitante en la expresión de los rendimientos.

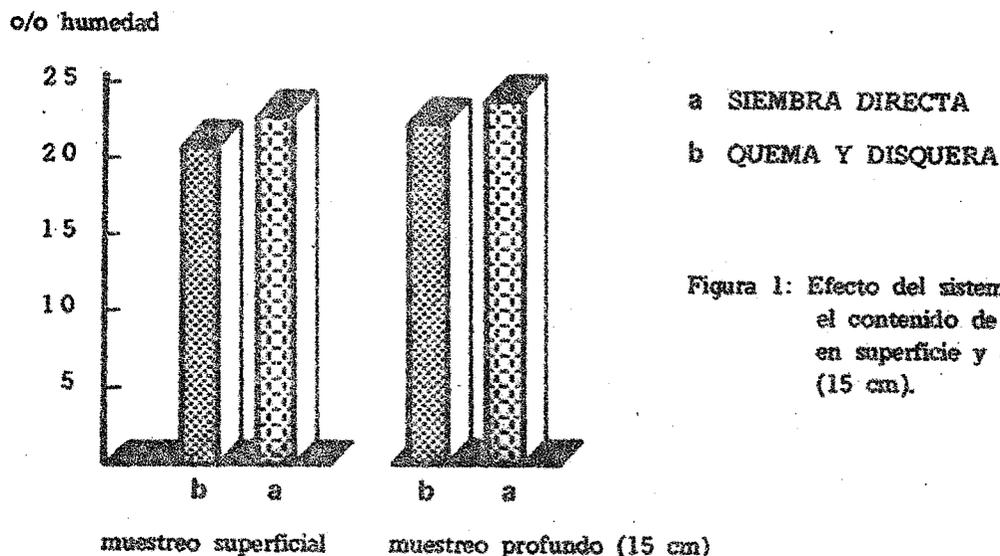
2. Humedad.

Desde el punto de vista hidrológico la capa de restos vegetales que queda en el suelo bajo siembra directa ofrece grandes ventajas ya que, reduce la evaporación en las primeras etapas de crecimiento del cultivo (2, 14) y favorece la infiltración por disminución del escurrimiento superficial (7,8).

El contenido de agua en los primeros centímetros del perfil, normalmente es mayor en siembra directa que bajo laboreo convencional, coincidiendo con la zona de mayor actividad radicular de los primeros estadios de crecimiento (7, 8, 14). Este mayor contenido de agua, asociado a una mayor continuidad capilar, crea una mayor disponibilidad de agua, lo que hace menos probable situaciones de déficit hídrico, en períodos cortos de sequía (12). Sin embargo, algunos estudios indican un mayor contenido de agua total para el no laboreo, pero igual cantidad de agua disponible, por un mayor sistema de poros finos (15). Esto hace pensar que la ventaja del no laboreo, de una mayor cantidad de agua disponible, puede verse reducida en suelos pesados, mostrando ventajas aquellos laboreos que tienden a aumentar el tamaño de poros (11).

Intentando verificar estos efectos del laboreo se evaluó el contenido de humedad en el período de implantación del cultivo.

Si bien no se pudieron determinar diferencias significativas entre los dos laboreos, la siembra directa mostró una clara tendencia a tener más humedad que la quema y disquera (Figura 1). La ausencia de un efecto importante del laboreo sobre el contenido de agua puede atribuirse a que el período previo a la evaluación, en implantación, fue lluvioso (Figura 9) y a que el experimento se encontraba en un terreno con pendiente casi nula. Por lo tanto, no pudieron verificarse las ventajas reportadas ampliamente en la literatura sobre una mejor preservación de la humedad en el rastrojo imperturbado.



3. Implantación

El laboreo convencional al afinar los primeros centímetros del suelo permite un mejor contacto con la semilla, lo que no es fácil de lograr con la siembra directa y puede hacer mermar el porcentaje de germinación. Sin embargo, el afinamiento excesivo aumenta los riesgos de encostramiento luego de lluvias intensas fenómeno que prácticamente no se produce bajo siembra directa (13).

La implantación del cultivo con siembra directa en relación al método convencional puede ser afectada en forma diferencial por las condiciones de humedad, temperatura del suelo (1,14) y en algunas situaciones por efectos alelopáticos de los rastrojos (15).

