

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

COMPARACION DE CUATRO FORMAS DE INSTALACION DE PRADERAS  
CONSOCIADAS CON SIEMBRA DIRECTA

por

Ignacio ABELLA CIGANDA  
Fernando INDARTE GIANONI

TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo.  
(Orientación agrícola-ganadera)

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
1997

PAGINA DE APROBACION

Tesis aprobada por:

Director: Fernando Garcia .....  
Firma

Pablo Amarante .....  
Firma

Omar Casanova .....  
Firma

Daniel Valenti .....  
Firma

Fecha de aprobación: 17/10/97

Autores:

Ignacio Abella Ciganda .....  
Firma

Fernando Indarte Gianoni .....  
Firma

## AGRADECIMIENTOS

A PRENADER, que financió el presente trabajo en el marco del proyecto N°34 con la Facultad de Agronomía.

Al director de la presente tesis, Ing.Agr (Ph.D) Fernando García, por su ayuda en el análisis estadístico y apoyo en el desarrollo del trabajo.

Al Ing.Agr.Pablo Amarante por su dirección y colaboración en las etapas de campo del ensayo.

Al Sr.Jorge de Feo e Ing.Agr.Daniel Valenti por ceder el sitio donde se desarrolló el ensayo, así como al personal del establecimiento que contribuyó a la instalación del mismo.

Al Ing.Agr.Marcelo Ferrando, de la Cátedra de Fertilidad de Suelos de la Facultad de Agronomía, por su asistencia en la realización de los análisis de fósforo.

A los integrantes de la Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos y Aguas de la Facultad de Agronomía, por su colaboración durante la realización de este trabajo.

A nuestros familiares y amigos, por su apoyo incondicional a lo largo de nuestra carrera.

## TABLA DE CONTENIDOS

	Página
PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS	III
LISTA DE CUADROS Y GRAFICAS	VI
<u>1-INTRODUCCION</u>	1
<u>2-REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	2
2.1-SIEMBRA DIRECTA	2
2.2-PASTURAS CONSOCIADAS	8
2.3-METODOS DE SIEMBRA	10
2.4-DISTANCIA ENTRE HILERAS Y POSICION RELATIVA DE LA PRADERA RESPECTO AL TRIGO	16
<u>3-MATERIALES Y METODOS</u>	18
3.1-UBICACION	18
3.2-SUELO	18
3.3-CLIMA	19
3.4-DISEÑO EXPERIMENTAL	20
3.5-TRATAMIENTOS	20
3.6-DETERMINACIONES	22
<u>4-RESULTADOS Y DISCUSION</u>	24
4.1-IMPLANTACION DE LAS LEGUMINOSAS	24
4.2-ENMALEZAMIENTO A LA IMPLANTACION	26
4.3-STAND DE PLANTAS AL 30/11/96	28

4.4-STAND DE PLANTAS AL 2/9/97	32
4.5-DETERMINACION DEL NIVEL DE FOSFORO EN EL PERFIL	37
4.6-NUMERO DE MACOLLOS DE TRIGO	41
4.7-PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL TRIGO FORRAJERO	44
<u>5-CONCLUSIONES</u>	47
<u>6-RESUMEN</u>	49
<u>7-BIBLIOGRAFIA</u>	51
<u>8-ANEXO</u>	54

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro N°	Página
1-Resultados de los contrastes para el stand de plantas de lotus y trébol blanco 80 días postsiembra.	25
2-Contrastes de medias para el área ocupada por malezas 80 días postsiembra.	27
3-Medias del stand de plantas de trébol al 30/11/96.	30
4-Resultados de los contrastes ortogonales para el stand de plantas al 30/11/96.	31
5-Resultados de los contrastes para el número de estolones de trébol blanco, plantas de lotus y macollos de dactylis por metro cuadrado el 2/9/97.	33
6-Resultados de los contrastes para el porcentaje del área ocupada por especies sembradas, malezas y suelo descubierto el 2/9/97.	36
7-Resultados de los contrastes para el nivel de fósforo en las líneas con trigo a tres profundidades diferentes.	38
8-Resultados de los contrastes para el nivel de fósforo en las líneas con pradera a tres profundidades diferentes.	40
9-Resultados de los contrastes para el número de macollos de trigo por metro cuadrado 80 días postsiembra.	42
10-Número de macollos de trigo por metro lineal según tratamiento.	42

11-Medias para la producción de materia verde,  
porcentaje de materia seca de trigo forrajero  
cortado el 16/10/96. 45

12-Resultados de los contrastes para la producción de materia verde,  
porcentaje de materia seca y producción de materia seca de  
trigo forrajero. 45

Figura N°	Página
1-Precipitación y evapotranspiración (totales mensuales); datos extraídos de la Dirección Nacional de Meteorología.	19
2-Stand de plantas de leguminosas 80 días postsiembra.	24
3-Porcentaje del área ocupada por malezas 80 días postsiembra.	27
4-Stand de plantas forrajeras sembradas, al 30/11/96.	29
5-Número de estolones de trébol blanco por metro cuadrado el 2/9/97.	33
6-Número de plantas de lotus por metro cuadrado el 2/9/97.	33
7-Número de macollos de dactylis por metro cuadrado el 2/9/97.	34
8-Porcentaje del área ocupada por especies sembradas, malezas y suelo descubierto el 2/9/97.	35
9-Nivel de fósforo en las filas con trigo a tres profundidades diferentes.	38
10-Nivel de fósforo en las filas con pradera a tres profundidades diferentes.	39
11-Numero de macollos de trigo por metro cuadrado 80 días postsiembra.	41
12-Producción de materia seca de trigo forrajero cortado el 16/10/96.	44

## **1-INTRODUCCION**

La implantación es una etapa crítica en la vida de las praderas, afectando el establecimiento, producción y persistencia de las mismas. La siembra de pasturas en Uruguay, se realiza predominantemente asociada a cultivos de invierno (Díaz,R 1996). Con la creciente difusión de la utilización de la siembra directa, se plantean nuevos problemas para realizar estas siembras.

Si bien es lógico esperar mejores resultados cuando las semillas son colocadas dentro del suelo y en cercanía con el fertilizante aplicado, la experiencia recogida tanto en experimentos (Ciganda 1995; Amarante et al.1996) como en numerosos casos en predios productivos, ha mostrado dificultades en la implantación y sobrevivencia de leguminosas ubicadas en el mismo surco que cultivos y verdeos de invierno con siembra directa, comparativamente a la siembra de las leguminosas al voleo.

Sin embargo, algunas experiencias realizadas con maquinaria que permite una regulación bastante precisa de la profundidad de siembra de cada cuerpo independientemente, permitieron obtener excelente implantación de las leguminosas, plantadas en pasadas separadas y cruzadas a las de la línea de los cultivos de invierno o verdeos, incluyendo profundidad y fertilización diferencial en cada pasada.

El presente trabajo tuvo como objetivo la comparación de cuatro métodos de siembra de una misma pastura compuesta por dactylis, trébol blanco y lotus, asociada a trigo forrajero en siembra directa; forma parte de los trabajos del proyecto PRENADER Nº 34 con la Facultad de Agronomía.

## 2-REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1- SIEMBRA DIRECTA

En las últimas décadas, el proceso de degradación de los suelos del mundo parece haberse acelerado. El uso generalizado de maquinaria agrícola, la intensificación del uso de la tierra, la producción de cultivos en zonas marginales, la quema de bosques nativos y el riego son algunas de las causas de ello. La posibilidad de expandir la agricultura hacia nuevos territorios es cada vez más limitada, por lo que la preservación del recurso suelo parece ser una cuestión de sobrevivencia (Martino, 1996).

La producción de cultivos sin laboreo sería una forma de mejorar la sostenibilidad de la agricultura, principalmente a través de la preservación en cantidad y calidad del suelo. La siembra directa de cultivos sobre el rastrojo del cultivo previo, una técnica que también se conoce como "cero laboreo", está siendo crecientemente adoptada en muchas regiones agrícolas del mundo. En EEUU, 10% de un total de 112 millones de hectáreas de cultivo en 1992 fueron sembradas sin laboreo; según predicciones del gobierno, esta cifra treparía a 16% en 1995 (Becherer, com.pers.,citado por Martino 1994). En Argentina, un millón de hectáreas, o 4% del área de cultivos (Fogante 1993,citado por Martino 1994);y dos millones de hectáreas en los estados del sur del Brasil fueron sembrados con esta técnica en 1992. En Uruguay, su expansión ha sido sumamente rápida y se estima que hoy es utilizada en un 30 % del área de cultivos de invierno y en más de la mitad de los cultivos de

verano de segunda (Martino, 1996). En todos los casos, la tendencia es a un aumento creciente en el área cada año (Martino 1996).

El mismo autor cita como principales razones para la adopción de esta técnica a nivel mundial: la preocupación por la erosión; la aparición de nuevas legislaciones que promueven u obligan a usar sistemas de laboreo reducido; la acentuada reducción en el precio del herbicida glifosato luego de la expiración de su patente; la mejor eficiencia del uso del agua; y cierta ventaja económica a nivel del productor individual, principalmente debido a reducción de costos de producción.

Por otra parte, también hay un número de factores que tienden a frenar la adopción de sistemas basados en la eliminación del laboreo: la complejidad del sistema, que requiere un mayor nivel de conocimiento técnico y una mayor precisión en los momentos para realizar las operaciones de campo; las presiones por parte de ciertos grupos de interés: ambientalistas que se oponen al mayor uso de agroquímicos que, según ellos sostienen, aparejaría la masiva adopción de la siembra directa; los fabricantes de maquinaria agrícola, quienes verían afectados sus intereses comerciales; y por último, la necesidad de invertir en equipos especializados y deshacerse de los viejos implementos agrícolas.

La sostenibilidad de los sistemas de producción predominantes en el litoral oeste uruguayo estaría amenazada principalmente por la erosión de los suelos -con su doble consecuencia de agotamiento de un recurso natural y contaminación del ambiente- y la baja productividad por unidad de superficie. Es significativo que, según los niveles estimados de erosión y los rendimientos de grano en el litoral, por cada

tonelada de granos producida se "consume" entre dos y tres toneladas de suelo (Martino, 1994).

Según este autor, la solución a estos problemas pasa por el desarrollo de nuevas técnicas de producción que aumenten los rendimientos de los cultivos en forma sostenida y sean capaces de preservar y aún mejorar, la calidad de los suelos. Sistemas basados en técnicas de siembra directa pueden reunir dichas condiciones.

La siembra directa se puede definir como una técnica o sistema de producción que se basa en el uso de herbicidas para el control de malezas y que requiere el uso de máquinas sembradoras especializadas, capaces de colocar las semillas en contacto con suelo de elevado grado de consolidación a través de una capa de residuos vegetales (Martino, 1994).

La presencia de una capa de residuos vegetales sobre la superficie del suelo, atenúa o suprime el impacto de las gotas de lluvia sobre las partículas de suelo. Por otra parte, los suelos sin laboreo presentan estabilidad estructural y capacidad de infiltración superiores a las de suelos con laboreo (Giffith et al. 1986, citado por Martino, 1994). La intercepción de las gotas de lluvia y la disipación su energía cinética por la cobertura del suelo con residuos, junto con la reducción del escurrimiento superficial, conforman los efectos más importantes del no laboreo y el laboreo reducido en términos de conservación de suelos.

Si bien la cantidad de residuos sobre la superficie y principalmente, el porcentaje del área que cubren, deben ser mayores cuanto mayor sea el riesgo de erosión, es aceptado que todo sistema de laboreo que deje un 30% o más de la superficie

cubierta por residuos a la siembra genera una muy importante reducción de erosión y se lo considera un sistema de laboreo conservacionista (Allmaras et al.1991; ASAE, 1989, citado por García Préchac, 1997).

La cubierta de residuos sobre la superficie del suelo actúa como aislante térmico, debido a su baja difusividad térmica en relación a la del suelo (Gupta et al.1981). Dicha capa también incrementa el albedo (proporción de la radiación solar que es reflejada) reduciendo la radiación neta incidente en la superficie debido a su color claro (Enz et al.1988); la diferencia de albedo entre suelo cubierto por residuos y suelo descubierto aumenta cuanto más oscuro el color o más húmeda la superficie del suelo (García Préchac, 1996). Además, disminuye la velocidad del viento contra la superficie debido a su rugosidad. Estos factores resultan en un reducido intercambio de calor entre el suelo y la atmósfera en comparación con suelo desnudo. Las consecuencias son variadas: una menor amplitud térmica en suelos bajo cero laboreo que en aquellos sin residuos en superficie; enlentecimiento del proceso de implantación de los cultivos; mayor retención de humedad en el suelo; mayor incidencia de daños por heladas en cultivos sensibles, ya que el rastrojo atenúa la radiación de onda larga que emite la tierra durante la noche (Martino, 1994).

La no perturbación del suelo junto con la acumulación de residuos sobre la superficie produce grandes cambios en la dinámica y distribución de nutrientes al establecerse un sistema de cero laboreo. La mineralización de la materia orgánica del suelo se ve reducida y la magnitud del enlentecimiento dependerá de la cantidad de residuos, del tipo de residuos tanto en su forma física como en su composición

química y de las condiciones climáticas (Bordoli, 1996).

La mayor infiltración de lluvias, el mayor almacenaje de agua en el perfil, junto a la menor evaporación resultarían en un aumento en el potencial de lixiviación de nitratos y de denitrificación. Por otro lado, el cero laboreo conduce al largo plazo a una mayor cantidad y continuidad de macroporos, lo que unido a la mayor infiltración también aumentaría el riesgo de pérdidas de nitratos por lixiviación (Sharpley y Smith, 1993).

Como es esperable debido a la mayor humedad, a la menor fluctuación de la temperatura diaria y a la acumulación de residuos orgánicos en la superficie del suelo, usualmente hay mayor actividad microbiana en suelos bajo cero laboreo comparados con suelos bajo laboreo convencional (Doran, 1980). Normalmente hay también una mayor presencia de bacterias anaerobias lo cual resulta en menor potencial de oxidación y mayores pérdidas de nitrógeno por desnitrificación en suelos no laboreados (Linn y Doran, 1984).

Así mismo, las oportunidades de incorporación de fertilizantes nitrogenados en el suelo debajo de la capa de residuos se ve limitada en este sistema, por lo cual las pérdidas por volatilización de amoníaco cuando se apliquen fertilizantes amoniacaes en superficie se ven incrementadas (Stecker et al, 1993). Esto es especialmente importante al aplicar urea ya que produce un pH alcalino en la zona de disolución (Bordoli, 1996).

Debido a las mayores probabilidades de pérdida de nitrógeno en cero laboreo en aplicaciones en cobertura sobre la superficie del suelo, sería conveniente la aplicación

de fertilizante nitrogenado localizado incorporado por debajo de la capa de residuos (Griffith et al, 1977). Esta localización disminuiría las pérdidas de eficiencia por inmovilización de los residuos, volatilización de amonio y lixiviación de nitratos por flujo preferencial (Bordoli, 1996).

Las mejoras al suelo ocurren lentamente pero existe suficiente evidencia de incrementos a largo plazo del contenido de materia orgánica, de la eficiencia del uso del nitrógeno y el fósforo, de la capacidad de retener agua y de mejoras en la estructura. A corto plazo, se destacan como ventajas del cero laboreo la reducción en el número de pasadas y en el consumo de combustible así como menor parque de maquinaria requerido (Sprague y Triplett 1986).

El elevado uso de agroquímicos, principalmente herbicidas, sería la principal desventaja del cero laboreo, en lo que a aspectos ambientales respecta. Sin embargo, es necesario puntualizar que el herbicida más utilizado en siembra directa, el glifosato, reúne una serie de características que lo hacen muy inocuo para el ambiente: baja toxicidad para mamíferos, rápida inactivación y descomposición en el suelo, mínimo efecto sobre la microflora y la mesofauna del suelo, y no deja residuo alguno en los alimentos (Martino, 1994).

Al trabajar en condiciones de suelo imperturbado las sembradoras deben ser rediseñadas. Existe una amplia gama de máquinas sembradoras que interaccionan con el tipo de suelo y factores climáticos, produciendo diversos grados y formas de disturbación del suelo alrededor de la semilla. Los tipos de cuchillas cortadoras, abresurcos y ruedas compactadoras son todos importantes en la determinación de la

profundidad de siembra, la distribución de la semilla, el grado de contacto semilla-suelo, la compresión del suelo alrededor de la semilla y la forma del surco de siembra, entre otros factores (Choudhary y Baker 1981, Ward et al 1991, citado por Martino 1994).

## **2.2-PASTURAS CONSOCIADAS**

Durante años se ha usado el método de establecer pasturas junto con un cereal, con el objetivo principal de reducir el tiempo que la tierra permanece improductiva y obtener una pastura de establecimiento menos costosa inmediatamente después de la cosecha o el uso del cultivo. Esta práctica reduce el riesgo de erosión de todo el sistema de producción o rotación (García,1992). Las pasturas consociadas a menudo fracasaron en lograr un establecimiento satisfactorio, estando esto claramente relacionado a la competencia entre el cultivo y la pastura asociada. Al respecto White(1973) manifiesta que las especies de cultivos, en especial las gramíneas, poseen semillas de mayor tamaño, mayores tasas de crecimiento, tallos más altos y sistemas radiculares más profundos que las especies de leguminosas y por lo tanto, son capaces de competir con mayor éxito por los nutrientes y la humedad del suelo. Debido a su mayor estatura también sombrea a la pastura y reducen su crecimiento. Broughman(1959), demostró que en un cultivo de cebada forrajera de 30 cm de altura, la luz que llegaba a los ápices de ryegrass a 15 cm de altura era sólo el 20% de la luz del día, mientras que las hojas de trébol situadas a 7 cm de altura recibieron poco más de un 10%.

Santhirasegaram y Black(1967) hallaron que el porcentaje de luz del día que alcanza la superficie de la pastura debajo de trigo, 18 semanas después de la siembra fue de 30.

En otro trabajo, Santhirasegaram y Black(1960) comparando la producción de materia seca del primer año de wimmera ryegrass (*Lolium rigidum*) y trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*), sembrados solos y asociados a trigo, encontraron que los tratamientos asociados rinden en promedio un 69% menos respecto a la pastura sembrada sola. Al segundo año la tendencia general se mantiene, observándose un menor stand de plantas en aquellas pasturas sembradas consociadas, concluyendo que la reducción en el número se explica principalmente por la competencia por luz, ya que la cantidad de nutrientes y humedad fue considerada suficiente por parte de los autores.

En definitiva, en la mayoría de los casos, los cultivos tienen un efecto adverso en el establecimiento de las pasturas asociadas, a pesar de las ventajas que ya se citaron, que explican la adopción de las siembras consociadas por los productores. En algunos casos los efectos negativos sobre la pastura desaparecen después del primer año, siempre que la fertilización y el manejo de la pastura hayan sido adecuados. En otras ocasiones, en especial cuando el cultivo ha sido vigoroso y las precipitaciones bajas, los efectos adversos pueden permanecer durante un tiempo más prolongado y el suelo desnudo ser invadido por malezas (White, 1973).

## 2.3-METODOS DE SIEMBRA

En condiciones prácticas, los factores por los cuales compite una pastura asociada (nutrientes, agua y principalmente luz) pueden ser relativamente controlables manejando la densidad de siembra, espaciamiento y ubicación del cultivo respecto a la pradera. Estas variables originan diferencias en cuanto a composición botánica, porcentaje de establecimiento y vigor de las plantas.

En este sentido, Minina(1960) en experimentos realizados en Rusia, constata que la distribución de plantas a la siembra es un importante factor para regular la proporción de especies en mezclas forrajeras. Con siembras en línea, especies con semillas pequeñas (leguminosas) logran bajas implantaciones comparando con siembra al voleo. Por el contrario, especies de semilla de mayor tamaño y lento crecimiento inicial (gramíneas) sufren mayores pérdidas al ser sembradas al voleo. La implantación más favorable se logra combinando ambos métodos; por un lado, festuca(*Festuca arundinacea*) y bromus(*Bromus catarticus*) fueron sembrados en líneas a 15 cm y el trébol rojo(*Trifolium pratense*) y timoty(*Phleum sp.*) fueron sembrados al voleo entre las filas. De este modo, se logró un incremento en la producción de materia seca del orden del 23%, mientras que la densidad de siembra se redujo un 30%. A su vez, el alto stand de plantas logrado y la reducción de la competencia interespecífica, resulta en una prolongación de la vida productiva de la pradera, en una apropiada composición botánica y menor enmalezamiento.

Según White(1973), mediante los distintos métodos de siembra se estará

determinando en que grado la semilla alcanza una humedad apropiada y los nutrientes del suelo o agregados por el fertilizante le sean disponibles y además se determinará la eficiencia con que se usa la semilla. Los métodos más contrastantes son por un lado la siembra al voleo y por otro, la siembra en líneas.

La siembra al voleo resulta en una mejor cobertura que la siembra en hileras y es mucho más rápida, pero la profundidad de siembra es menos precisa y en condiciones secas esto resulta en una emergencia lenta y desigual. Además, como el establecimiento resultante de siembras al voleo es menor que el de siembras en hileras, para obtener una población similar debe utilizarse mayor densidad de semillas en siembras al voleo, mientras que la eficiencia en el uso del fertilizante es menor (White, 1973).

La siembra en hileras tiene la ventaja de que la semilla puede sembrarse dentro de un suelo húmedo, a una profundidad uniforme y muy próxima al fertilizante. Sin embargo, la siembra con una distancia entre hileras de 15-18 cm resulta en una cobertura del terreno relativamente pobre, con el suelo desnudo entre hileras permaneciendo durante cierto tiempo o siendo invadido por malezas. Además, la aglomeración dentro de la hilera puede provocar el sombreado de las especies de establecimiento más lento, como el trébol blanco y el dactylis, por parte de las de establecimiento más rápido como el ryegrass. Esta competencia es aún mayor cuando también se siembra un cultivo consociado (White, 1973).

En un trabajo realizado en Australia sobre el efecto de la fertilización en bandas en la implantación de praderas, Carter(1967) concluye que el uso de

nitrógeno en la implantación puede tener inconvenientes ya que según las dosis y tipo de fertilizante utilizado se puede llegar a dañar las plántulas, principalmente de leguminosas. Para este autor la siembra directamente sobre la línea de fertilizante puede producir demoras en la emergencia o bien muerte de plántulas y reducción del porcentaje de establecimiento por dos razones:

a) un efecto tóxico debido generalmente a vapores de amonio que se da cuando los fertilizantes usados son fosfato diamónico y urea.

b) por un efecto osmótico, producto de la gran concentración de sales que hay alrededor de la semilla cuando el fertilizante se disuelve en agua del suelo, efecto que puede agravarse en condiciones de sequía a la siembra.

En siembras de trébol blanco, se obtienen mayor stand de plantas al sembrarlo en líneas a 0,6 cm de profundidad que en siembras superficiales al voleo, donde se requiere el doble de la densidad de siembra para lograr similares resultados (Shaller y George, 1978).