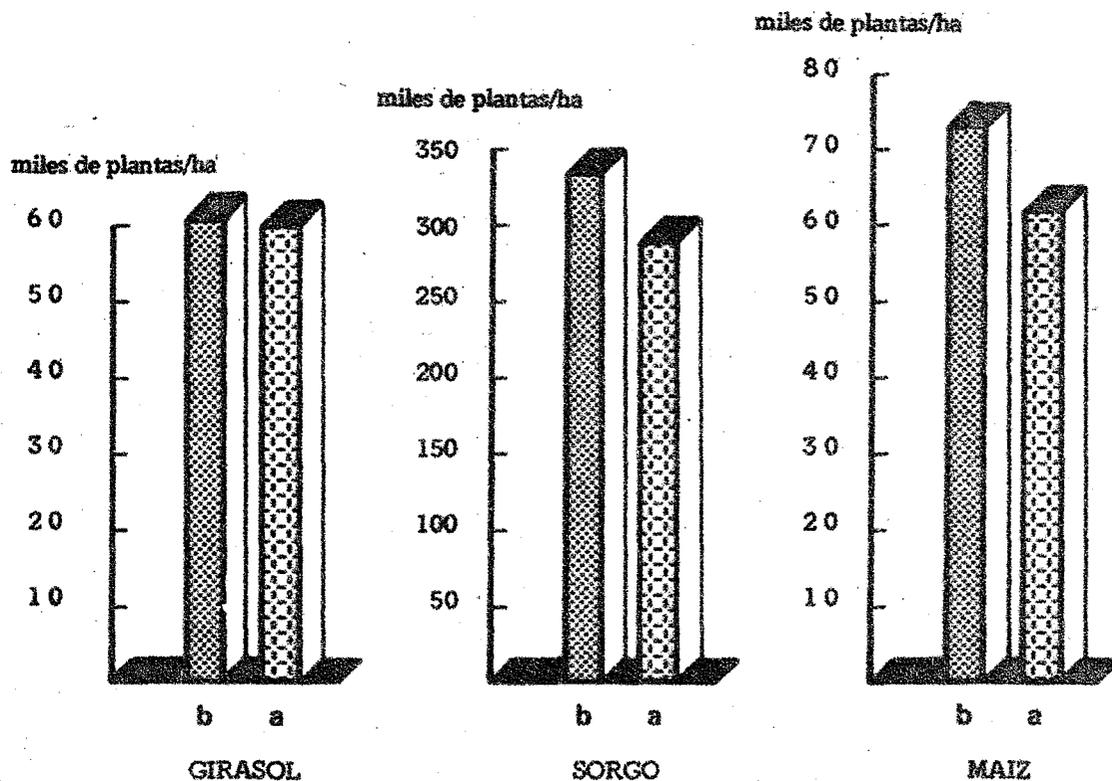
Sin embargo los valores de implantación aquí reportados fueron similares en los dos laboreos. (Cuadro 2).

Cuadro 2: Porcentaje de implantación en cada laboreo = $\frac{\text{Semillas viables} \times 100}{\text{Plantas emergidas}}$

| | Plantas emergidas | | |
|-------------------|-------------------|-------|---------|
| | MAIZ | SORGO | GIRASOL |
| Siembra directa | 66,17 | 74,61 | 64,56 |
| Queama y disquera | 72,24 | 85,85 | 64,81 |

Si bien la población lograda en maíz y sorgo con siembra directa fue menor que la de queama y disquera, ésta se mantuvo dentro de los rangos deseados; por lo tanto, no se puede concluir que haya sido un factor limitante en la expresión de los rendimientos (Figura 2).

Una siembra más superficial o la ausencia de un adecuado contacto suelo-semilla, pueden haber disminuido el número de plantas emergidas en maíz y sorgo en siembra directa. El girasol, en cambio, parece ser el que mejor se comporta de los tres cultivos en este sentido, pues las poblaciones logradas son prácticamente iguales en ambos laboreos.



- a SIEMBRA DIRECTA
b QUEMA Y DISQUERA

Figura 2: Efecto del sistema de laboreo sobre la implantación (plantas/ha) de girasol, sorgo y maíz, en siembras de segunda.