Según Van Keuren(1986), las principales razones que explican las bajas implantaciones en siembras al voleo son la pobre germinación, excesiva cantidad de restos vegetales sobre la superficie, imposibilidad de la radícula de alcanzar y penetrar el suelo, desecación de la radícula, ataques de insectos y competencia de malezas.

En resultados de ensayos realizados en Inglaterra durante tres años, Peto(1962) concluye que en cultivos consociados con pradera, se logran mejor

implantación de *dactylis (Dactylis glomerata)* y *festuca (Festuca arundinacea)* al ser sembradas en líneas en vez de al voleo; por otra parte, en siembras de ryegrass se logran resultados satisfactorios al ser sembrado al voleo.

En trabajos con mezclas de alfalfa (*Medicago sativa*) y *dactylis (Dactylis glomerata)*, Chamblee y Lovvorn(1953) compararon tres métodos de siembra: al voleo, mezcla en la misma línea y en líneas alternas. Se logró un mayor stand inicial de plantas de *dactylis* cuando fue sembrado en líneas alternas y en mezclas con alfalfa en la misma línea. Evaluando producción de forraje, el método de siembra tuvo mayor efecto en la composición botánica de la pradera que en la producción total de forraje. La alfalfa tuvo mayor crecimiento en las siembras al voleo, mientras que el *dactylis* tiene mayor desarrollo cuando está sembrado en líneas. Considerando la producción de alfalfa, el peor rendimiento en cantidad de materia seca se obtuvo en el tratamiento con líneas alternadas, provocado por un excesivo crecimiento de la gramínea que quitó espacio a las plantas de alfalfa.

Hart, Carlson y Retzer(1963) sembraron en línea y al voleo *festuca (Festuca arundinacea)* y trébol blanco (*Trifolium repens*) en tres suelos diferentes de Estados Unidos en 29 fechas de siembra. En general, la *festuca* tuvo mejor desempeño al ser sembrada en líneas. La cantidad de trébol blanco de las parcelas fue limitada por la textura del suelo y la competencia con la *festuca*, encontrándose más de aquel en las parcelas sembradas al voleo donde la competencia con la *festuca* fue menos severa. Estos autores citan como clara desventaja de la siembra al voleo que las semillas germinan luego de lluvias poco importantes, secándose las plántulas antes de lluvias

posteriores. En cambio, en las siembras en línea, no ocurre germinación hasta existir suficiente humedad en los primeros centímetros del perfil.

Como conclusión de su trabajo, resulta que la siembra en línea produce mejores poblaciones y mayor producción de forraje que la siembra al voleo. Si el trébol blanco es sembrado con festuca, no debería ir junto con la misma dentro del surco, para tener mayores posibilidades de competir. Tal vez deberían sembrarse en líneas alternando unas con otras, o sembrar en línea la festuca y al voleo el trébol blanco.

Wagner y Hulburt(1953) compararon sembrar en líneas y al voleo festuca (*Festuca arundinacea*) y trébol blanco (*Trifolium repens*) encontrando festuca más vigorosa y mayor cantidad de plantas de trébol en la siembra en bandas. El forraje de estas parcelas, ocho meses después de la siembra, fue 130% superior respecto a las sembradas al voleo, cuando el fertilizante se aplicaba debajo de las semillas y 70% superior cuando se aplicaba 2,5 cm al costado de las mismas.

Tesar et al.(1954) reportaron que la emergencia de la alfalfa (*Medicago sativa*) y el lotus (*Lotus corniculatus*) fue 22% superior en las siembras en bandas respecto a las siembras al voleo, siendo el vigor de las plantas mucho mayor.

Haynes y Thatcher(1950) cosecharon 50% más de alfalfa en los cultivos sembrados en bandas que en aquellos sembrados al voleo.

En trabajo de revisión bibliográfica, Hart et al(1964) encontraron que sobre cien experimentos realizados entre 1952 y 1955 en Estados Unidos, en ningún caso las siembras al voleo superaron a las en líneas.

Cullen(1970) encontró que la siembra en línea de pasturas compuestas por

gramíneas y tréboles logró una buena implantación, así como redujo la cantidad de fertilizante aplicado, logrando reducir los costos. Las pasturas sembradas en línea, comparadas con las sembradas al voleo, logran mayor velocidad de implantación y vigor de plántulas. Los mejores resultados se deben principalmente a la concentración de fertilizante en bandas cercanas a la semilla y a la localización de la semilla a una profundidad con adecuadas condiciones para la germinación.

En ensayos realizados en el sureste de EEUU, Evers(1995) evaluó el stand de plantas y la producción de materia seca de trébol rosa (*Trifolium hirtum*) al comparar cuatro métodos de incorporarlo a un tapiz de gramilla (*Cynodon dactylon*): al voleo en suelo imperturbado; en líneas en suelo imperturbado; en líneas luego de aplicado herbicida presiembra y al voleo en suelo con laboreo superficial. Estudios preliminares habían mostrado problemas en la emergencia cuando la profundidad de siembra era mayor a media pulgada, asociado principalmente al pobre vigor inicial de esta leguminosa. La siembra en líneas del trébol, con o sin aplicación de herbicida, obtuvo la mayor densidad de plantas, mientras que el peor resultado se obtuvo con la siembra al voleo con suelo imperturbado. Como consecuencia, la producción de materia seca del tratamiento con siembra al voleo fue también la menor. La siembra en líneas logró un buen contacto semilla-suelo, promoviendo un rápido crecimiento inicial y permite alcanzar adecuadas poblaciones de plantas.

Sin embargo, Hunt et al.(1963) reportan que la siembra al voleo de dactylis (*dactylis glomerata*), trébol blanco (*Trifolium repens*) y festuca (*Festuca arundinacea*) produce excelente stand de plantas; esto estuvo asociado a favorables condiciones de

humedad.

En un ensayo realizado en el departamento de Florida, Uruguay, Ferenczi et al.(1997) concluyen que los métodos de siembra evaluados en su trabajo generaron diferencias en la implantación inicial de las especies sembradas. Mientras que las leguminosas tuvieron mayor población en la cobertura, pero con menor peso y nodulación, la festuca tendió a presentar una mayor población en la siembra directa en líneas. Este comportamiento de las leguminosas es coincidente con la información nacional de ensayos de Tarmezana y Carámbula(1971) que compararon siembras con zapata y en cobertura, mientras que la festuca respondió consistentemente con lo referido para las gramíneas tanto a nivel nacional como internacional.

#### **2.4-DISTANCIA ENTRE HILERAS Y POSICION RELATIVA DE LA PRADERA RESPECTO AL TRIGO**

Santirasegaram y Black(1967) estudiaron la competencia existente en la siembra consociada de trigo y una pradera compuesta por wimmera ryegrass (*Lolium rigidum*) y trébol subterráneo (*Trifolium subterraneum*) en el sur de Australia con clima mediterráneo. En todos los tratamientos de pradera sembrada con trigo, el rendimiento de materia seca fue inferior que sembrando la pradera sola. Esta reducción fue menor cuando el trigo y la pradera fueron sembrados en filas alternas a 18 cm.

Cuando la pradera y el trigo fueron sembrados en la misma línea, existieron mayores rendimientos de materia seca a 18 cm entrefilas en vez de 36 cm. A partir del quinto

mes, estas diferencias no fueron significativas. Los autores destacan a la luz como el principal factor de competencia y por ello se explica el menor aporte relativo de forraje de trébol subterráneo en las praderas sembradas con trigo.

Respecto al rendimiento de trigo, medido como materia seca total, fue un 45% mayor sembrado solo en líneas distanciadas 18 cm que cuando se sembró asociado a la pradera. Al ser sembrado entre filas a 36 cm la tendencia se mantuvo, siendo la diferencia 16%.

Considerando aisladamente el factor distancia entre filas, el trigo rinde un 44% más cuando es sembrado solo a 18 cm que a 36 cm.

Por último, dentro de los tratamientos con pradera, el trigo de menor rendimiento fue el sembrado en líneas alternas. La tendencia observada para el rendimiento de materia seca del trigo, es la misma que para el peso de los 1000 granos.

### **3-MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1-UBICACION**

El trabajo fue realizado en el establecimiento agropecuario "Los Pepeos", próximo a la localidad de Sarandí Grande en el departamento de Florida, durante el año agrícola 1996/1997.

#### **3.2-SUELO**

El suelo sobre el cual fue implantado el ensayo corresponde a un Brunosol Eutrítico típico de las unidades La Carolina y San Gabriel-Guaycurú del mapa 1:1000000 de la Dirección de Suelos y Fertilizantes del MGAP. El análisis de suelo realizado sobre muestras compuestas extraídas a 20 cm de profundidad, en octubre de 1995, arrojó los siguientes resultados:

pH (en H <sub>2</sub> O)	MO (%)	P (ppm)Bray 1	K (meq/100 g.)
6.8	3.8	6	0.46

El ensayo fue instalado el 23 de mayo de 1996, sobre una chacra con el siguiente uso anterior: avena sembrada con laboreo reducido y máquina de siembra directa, seguida por maíz para silo en siembra directa. Previo a la siembra se aplicaron 6 l/ha de glifosato. La sembradora empleada fue una John Deere 750 de 18 surcos, cuyo tren de siembra consiste en un disco abresurco de 18 pulgadas -con un

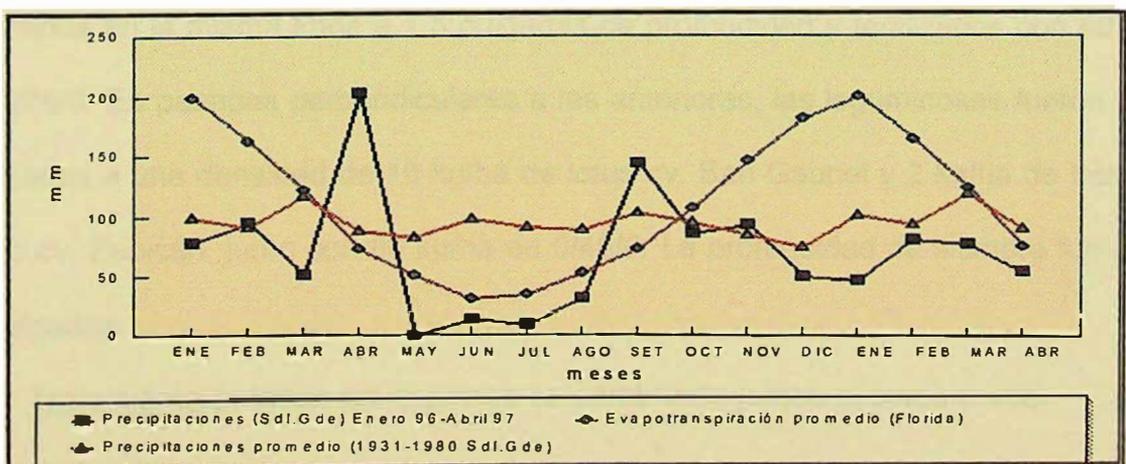
ángulo de ataque de 7 grados- junto a una rueda limitadora de profundidad de 16 pulgadas de diámetro, lo que permite regular la profundidad de cada cuerpo independientemente del resto, con una precisión de 0,5 pulgadas y 19 cm entre surcos.

El contacto semilla suelo es asegurado primero por una rueda semi-neumática que presiona la semilla en el fondo del surco y luego una rueda de hierro fundido cierra el surco.