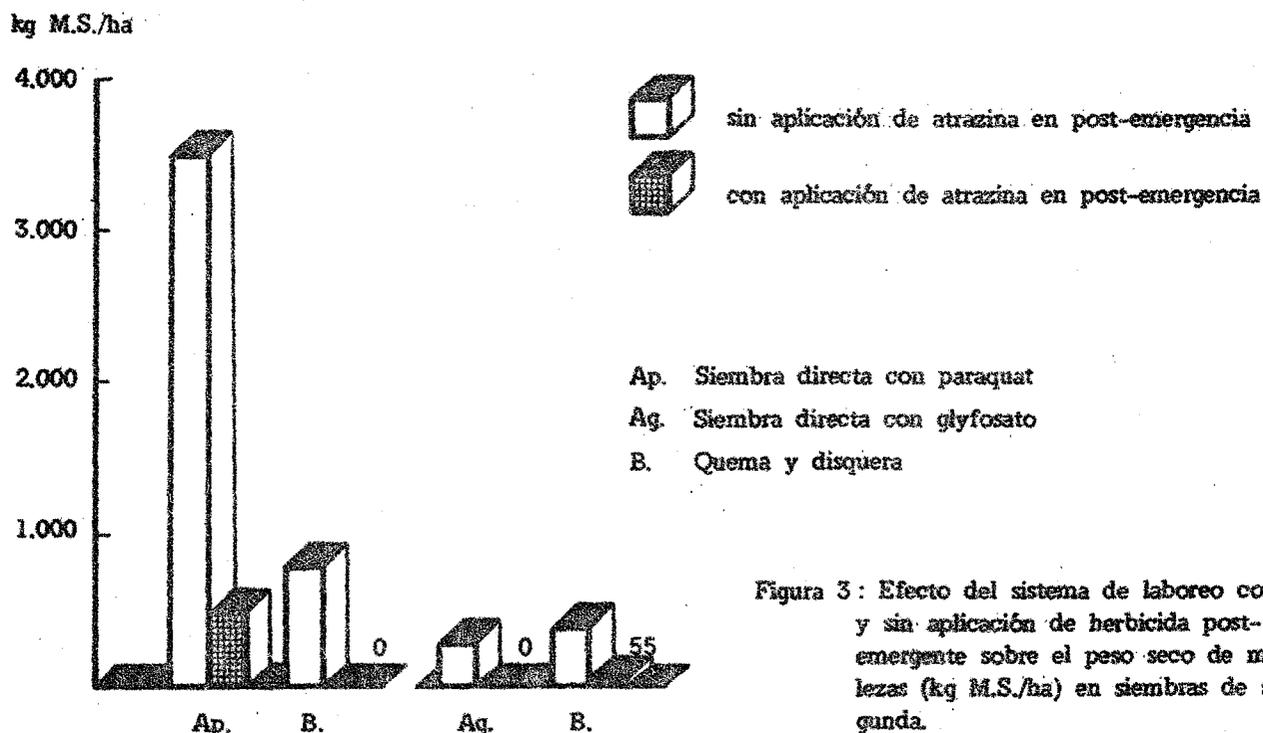
4. Control de Malezas

Un sinnúmero de herbicidas han sido evaluados en situaciones de laboreo reducido, y la mezcla de herbicidas ha sido en muchos casos más eficiente su uso individual (5).

Si bien las aplicaciones de paraquat, el herbicida más ampliamente empleado, logran un buen control de las especies anuales su efecto resulta solo temporario (6) por lo que se hace necesario su uso en mezcla con productos de acción residual.

Asumiendo que no existe interacción entre el sistema de laboreo ni los herbicidas presiembrados con el cultivo (maíz o sorgo), para el grado de invasión de malezas, se consideran a estos últimos como repeticiones, analizando los datos asumiendo un diseño factorial en parcelas al azar, aumentando así los grados de libertad del error, principal limitante del experimento.

El empleo de paraquat en presiembrado controló temporalmente las malezas, mostrando claras diferencias con la quema más disquera (Figura 3).



Analizando los herbicidas de presembrado entre sí, se encuentran marcadas diferencias a favor del glyphosato, debido a su mayor efecto residual frente al paraquat, que sólo tiene acción desecante (Cuadro 3).

Cuadro 3: Peso seco de malezas (kg M.S./ha) comparando paraquat con glyphosato en presembrado.

| | Sin herbicida | Con herbicida | \bar{x} |
|------------------------------|---------------|---------------|-----------|
| Siembra directa (paraquat) | 3.565 a* | 565 a | 2.065 |
| Siembra directa (glyphosato) | 350 b | 0 b | 175 |

* Los valores señalados con la misma letra no difieren significativamente entre sí ($P \leq 0,05$).

La aplicación de atrazina en post-emergencia tiene en todos los casos efectos significativos, pero éstos fueron más notorios para el caso de la siembra directa con paraquat, pues ésta, si bien pudo haber controlado las malezas inmediatamente después de su aplicación, permitió un posterior rebrote de las mismas, de ahí los mayores efectos de la atrazina con paraquat como preemergente, lo que se evidencia en la fuerte interacción entre el herbicida de presembrado y el herbicida post-emergente.

5. Rendimiento en grano

Si bien no se pudieron establecer diferencias significativas en los niveles convencionales de probabilidad ($\alpha = 0,05$) entre las dos técnicas de implantación para maíz, sorgo y girasol, siempre los rendimientos de grano obtenidos con preparación convencional de quema y disquera fueron superiores a la siembra directa (Figura 4).

Para estudiar los efectos de las poblaciones de plantas cosechadas y cantidad de malezas sobre los rendimientos de grano se realizó un análisis de regresión múltiple para esas variables. En él se ve que el factor que más influye en el rendimiento de maíz es el peso seco de malezas, mientras que la variación debida al número de plantas cosechadas no es importante.

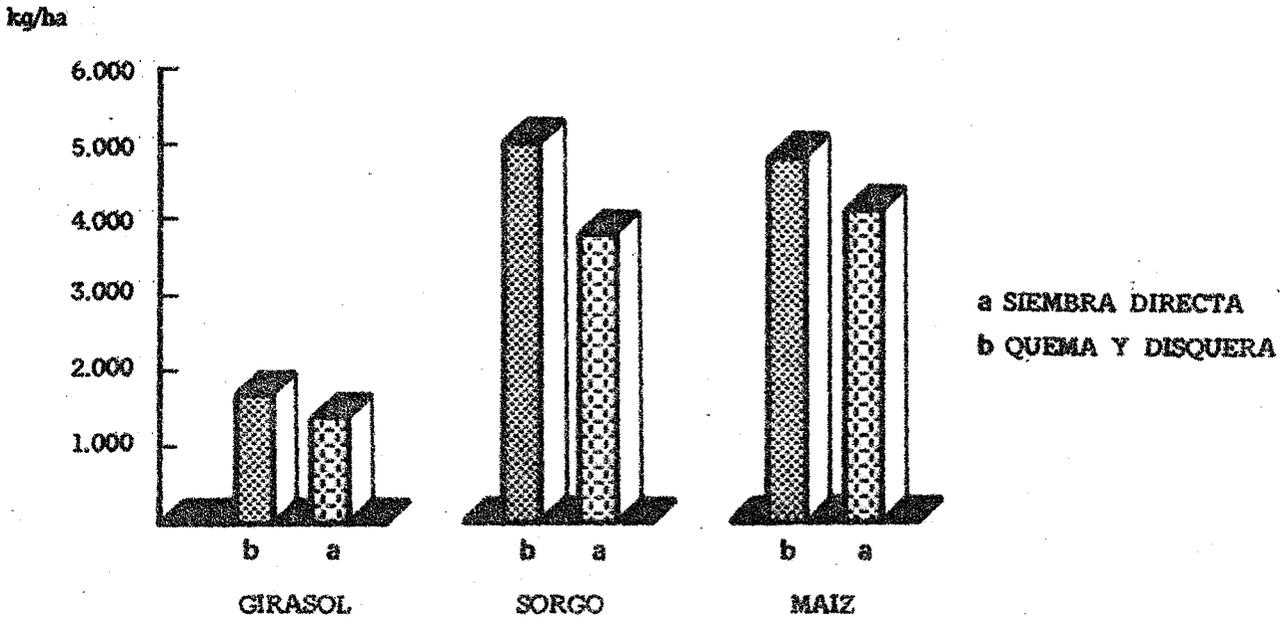


Figura 4: Efecto del sistema de laboreo sobre el rendimiento en grano de girasol, maíz y sorgo en siembras de segunda.

El coeficiente de determinación (r^2) cuando se consideran las malezas es 56,08 o/o y aumenta sólo a 58,85 cuando se consideran los dos factores en conjunto. Es por esta razón que la aplicación de atrazina en post-emergencia tiende a aumentar los rendimientos en ambos laboreos (Figura 5).