### 3.3-CLIMA

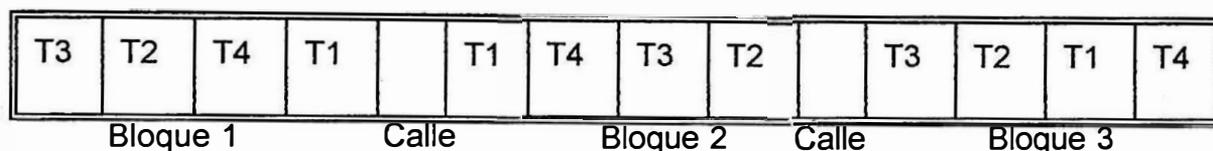
Durante el período experimental se constataron dos períodos con marcado déficit hídrico en los tres meses posteriores a la siembra y desde comienzos de la primavera de 1996 hasta el otoño de 1997. Esto se debió principalmente a las precipitaciones ocurridas, las cuales fueron menores a las históricas en esta localidad (figura 1)

**Figura 1-**Precipitación y evapotranspiración (totales mensuales); datos extraídos de la Dirección Nacional de Meteorología.



### 3.4-DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico empleado fue de bloques completos al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 13,5 por 40 metros, mientras que la separación entre los bloques fue de cuatro metros. La disposición del ensayo se describe a continuación:



### 3.5-TRATAMIENTOS

Los cuatro tratamientos se describen a continuación:

Tratamiento 1: las líneas de leguminosas se sembraron cruzadas -en distintas pasadas- a las líneas de las gramíneas. La densidad de siembra del trigo cv. Buck Charrúa fue de 80 kg/ha y la del dactylis glomerata cv. Lidacta fue de 10 kg/ha, sembrados en la misma línea a 1,5 pulgadas de profundidad y fertilizados con 80 kg. de 28/28/0. En pasadas perpendiculares a las anteriores, las leguminosas fueron sembradas a una densidad de 10 kg/ha de lotus cv. San Gabriel y 2 kg/ha de trébol blanco cv. Zapicán, junto con 80 kg/ha de 0/46/0. La profundidad de siembra fue de 0,5 pulgadas.

Tratamiento 2: todas las especies se sembraron juntas al surco a una

profundidad de siembra de 1,5 pulgadas. Las densidades de semillas por hectárea empleadas fueron las mismas que en el tratamiento 1. La fertilización fue una mezcla de 80 kg/ha de 0/46/0 y 80 kg/ha de 28/28/0 aplicada en las líneas.

Tratamiento 3: las leguminosas (lotus y trébol blanco) fueron sembradas al voleo, en densidades iguales a la de los tratamientos 1 y 2, mientras que las gramíneas (trigo y dactylis) se sembraron en líneas a una profundidad de 1,5 pulgadas, también a iguales densidades que los tratamientos 1 y 2. La fertilización fue una mezcla de 80 kg/ha de 0/46/0 y 80 kg/ha de 28/28/0 aplicada en las líneas.

Tratamiento 4: se alternaron líneas a 38 cm. de leguminosas (lotus y trébol blanco) a 0,5 pulgadas de profundidad y líneas a 38 cm con trigo a 1,5 pulgadas de profundidad, mientras que el dactylis se incluyó en todas las líneas. Las densidades empleadas fueron las mismas que en los otros tratamientos. La fertilización fue una mezcla de 80 kg/ha de 0/46/0 y 80 kg/ha de 28/28/0 aplicada en las líneas.

Todos los tratamientos fueron refertilizados con 70 kg/ha de urea (46/0/0) en julio de 1996, al macollaje del trigo y 100 kg/ha de superfosfato triple (0/46/0) en el invierno de 1997.

La Diferencia Mínima Significativa (DMS) se presenta como una medida del error experimental, pero no se le utiliza como criterio estadístico de comparación de medias. Para la comparación de las medias de los cuatro tratamientos, los tres grados de libertad de tratamientos en los ANAVA se abrieron en tres contrastes ortogonales de un grado de libertad cada uno:

- la media del tratamiento 2 vs. la media de los otros tres tratamientos.
- la media del tratamiento 4 vs. la media de los tratamientos 1 y 3.
- la media del tratamiento 1 vs. la media del tratamiento 3.

### **3.6- DETERMINACIONES**

A los 80 días de la siembra (15/8/96), se realizó el primer conteo de plantas de trébol blanco, lotus, dactylis y macollos de trigo, así como también se determinó el área ocupada por malezas. Para esto se tomaron 10 muestras por tratamiento, arrojando al azar un rectángulo de 0.1 m<sup>2</sup> (25 x 40 cm.)

El 16/10/96 (143 días post siembra) se midió la producción de materia verde y seca del trigo forrajero, el cual fue ensilado luego del corte. En el centro de las parcelas se cortó con una segadora un área de 23 m<sup>2</sup> (20 x 1.15 m.). La totalidad del trigo cortado se pesó en el campo, determinando la producción de materia verde por hectárea. Paralelamente, se tomaron muestras de cada parcela para determinar el porcentaje de materia seca y calcular la producción de materia seca por hectárea. Para la determinación de materia seca, las muestras permanecen en estufa a 65°C

durante 72 horas.

A los 197 días de la siembra (30/11/96), se realizó el segundo conteo de plantas de las especies sembradas, tomando 10 muestras de 0.1 m<sup>2</sup> por tratamiento.

Al invierno posterior a la siembra (23/7/97), se tomaron con un calador muestras compuestas de tres tomas de suelo, para determinar el contenido de fósforo de 0-5 cm, 5-10 cm y 10-15 cm de profundidad. El sitio de muestreo varió según el tratamiento: en el 1 (siembra cruzada) se tomaron muestras en las líneas de la pradera y en las de trigo; en el 2 (todo al surco) las muestras se tomaron en las líneas con trigo y pradera mezclados; en el 3 (leguminosas al voleo) se muestreó en las líneas de trigo y en la entrefila, representativa del nivel de fósforo del suelo sin fertilizar, mientras que en el 4 (líneas alternas) se muestreó en las líneas con trigo y en las con pradera. Las muestras permanecieron 48 horas en estufa a 105°C y por el método de Bray N°1 se determinó el contenido de fósforo en el laboratorio.

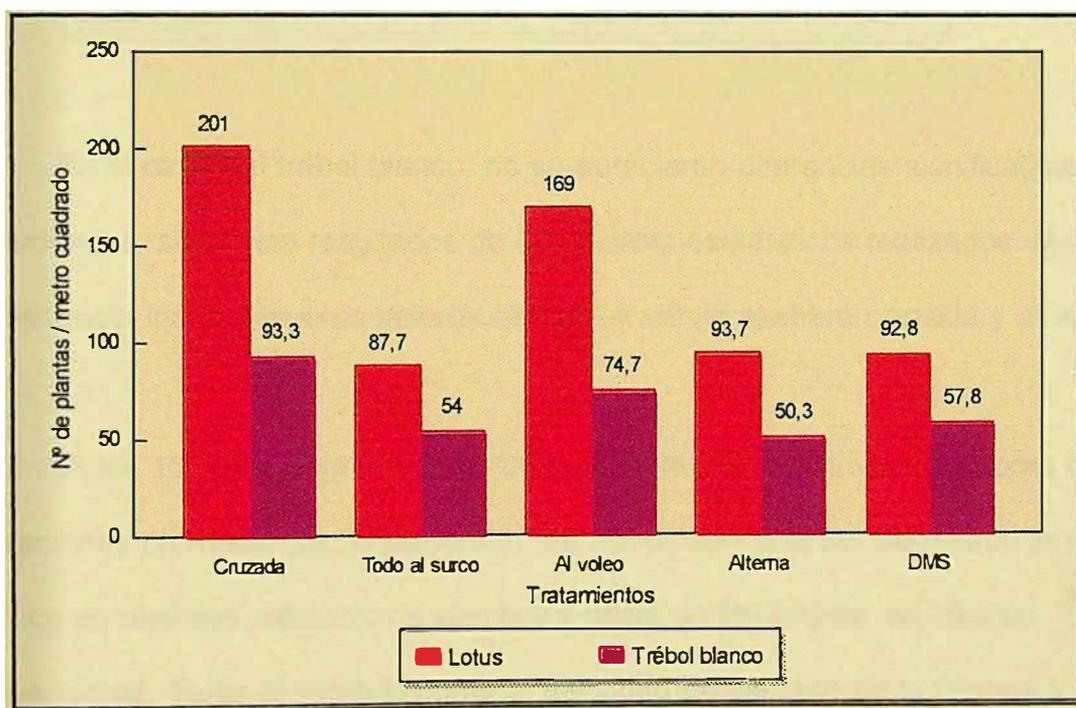
A finales del invierno posterior a la siembra (2/9/97), se realizó el tercer y último conteo de estolones de trébol blanco, plantas de lotus y macollos de dactylis. También se estimó el porcentaje del área ocupada por especies sembradas, malezas y suelo descubierto. Para esto, como en los anteriores conteos, se tomaron 10 muestras por tratamiento, arrojando al azar un rectángulo de 0,1 m<sup>2</sup> (25 x 40 cm.).

## 4-RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1-IMPLANTACION DE LA PRADERA

La forma de instalar la pradera consociada afectó la emergencia y establecimiento de las especies sembradas (figura 2), encontrándose diferencias significativas en el stand de plantas en los diferentes tratamientos (cuadro 1).

**Figura 2** -Stand de plantas de leguminosas 80 días postsiembra.



De los resultados obtenidos en los contrastes realizados en el establecimiento de plantas de lotus, surgen diferencias significativas entre tratamientos. La siembra de

leguminosas en filas cruzadas a las del trigo obtuvo mayor población inicial que la lograda con la siembra en surcos junto con el trigo y en la siembra en filas alternas, no siendo significativamente diferente de la siembra de leguminosas al voleo. El peor resultado se obtuvo en la siembra en el mismo surco que el trigo, con una significancia del 7% respecto al promedio de los otros tres tratamientos.

**Cuadro 1** -Resultados de los contrastes para el stand de plantas de lotus y trébol blanco 80 días postsiembra.

CONTRASTE / VARIABLE	TREBOL BLANCO		LOTUS	
	F	Pr > F	F	Pr > F
Todo al surco vs otros	0,95	0,37	4,67	0,07
Alterna vs cruzada y al voleo	2,71	0,15	7,73	0,03
Cruzada vs al voleo	0,62	0,46	0,71	0,43

En el caso del trébol blanco, no se apreciaron diferencias significativas entre tratamientos, según los resultados de los análisis estadísticos realizados. No obstante, la tendencia indica mayores valores obtenidos con la siembra cruzada y al voleo.

.A los 100 días post siembra, Diaz y Moore(1980) obtuvieron valores de poblaciones promedio de 56 plantas/m<sup>2</sup> de trébol blanco al ser sembrado junto con festuca en distintos métodos de siembra y dosis de fertilizante, en laboreo convencional. Tanto el método como la densidad de siembra de la festuca y la pradera afectaron el número de plántulas: en aquellos tratamientos en que el trébol blanco fue sembrado al voleo, se obtuvieron 2,7 veces más plántulas que en los sembrados en líneas (43 plantas/m<sup>2</sup> vs. 16 plantas/m<sup>2</sup>).

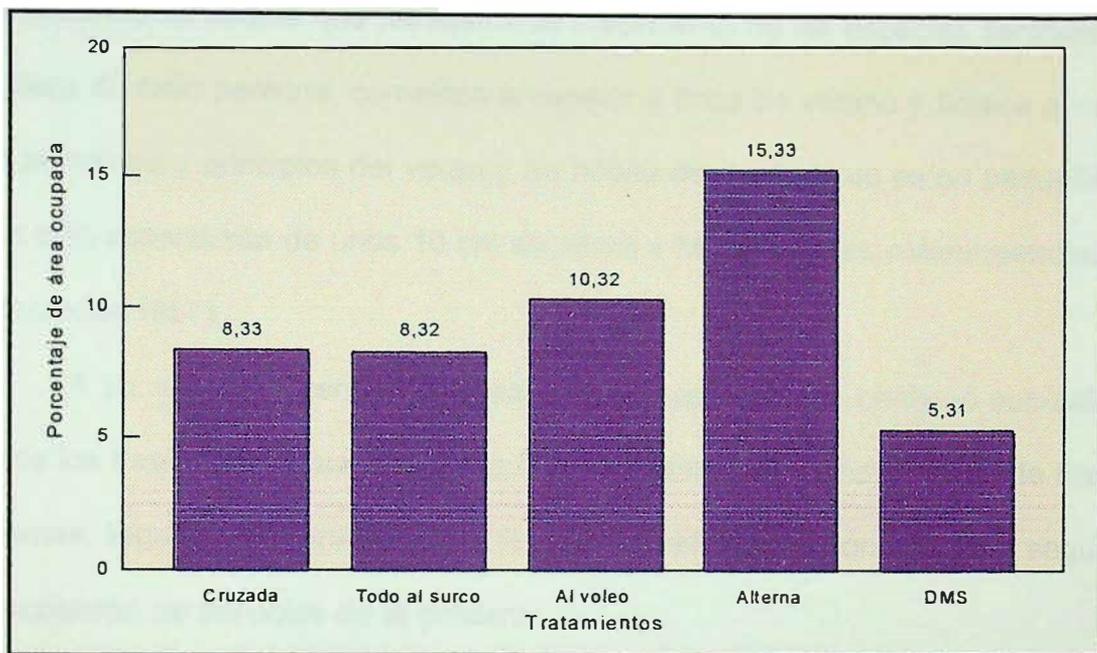
En un trabajo realizado en un suelo del Cristalino profundo, Ferenczi et al.(1997) a los 110 días post siembra lograron valores de 82 plantas/m<sup>2</sup> y 27,2 plantas/m<sup>2</sup> de lotus y trébol blanco, respectivamente, en siembra directa y de 168,1 plantas/m<sup>2</sup> de lotus y 45,8 plantas/m<sup>2</sup> de trébol blanco en siembra al voleo en cobertura. El ensayo fue instalado en un tapiz con y sin aplicación de glifosato y paraquat, en diferentes dosis.

#### **4.2-ENMALEZAMIENTO A LA IMPLANTACION**

Al momento de determinar la implantación de la pradera, se determinó el área ocupada por malezas (figura 3), existiendo diferencias significativas entre tratamientos como se observa en el cuadro 2.

La siembra de las leguminosas en filas alternas con filas de trigo forrajero fue la que presentó el mayor porcentaje del área ocupado por malezas, con significación estadística. La tendencia a mayor enmalezamiento del tratamiento con las leguminosas sembradas al voleo no resultó significativa.

**Figura 3** -Porcentaje del área ocupada por malezas 80 días postsiembra.



**Cuadro 2** -Contrastes de medias para el área ocupada por malezas 80 días postsiembra.

CONTRASTE / VARIABLE	MALEZAS	
	F	Pr > F
Todo al surco vs otros	2,88	0,14
Alterna vs cruzada y al voleo	10,2	0,02
Cruzada vs al voleo	0,84	0,39

La excesiva distancia entre filas con trigo forrajero en la siembra alterna, permite una mayor penetración de luz a la entrefila respecto a los otros tratamientos y genera condiciones más favorables para el enmalezamiento.

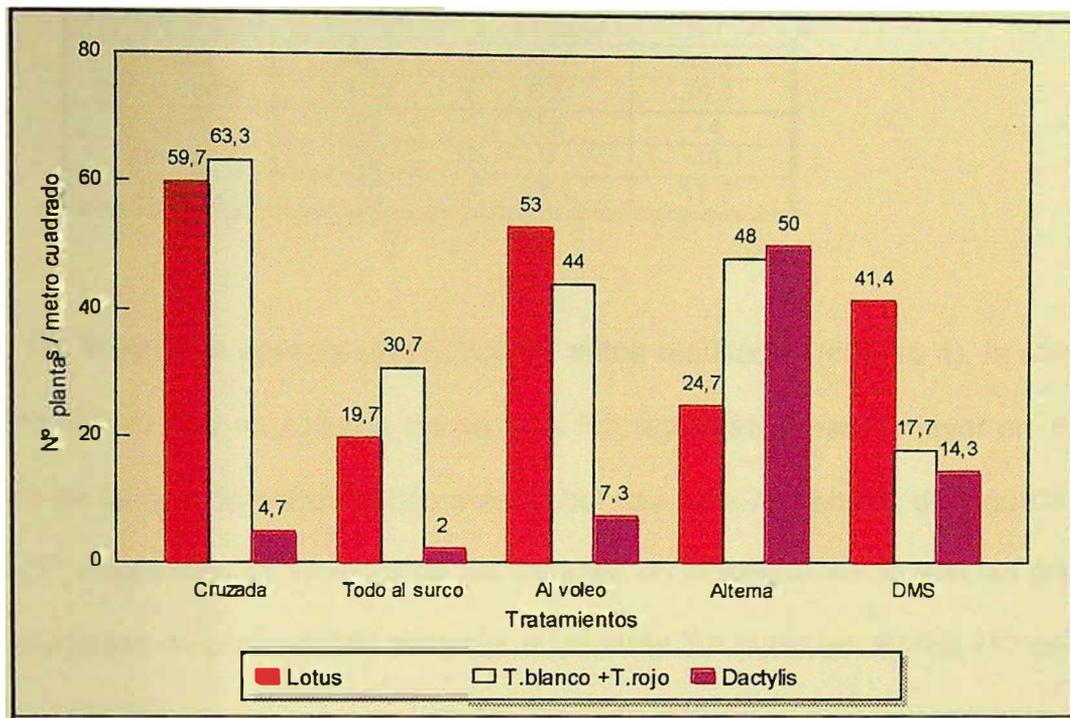
Este nivel de enmalezamiento fue importante debido a las características de *Gnaphalium spicatum*, maleza predominante (Ríos, Amalia com.pers.) así como por las condiciones de sequía que retrasaron el crecimiento de las especies sembradas. Esta maleza de ciclo perenne, comienza a vegetar a fines de verano y florece a mediados de primavera y principios del verano. Su hábito de crecimiento es en pequeñas matas con tallo ascendente de unos 10 cm de altura y hojas basales subarrosetadas (Marzocca, 1957).

A su vez, el porcentaje de área ocupada por malezas continuó aumentando en todos los tratamientos, siendo este aumento relativamente mayor en el de filas alternas, llegando a ocupar gran parte de la entrefila. Esto condicionará, seguramente, la población de especies de la pradera.

#### **4.3-STAND DE PLANTAS AL 30/11/96**

En la figura 4 se presenta el stand de plantas existentes luego que el trigo forrajero fue cortado y ensilado. Se observa que la sobrevivencia fue, en general, baja, siendo esta de 42, 36, 40 y 50% respecto a la población presente 80 días post siembra en cada tratamiento respectivamente.

**Figura 4** -Stand de plantas forrajeras sembradas, al 30/11/96.



En este conteo, se incluye junto con las especies sembradas al trébol rojo por considerar que el mismo fue incorporado al tapiz como contaminación de las semillas de trébol blanco. En el conteo de plantas anterior no pudieron ser diferenciadas plantas de trébol blanco y trébol rojo, por estar la mayoría en estado de primeras hojas verdaderas.

En el componente leguminosas de la pastura, se observa que la tendencia es de mayor cantidad de plantas por metro cuadrado en los tratamientos 1 y 3 (figura 4). El cuadro 3 muestra como está compuesta la barra "trébol blanco más trébol rojo" en la figura 4.

**Cuadro 3** -Medias del stand de plantas de trébol al 30/11/96.

TRATAMIENTO	T.BLANCO	T.ROJO	TB + TR
cruzada	45,7	17,7	63,4
todo al surco	24,3	6,3	30,6
al voleo	29	15	44
alterna	39	9	48
DMS	25	17,1	17,7

De acuerdo al análisis estadístico de estos resultados (cuadro 4), la siembra de leguminosas en filas cruzadas a las de trigo fue significativamente mayor en el número de plantas de trébol blanco más trébol rojo, que la siembra de leguminosas al voleo (3<sup>er</sup> contraste). La siembra de los tréboles en el mismo surco que las gramíneas a 1,5 pulgadas de profundidad continúa mostrando los menores stands (1<sup>er</sup> contraste). Al comparar líneas alternas con siembra cruzada y al voleo no se detectaron diferencias significativas (2<sup>do</sup> contraste).

El número de plantas de lotus en la siembra en líneas cruzadas a las del trigo y en la siembra de leguminosas al voleo, resultó mayor que la cantidad de plantas de lotus sembrado en líneas alternas con el trigo, con significación de 7% (cuadro 4,2<sup>do</sup> contraste). Entre aquellos, la población de lotus no fue significativamente diferente. Con significación de 10%, el número de plantas de lotus sembrado en el mismo surco que las gramíneas, fue menor que en el promedio de los otros tres tratamientos (1<sup>er</sup> contraste).

**Cuadro 4** -Resultados de los contrastes ortogonales para el stand de plantas al 30/11/96.

CONTRASTE/VARIABLE	T.BLANCO+T.ROJO		LOTUS		DACTYLIS	
	F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F
Todo al surco vs otros	12,81	0,01	3,58	0,108	15,33	0,008
Alternas vs cruzada y al voleo	0,82	0,4	4,67	0,074	75,72	0,0001
Cruzada vs al voleo	7,16	0,04	0,16	0,7	0,21	0,7

A los 195 días post siembra (20/11), Díaz y Moore(1980) no encontraron diferencias significativas en el componente leguminosas entre métodos de siembra. Sin embargo, a los 232 días post siembra (27/12), el trébol blanco fue afectado significativamente por el método de siembra. Los tratamientos en que el trébol blanco fue sembrado en líneas con la festuca presentaron una producción claramente menor que aquellos en que se sembró al voleo. Si bien no se observaron diferencias significativas para el lotus, la tendencia fue similar a la observada para el trébol blanco.

En el caso del dactylis, se constató una muy baja implantación en los tres primeros tratamientos, siendo significativamente mayor en la siembra en líneas alternas (cuadro 4, 2<sup>do</sup> contraste). El resultado del primer contraste (todo al surco vs. otros) debe atribuirse a que en los "otros" se incluye a la siembra en líneas alternas.

La mayor habilidad competitiva del trigo forrajero respecto al dactylis -al ser una especie anual de rápido crecimiento inicial y gran capacidad de macollaje- explica las diferencias encontradas entre tratamientos. Incluso en el tratamiento donde se logró el mayor nivel de implantación existió gran competencia con el trigo en las filas, estando situadas la mayor parte de las plantas presentes en la entrefila sin trigo, junto a las leguminosas.

#### 4.4-STAND DE PLANTAS AL 2/9/97

El potrero de 27 ha, donde el ensayo estaba instalado, fue pastoreado desde el 23/7/97 hasta el 5/8/97 por 92 vacas Holando en producción. Desde el pastoreo hasta la realización de este conteo de plantas, ocurrieron precipitaciones de 68 mm en agosto y 25 mm en setiembre.