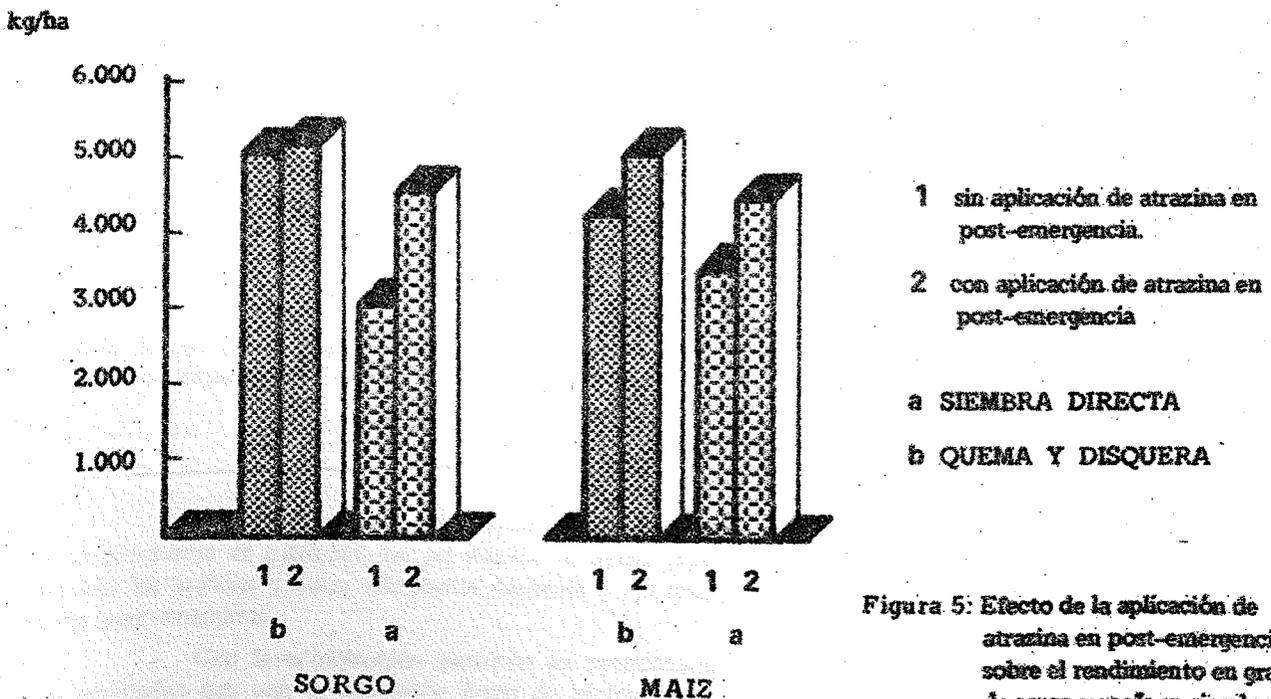


Figura 5: Efecto de la aplicación de atrazina en post-emergencia sobre el rendimiento en grano de sorgo y maíz en siembras de segunda.

En el caso del sorgo las tendencias que se habían observado a que la quema y disquera tuviera menos malezas y mayor número de plantas cosechadas que la siembra directa, se reflejan en una tendencia a la mayor producción de grano. (Figura 4).

El coeficiente de determinación para las malezas sólo es 83,75 o/o mientras que para la regresión múltiple es 88,59 o/o, lo que demuestra que si bien las plantas cosechadas tienen efecto en la variación de los rendimientos, son las malezas las que explican la mayor parte de la variación de éstos.

La aplicación del herbicida post-emergente no incrementó los rendimientos de sorgo en la quema y disquera; en cambio, si lo hizo en la siembra directa (Figura 5), ello se debió a las pocas malezas presentes en el suelo rastrojado.

El hecho de que la quema y disquera no presente diferencias por la aplicación de atrazina en el sorgo, como sí ocurre en maíz, con iguales niveles de invasión de malezas (Figura 8) quizás sea evidencia de su mayor estabilidad frente a esta competencia. Esto es confirmado por la menor pendiente de la recta de regresión para malezas del sorgo, que la del maíz (Figura 6).

El girasol no presentó variaciones importantes en rendimiento en grano mostrando una tendencia a ser menor en la siembra directa (Figura 4).

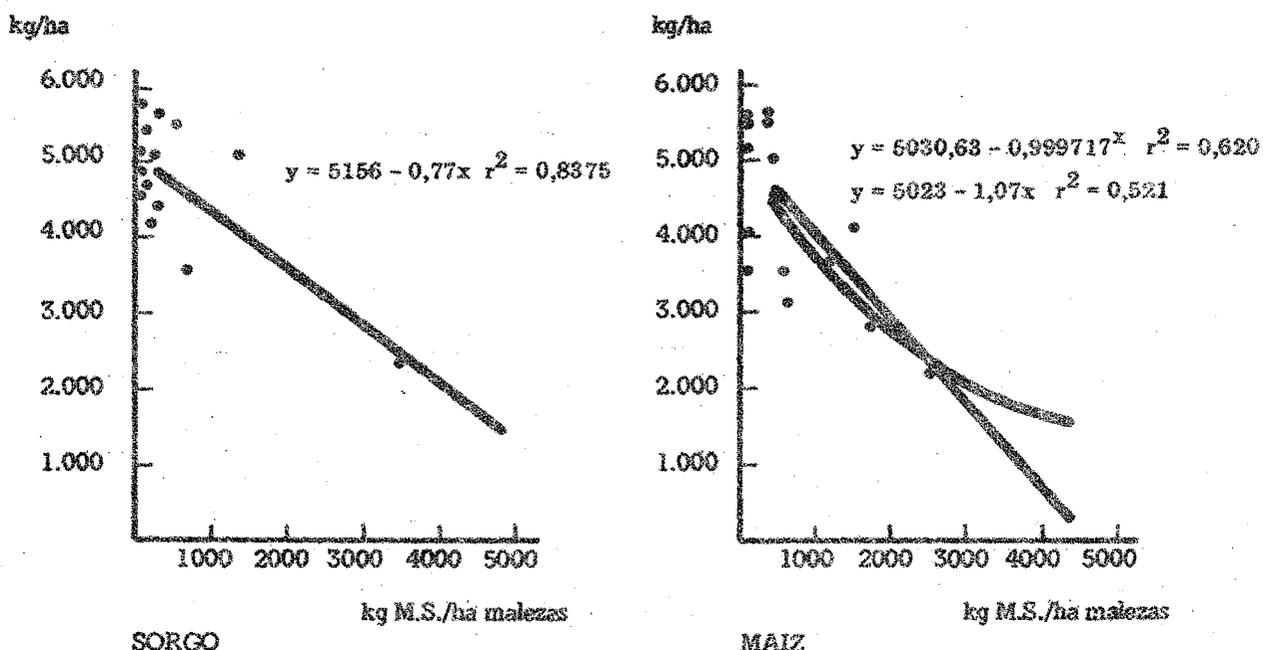


Figura 6: Efecto de las malezas (M.S./ha) sobre el rendimiento en grano del maíz y sorgo en cultivos de segunda.

Con la aplicación de atrazina hay una notoria respuesta en sorgo y maíz, cuando el herbicida usado anteriormente es paraquat, no así cuando se aplica glyfosato (Figura 7), ya que el paraquat no controló eficazmente las malezas y éstas rebrotaron mermando los rendimientos, en aquellos casos en que no se empleó herbicida post-emergente.

Con la combinación paraquat en preemergencia y atrazina como post-emergente se lograron similares resultados que con la aplicación única de glyfosato en preemergencia (Figura 7).