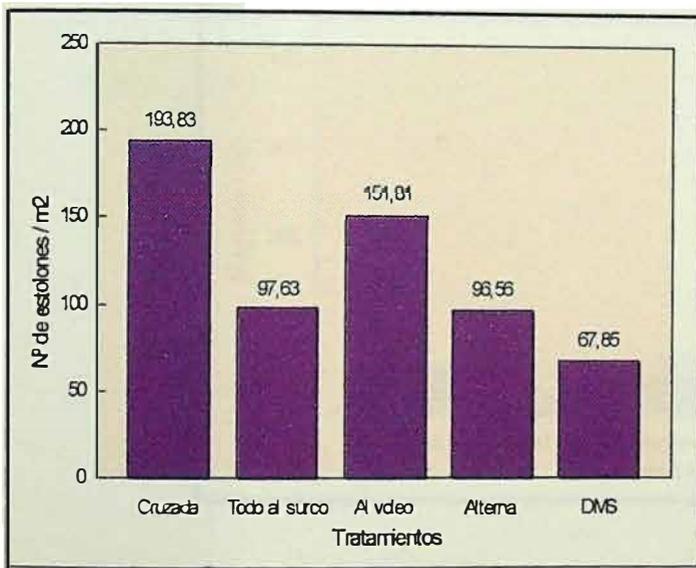
En esta evaluación de población de plantas, debido al estado de desarrollo y diferencias morfológicas propias de cada especie, se determinaron las siguientes variables: estolones de trébol blanco, plantas de lotus y macollos de dactylis.

El comportamiento general observado para ambas leguminosas fue similar (figuras 5 y 6). La siembra de leguminosas en filas cruzadas a las del trigo y la siembra de las mismas al voleo, presentaron un mayor stand que los restantes tratamientos. En este sentido, para el número de estolones de trébol blanco por metro cuadrado, existieron diferencias significativas al comparar la siembra cruzada y al voleo, con la siembra en filas junto al trigo y en filas alternas (cuadro 5).

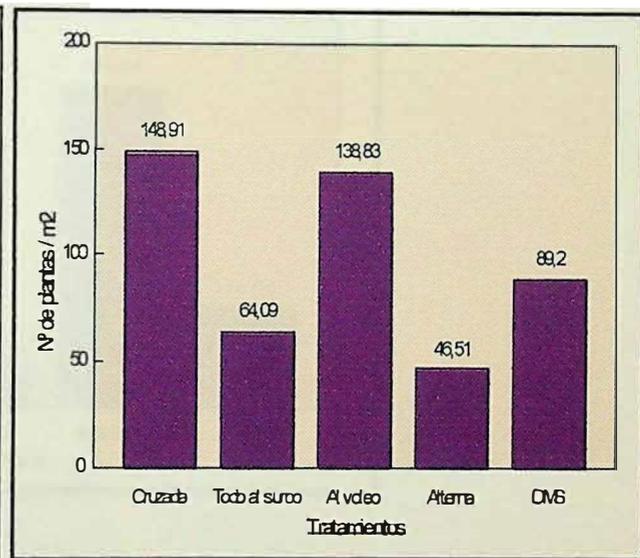
Al comparar el número de plantas de lotus de la siembra en filas junto al trigo con el promedio de los restantes, no se obtuvieron diferencias significativas porque en dicho promedio intervino el tratamiento sembrado en filas alternas. El contraste de la siembra en filas alternas con el promedio de la siembra en filas cruzadas y al voleo fue significativo al 2%, lo que permite concluir que estos dos últimos tratamientos tuvieron un número de plantas significativamente mayor que los restantes.

Considerando la población de leguminosas lograda en los mejores tratamientos -siembra en filas cruzadas y siembra al voleo- si bien la diferencia entre ellos no fue significativa, la tendencia observada fue de mayores valores en la siembra en filas cruzadas.

**Figura 5-**Número de estolones de trébol blanco por metro cuadrado el 2/9/97.



**Figura 6-**Número de plantas de lotus por metro cuadrado el 2/9/97.

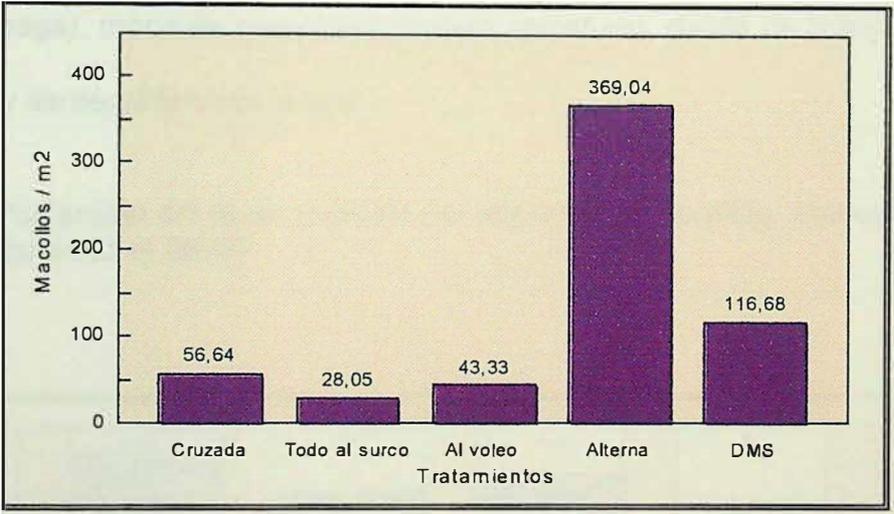


**Cuadro 5-**Resultados de los contrastes para el número estolones de trébol blanco, plantas de lotus y macollos de dactylis por metro cuadrado, el 2/9/97.

CONTRASTE/VARIABLE	TRÉBOL BLANCO		LOTUS		DACTYLIS	
	F	P>F	F	P>F	F	P>F
Todo al surco vs otras	4,83	0,0703	2,53	0,163	10,86	0,0166
Alterna vs cruzada y al voleo	10,08	0,0192	9,51	0,0215	59,7	0,0002
Cruzada vs al voleo	2,3	0,1806	0,08	0,7913	0,08	0,7886

La evaluación del componente gramínea de la pastura, evidenció diferencia estadística en el número de macollos de dactylis en favor del tratamiento 4 -siembra de leguminosas y dactylis en filas alternadas con filas de trigo- (figura 7 y cuadro 5). Es en este donde se logró la mayor implantación y persistencia de dactylis.

Figura 7-Número de macollos de dactylis por metro cuadrado el 2/9/97.



El comportamiento relativo de los distintos tratamientos a lo largo de las evaluaciones de población realizadas desde la implantación hasta este último conteo, fue el mismo:

-la siembra de leguminosas en filas cruzadas a las de trigo y al voleo fueron significativamente superiores a los tratamientos en que las leguminosas fueron sembradas en el mismo surco que el trigo y en filas alternas.

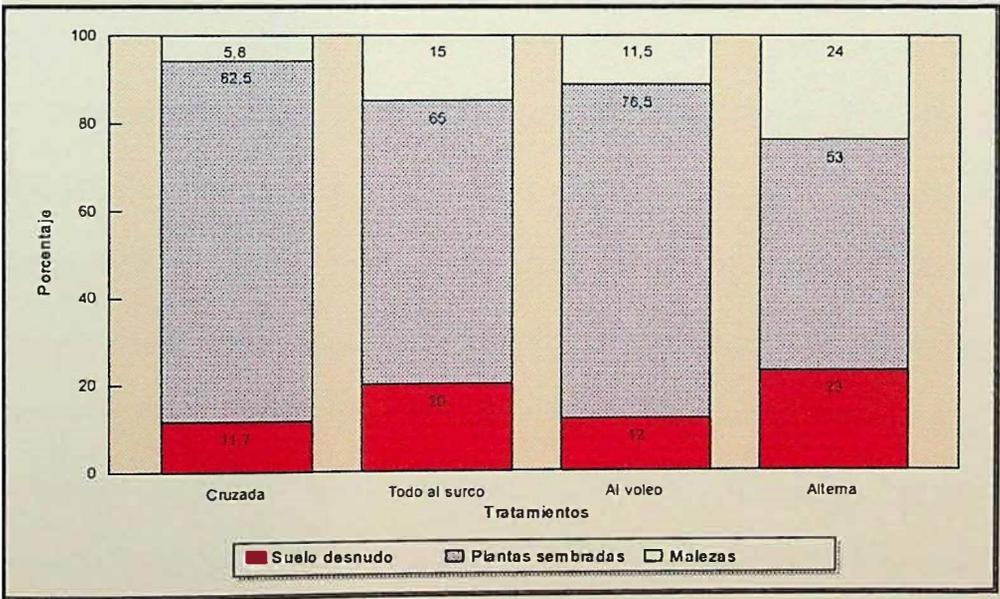
-dentro de los tratamientos superiores, la siembra en filas cruzadas tendió a

lograr mayores niveles de leguminosas.

-la siembra de leguminosas y dactylis en filas alternas a las de trigo, obtuvo los mayores valores de dactylis.

Junto con el conteo de los distintos componentes de la pastura, se evaluó el área ocupada por las especies sembradas, por malezas y por suelo descubierto (figura 8). Las malezas predominantes fueron manzanilla(*Anthemis cotula*), viznaga (*Ammi viznaga*), moco de oveja(*Gnaphalium spicatum*), diente de león(*Taraxacum officinale*) y llantén(*Plantago major*).

**Figura 8**-Porcentaje del área ocupada por especies sembradas, malezas y suelo descubierto el 2/9/97.



El tratamiento 4, por tener las filas de pradera distanciadas 38 cm, es el que presentó el menor porcentaje de área ocupada por especies sembradas. Una vez retirado el trigo, la entrefila permaneció como suelo desnudo, o bien fue invadida por malezas. De hecho, fue el que presento el mayor porcentaje de suelo desnudo y malezas, con significación estadística (cuadro 6).

**Cuadro 6-**Resultados de los contrastes para el porcentaje del área ocupada por especies sembradas, malezas y suelo descubierto el 2/9/97.

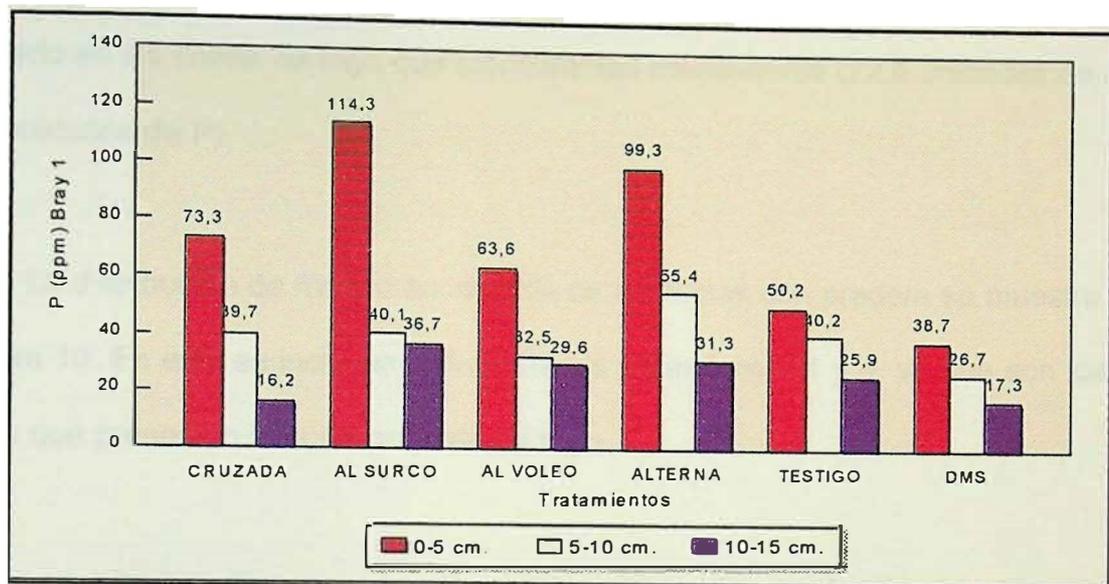
CONTRASTE/VARIABLE	%MALEZAS		%PASTURA		%SUELO DESNUDO	
	F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F
Todo al surco vs otras	0	0,9703	0,71	0,4323	0,99	0,3571
Alternativa vs cruzada y al voleo	6,97	0,0385	14,06	0,0095	7,41	0,0345
Cruzada vs al voleo	0,6	0,4686	0,44	0,5331	0,07	0,7998

#### 4.5-DETERMINACION DEL NIVEL DE FOSFORO EN EL PERFIL

En situaciones de siembra directa, el perfil de contenido de fósforo muestra altos niveles en la superficie y declina rápidamente a mayor profundidad, lo que genera una marcada estratificación (figura 9). De hecho, solamente en los cinco primeros centímetros se encontraron diferencias significativas en el nivel de fósforo entre la posición tomada como testigo sin fertilizar y las otras posiciones fertilizadas (cuadro 7). Por esto, el análisis de los resultados se centró en los primeros cinco centímetros.

La falta de incorporación de las aplicaciones en superficie de los fertilizantes fosfatados y de los residuos de los cultivos, junto con el ciclaje de nutrientes a través de la absorción de los cultivos desde capas más profundas del suelo, produce estratificación de los nutrientes inmóviles en la superficie del mismo (Mackay et al, 1987; Karathanasis y Wells, 1990; Karlen et al, 1991; Rehm et al, 1995, citados por Bordoli, 1996). Los contenidos de materia orgánica y de agua, generalmente presentan el mismo perfil. El fósforo es colocado entonces en una zona con alto contenido de restos orgánicos, que tienden a favorecer la absorción al incrementar la solubilidad del fósforo en la solución. Si, además, hay mayor contenido de agua en la parte superficial del suelo, se incrementa la tasa de difusión de fósforo hacia las raíces (Thomas, G, 1996). Estas serían, ventajas de la aplicación superficial del fósforo.

**Figura 9-** Nivel de fósforo en las filas con trigo a tres profundidades diferentes.



**Cuadro 7-** Resultados de los contrastes para el nivel de fósforo en las líneas con trigo a tres profundidades diferentes.

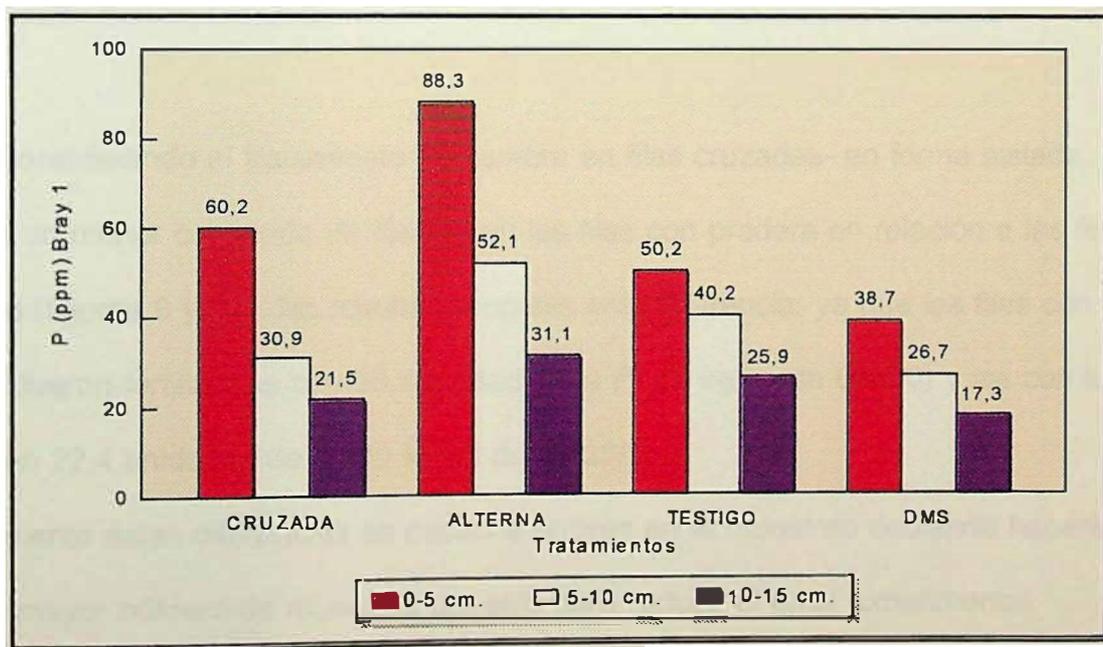
Contrastes	0-5 cm		5-10 cm		10-15 cm	
	F	Pr>F	F	Pr>F	F	Pr>F
Testigo vs. filas con trigo	5,56	0,0362	1,03	0,3303	0,54	0,4766
FT2 vs. otras	3,57	0,083	0,6	0,4533	0,17	0,6891
FT4 vs. FT1 y FT3	2,38	0,1491	3,69	0,0788	5,53	0,0366
FT1 vs. FT3	0,88	0,3677	2,51	0,1388	1,74	0,2116

Al analizar estos resultados, se observa que el contenido de fósforo del tratamiento 3 tiende a ser inferior al de los tratamientos 2 y 4, lo que no sería explicable ya que todos recibieron la misma dosis de fertilizante (59,2 unidades de P) en la misma ubicación y profundidad.

El tratamiento 1, si bien no difiere estadísticamente de los restantes, tiende a presentar un menor nivel que se explica porque recibió una menor dosis de fertilizante fosfatado en las líneas de trigo que los restantes tratamientos (22,4 unidades de P vs 59,2 unidades de P).

La distribución de fósforo en el perfil de las líneas con pradera se muestra en la figura 10. En esta se incluyen solamente los tratamientos 1 y 4, ya que son los únicos que presentan filas de pradera sin trigo.

Figura 10- Nivel de fósforo en las filas con pradera a tres profundidades diferentes.



El nivel de fósforo en las líneas con pradera de 0-5 cm de profundidad fue estadísticamente diferente al nivel del sitio tomado como testigo sin fertilizar, con significación de 10% (cuadro 8). El mayor nivel en el tratamiento de filas alternas respecto al tratamiento en filas cruzadas se explica porque en el primero se aplicaron 59,2 unidades y en el otro 36,8. Con significación de 5%, estos niveles fueron diferentes.

**Cuadro 8-** Contrastes para el nivel de fósforo en las líneas con pradera a tres profundidades diferentes.

Contrastes	0-5cm		5-10cm		10-15cm	
	F	P>F	F	P>F	F	P>F
Testigo vs. filas con pradera	3,12	0,1029	0,74	0,4068	0,99	0,3399
FP1 vs. FP4	4,62	0,0527	0,27	0,6117	0	0,9652

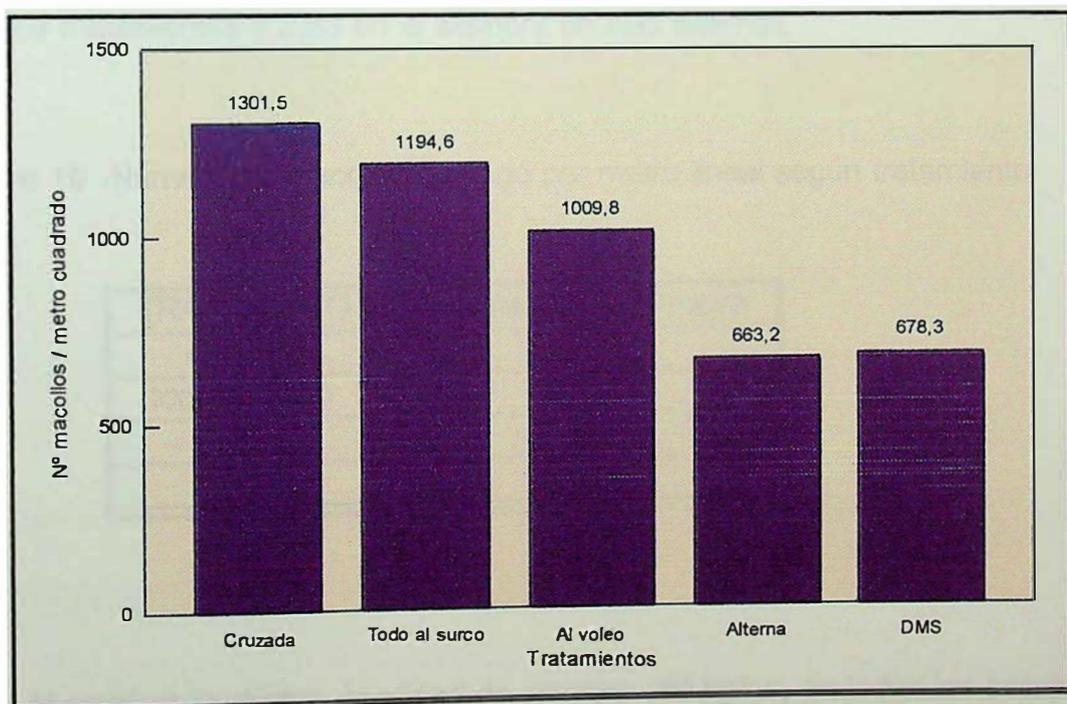
Considerando el tratamiento 1 -siembra en filas cruzadas- en forma aislada, se observa un menor contenido de fósforo en las filas con pradera en relación a las filas con trigo (figuras 9 y 10). No resulta razonable esta diferencia, ya que las filas con pradera fueron fertilizadas con 36,8 unidades de P (80 kg/ha de 0/46/0) y las con trigo recibieron 22,4 unidades de P (80 kg/ha de 28/28/0).

Seguramente estas diferencias se deban a errores en el muestreo debiendo haberse tomado mayor número de muestras por sitio para reducir el error experimental.

#### 4.6-NUMERO DE MACOLLOS DE TRIGO

La variable número de macollos por metro cuadrado a los 80 días postsiembra se presenta en la figura 11. Como se aprecia, el error experimental -expresado como DMS- es muy alto, lo que impide encontrar diferencias significativas al 5% entre tratamientos. No obstante, los contrastes entre tratamientos muestran que la siembra de trigo en filas alternas fue inferior al resto de los tratamientos al 10% de significación (cuadro 9).

**Figura 11** -Número de macollos de trigo por metro cuadrado 80 días postsiembra.



**Cuadro 9** -Resultados de los contrastes para el número de macollos de trigo por metro cuadrado 80 días postsiembra.

CONTRASTE / VARIABLE	F	Pr > F
Todo al surco vs otras	0,81	0,4
Alternativa vs cruzada y al voleo	4,21	0,09
Cruzada vs al voleo	1,11	0,33

Al considerar el número de macollos por metro lineal (cuadro 10) se aprecia que el tratamiento 4 presenta similares valores que el resto; la diferencia en el número de macollos por metro cuadrado entre tratamientos está explicada por la menor cantidad de filas con trigo que caben en un metro cuadrado: 5,26 en los tres primeros tratamientos y 2,63 en la siembra en filas alternas.