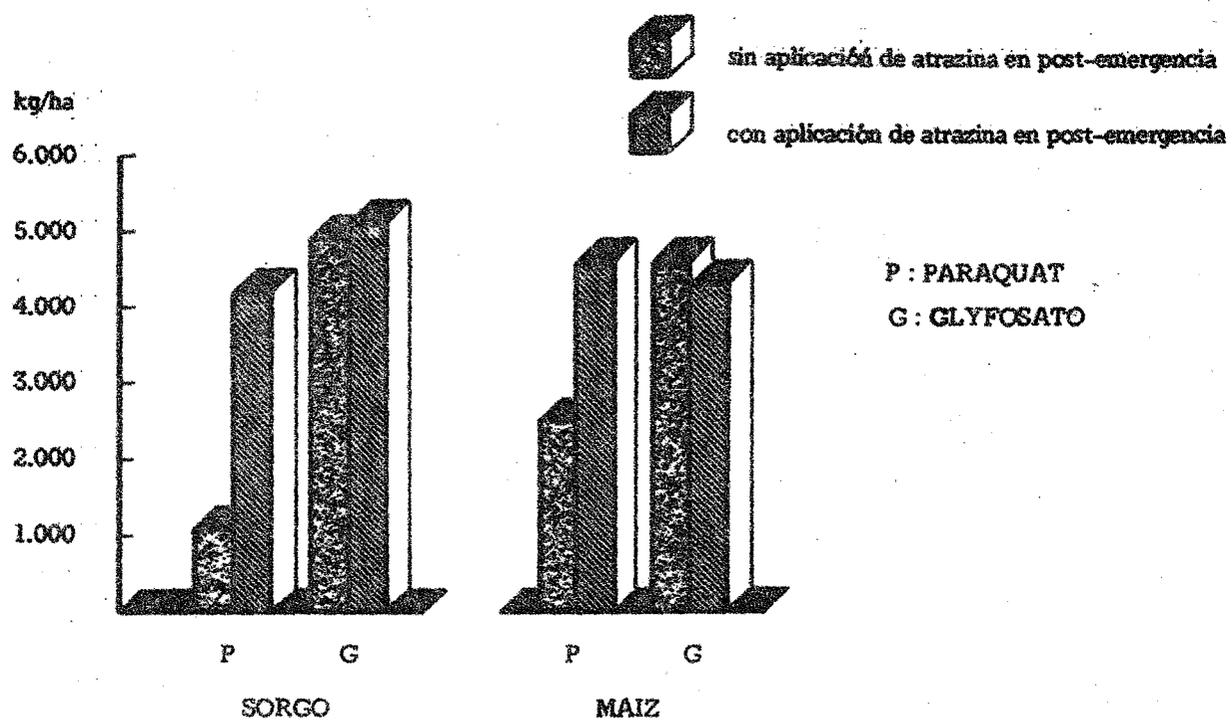


Figura 7: Efecto del herbicida usado en pre-siembra en la siembra directa con y sin aplicación de atrazina en post-emergencia sobre el rendimiento en grano de maíz y sorgo en siembras de segunda.

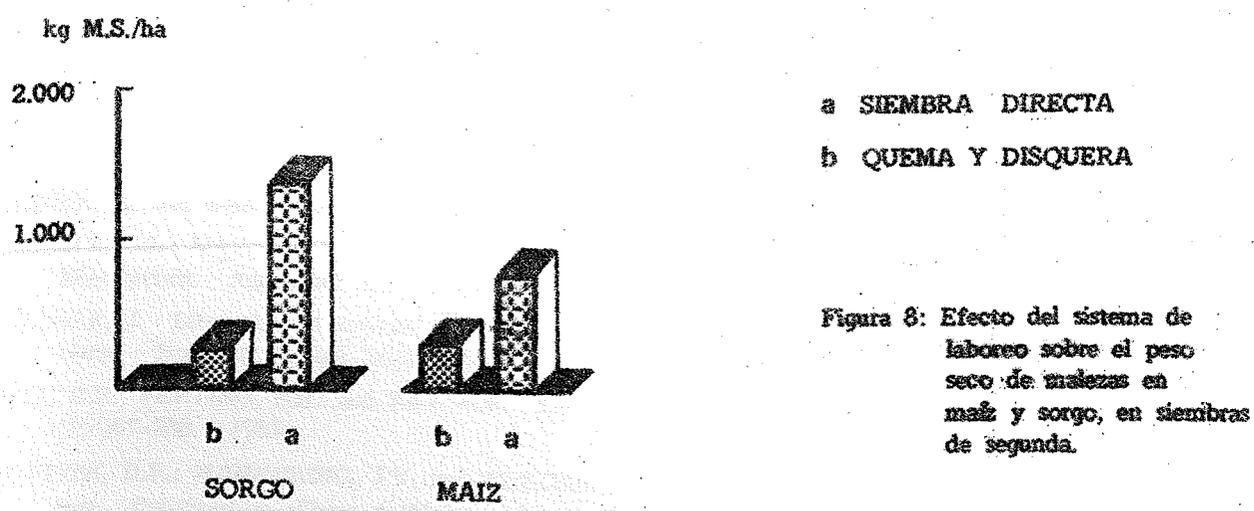


Figura 8: Efecto del sistema de laboreo sobre el peso seco de malezas en maíz y sorgo, en siembras de segunda.

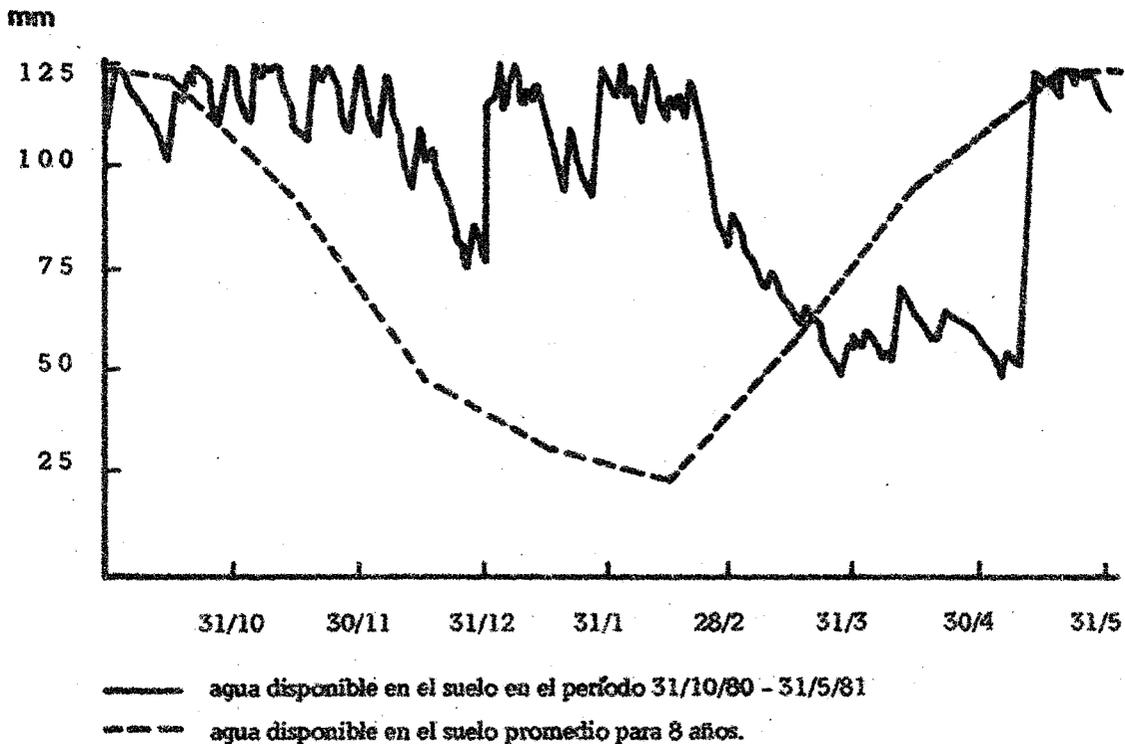


Figura 9: Balance hídrico.

IV. CONCLUSIONES

1. El control de malezas se constituyó en el factor más importante en la expresión de los rendimientos para las distintas alternativas de laboreo evaluadas.
2. El glyphosato realiza un mejor y más amplio control de malezas que el paraquat, aunque este último, combinado con atrazina en post-emergencia, logra similar control siendo una alternativa más económica.
3. Los rendimientos potenciales de cultivos de verano con siembra directa hacia fines de diciembre sobre rastrojos de trigo en un verano húmedo fueron muy altos, y similares a la siembra de segunda tradicional con quema de rastrojo y laboreo con excéntrica.

V. BIBLIOGRAFIA

1. BAUMER, K. and BAKERMANS, W.A.P. Zero-tillage. Wageningen, University of Goettingen, 1973. 123p.
2. BENNETT, O.L.; MATHIAS, E.L. and LUNDBERG, P.E. Crop responses to no-till management practices on hilly terrain. *Agronomy Journal* 65(3):488-491. 1973.
3. BOERNER, J. Liberation of organic substances from higher plants and their role in the soil sickness problems. *Botanical Review* 26(3):393-424. 1960.
4. FREE, G.R.; FERTING, S.N. and BAY, C.E. Zero tillage for corn following sod. *Agronomy Journal* 55 (2):207-208. 1963.
5. GRIFFITH, D.R.; MANNERING, J.V. and MOLDENHAUER, W.C. Conservation tillage in the eastern corn belt. *Conservation tillage; problems and potential*. Ankeny, Iowa, Soil Conservation Society of Ame-

rica, 1977. pp.20-28.

6. HOOD, A.E.; JAMESON, M.R. and COTTERELL, R. Destruction of pastures by paraquat as a substitute for ploughing. *Nature* 197(4669):748- 1963.
7. JONES, J.N. et al. The no-tillage systems for corn. *Agronomy Journal* 60(1):17-20. 1968.
8. -----; MOODY, J.E. and LILLARD, J.H. Effects of tillage, no-tillage and mulch on soil water and plant growth. *Agronomy Journal* 61(5):719-721. 1969.
9. LAL, R. No-tillage effects on soil properties and maize production in Western Nigeria. *Plant and Soil* 40(2):321-331. 1974
10. LEWIS, W.M. and PHILLIPS, J.A. Double cropping in the Eastern United States. *American Society of Agronomy. Special Publication n° 27.* 1976. pp.41-50.
11. RASMUSSEN, K.J. Results of soil tillage research. *Ugeskrift for Jordbrug* 124(3):31-34. 1979.
12. ROCKWOOD, W.G. and LAL, R. Mulch tillage; a technique for soil and water conservation in the tropics. *Span* 17(2):77-79. 1974.
13. SANFORD, J.O.; MYHRE, D.L. and MERWINE, N.C. Double cropping systems involving no-tillage and conventional tillage. *Agronomy Journal* 65(6):978-982. 1973.
14. SHANHOLTZ, V.D. and LILLARD, J.H. Tillage systems effect on water use efficiency. *Journal of Soil and Water Conservation* 24(5):186-189. 1969.
15. VAN DUWERKERK and BOONE, F.R. Soil physical aspects of zero tillage experiments. *Netherland Journal of Agriculture Science* 18(4):247-261. 1970.

SERVICIO DE INFORMACION