**Cuadro 10** -Número de macollos de trigo por metro lineal según tratamiento.

TRATAMIENTO	Nº de macollos por metro
cruzada	247,4
todo al surco	227,4
al voleo	192
alternativa	252,2

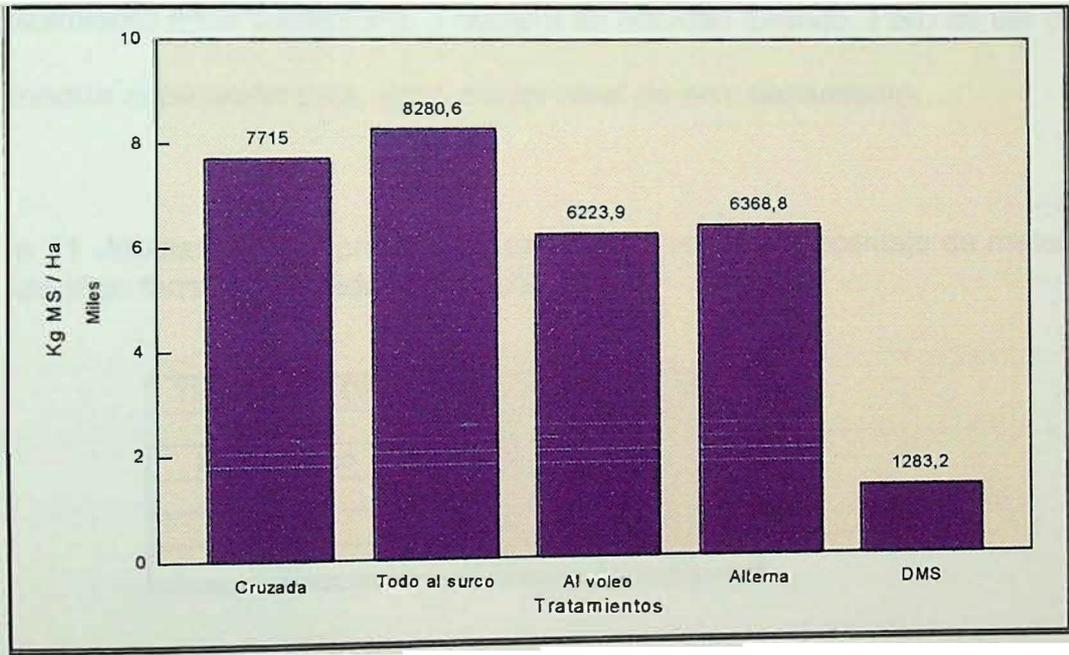
Al emplear la misma densidad de siembra (80 kg/ha) en todos los tratamientos, en el 4, al estar las filas distanciadas a 38 cm, hubo una densidad por metro lineal de 160 kg/ha. Esto ocasionó diferente competencia entre macollos en los distintos

tratamientos. En ensayos nacionales, Hoffman et al.(1991) evaluaron la respuesta de dos variedades de cebada cervecera al espacio disponible por planta, cuyos resultados pueden ser extrapolables a trigo (Hoffman,com pers.). Tanto para trigo como para cebada la respuesta en rendimiento tiende a estabilizarse entre 150 y 200 pl/m<sup>2</sup>. El número máximo de tallos logrados, el momento en el cual se lograron y la muerte de tallos, varía en función de la población y el material genético. En la medida que aumenta el número de plantas, aumenta el número de tallos logrados y ocurre antes en el tiempo. Cuanto mayor el número de tallos máximos y más temprano, muere una mayor proporción de ellos. La independencia de la tasa de macollaje y del peso por macollo a los 30 días, del espacio disponible por planta indicarían que el proceso de competencia aún no comenzó. Por lo tanto, a los 30 días post emergencia el número de tallos por metro cuadrado es función directa de la densidad de siembra. En la etapa de activo crecimiento se pierde la independencia que existía entre peso por macollo y número de tallos como consecuencia de un proceso de competencia creciente. En aquellas situaciones en que el espacio disponible por planta es mayor, se atrasa el inicio de la competencia, por lo que el macollaje continúa por más tiempo y el peso verde promedio por macollo es mayor. La reducción en la tasa de crecimiento por macollo provocada por la disminución en el espacio por planta es determinante de la fertilidad de los tallos.

#### 4.7-PRODUCCION DE MATERIA SECA DEL TRIGO FORRAJERO

Al momento de ensilar el trigo, existieron diferencias significativas en la producción de materia seca entre tratamientos (figura 12).

Figura 12 -Producción de materia seca de trigo forrajero cortado el 16/10/96.



Al comparar el tratamiento 2 con el promedio de los otros, la diferencia es significativa al 1% (cuadro 12, 1<sup>er</sup> contraste). El contraste de siembra alterna (tratamiento 4) con siembra cruzada (tratamiento 1) y siembra al voleo (tratamiento 3) no es significativo, pero con significancia de 3% si lo es el que compara el tratamiento

1 con el 3 (cuadro 12, 3<sup>er</sup> contraste). Como conclusión se puede decir que los tratamientos 1 y 2 tuvieron una producción significativamente mayor que los tratamientos 3 y 4.

No se encuentra explicación a la diferencia entre los dos primeros tratamientos y el tercero, ya que en todos se empleó la misma densidad de siembra y profundidad de siembra, así como la dosis y localización de fertilizante. Una posible especulación es que, si bien no fue estadísticamente significativo, la tendencia a mayor enmalezamiento en el tratamiento 3 hubiera en realidad existido. Pero de ser cierto, no se tendría explicación para dicho mayor nivel de enmalezamiento.

**Cuadro 11** -Medias para la producción de materia verde y porcentaje de materia seca de trigo forrajero cortado el 16/10/96.

TRATAMIENTOS	KG MV / Ha	% MS
cruzada	26707,3	28,9
todo al surco	29756,5	27,8
al voleo	25762,3	24,5
alterna	24666,7	25,8
DMS	4909,7	4,5

**Cuadro 12** -Resultados de los contrastes para la producción de materia verde, porcentaje de materia seca y producción de materia seca.

CONTRASTE/VARIABLE	MV/Ha		%MS		MS/Ha	
	F	F>F	F	F>F	F	F>F
Todo al surco vs otras	6,09	0,0485	0,87	0,3861	12,46	0,0124
Alterna vs cruzada y al voleo	0,81	0,4017	0,29	0,6119	1,75	0,2341
Cruzada vs al voleo	0,22	0,6643	5,84	0,0521	8,08	0,0295

La menor producción del tratamiento sembrado en filas alternas es explicada principalmente por el menor número de macollos por metro cuadrado y la competencia que existió entre éstos, lo que seguramente provocó menor sobrevivencia de macollos.

Hoffman et al.(1991) comprobaron que la mortalidad de plantas (siembra-cosecha) para una variedad de cebada varió en función de la densidad de siembra, lográndose valores superiores al 40% en las densidades más altas (300 plantas/m<sup>2</sup>) y el descenso del peso fresco por planta fue muy sensible a incrementos de 50 plantas en el rango de 50-200 plantas/m<sup>2</sup>.

Se encontró diferencia significativa entre los tratamientos 1 y 3 en el porcentaje de materia seca de trigo forrajero (cuadro 12). Una hipótesis que explique esto es que el trigo en los distintos tratamientos, al momento de ser ensilado, se encontrara en distinto estado fenológico, lo que no pudo ser comprobado objetivamente ya que no se observó con detalle el estado fenológico al corte. No obstante, no se explica esta diferencia ya que todos los tratamientos fueron sembrados el mismo día.

## **5-CONCLUSIONES**

El análisis de los resultados de este trabajo permitió extraer una serie de conclusiones válidas para el sitio y período en que se desarrolló el ensayo, condicionadas por un marcado déficit hídrico ocurrido durante la primavera y verano posteriores a la siembra.

El comportamiento de los distintos métodos de siembra observado en la implantación, se mantuvo a lo largo del período experimental. Por tanto, el potencial productivo de una pastura depende en gran parte del porcentaje de implantación logrado.

La siembra de la pastura en filas cruzadas a las de trigo, así como la siembra al voleo fueron significativamente superiores, en cuanto a implantación y persistencia de las leguminosas, a los tratamientos en que las leguminosas fueron sembradas en las filas junto al trigo y en filas alternas a este.

Si bien no existieron diferencias significativas entre los dos mejores métodos de siembra, la siembra en filas cruzadas tendió a lograr mayores niveles poblacionales.

La competencia ejercida por el trigo, así como la excesiva profundidad de siembra para las leguminosas provocaron que la siembra de pasturas en las filas junto con el trigo obtuviera los peores resultados.

La siembra de la pastura en filas alternas a las de trigo logró la mayor población de dactylis, con significación estadística. Ello fue debido a la buena implantación de dactylis en las filas sin trigo. La competencia ejercida por el trigo en los restantes métodos de siembra provocó bajos niveles de implantación y aporte forrajero de esta gramínea.

En chacras con importante historia agrícola la siembra en filas alternas, al generar un mayor espacio entrefilas, provoca condiciones favorables para el enmalezamiento.

Se debería investigar la forma de lograr mayores niveles de implantación de dactylis en aquellos métodos de siembra donde se logró implantar exitosamente las leguminosas, de modo de alcanzar un adecuado balance entre los distintos componentes de la pastura.

La siembra de trigo en filas alternas obtuvo una menor producción de materia seca que los restantes tratamientos, explicada principalmente por el menor número de macollos por metro cuadrado y la competencia que existió entre ellos.

## 6-RESUMEN

El objetivo del presente trabajo consistió en comparar cuatro métodos de siembra de una pradera compuesta por *Dactylis glomerata* cv.Lidacta, *Lotus corniculatus* cv.San Gabriel y *Trifolium repens* cv.Zapicán, asociados a trigo forrajero (*Triticum aestivum*) cv.Buck Charrúa, en siembra directa.

El ensayo se instaló sobre un Brunosol éutrico típico de las unidades La Carolina y San Gabriel-Guaycurú de la región del Basamento Cristalino, desarrollándose el trabajo de campo en el período mayo 1996 - setiembre 1997. El período en que se desarrolló el ensayo, presentó un marcado déficit hídrico durante la primavera y verano posteriores a la siembra. El diseño experimental fue de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones.

A los 80 días post-siembra los tratamientos de siembra de leguminosas en líneas cruzadas a las del trigo y de siembra de leguminosas al voleo lograron mayores valores de implantación de lotus. En el caso del trébol blanco, si bien no se apreciaron diferencias significativas, la tendencia fue la misma. En la siembra en filas alternas, al estar las filas de trigo distanciadas 38 cm, ocurrió el mayor nivel de enmalezamiento.

A los 195 días post-siembra, una vez ensilado el trigo, la tendencia general observada para la variable lotus se mantuvo. La siembra en filas alternas fue la que logró la mayor población de *dactylis* y tuvo similar valor de stand de plantas de trébol blanco que los métodos de siembra en filas cruzadas a las del trigo y de leguminosas

al voleo.

En el conteo de plantas realizado al invierno posterior a la siembra (2/9/97), los tratamientos de siembra de leguminosas en filas cruzadas a las del trigo y de siembra de las mismas al voleo, continuaron presentando un mayor stand que los restantes.

Sin embargo, el componente gramínea de la pastura -dactylis- logró la mayor población en la siembra en filas alternas a la del trigo. A su vez, la siembra de pradera en los mismos surcos que el trigo y la siembra en filas alternas, fueron los que presentaron mayor porcentaje del área ocupada por malezas y suelo descubierto.

Respecto a la producción de materia seca del trigo, la siembra en filas alternas obtuvo una producción menor a los restantes tratamientos, explicada principalmente por el menor número de macollos por metro cuadrado y la competencia que existió entre estos, lo que seguramente provocó un mayor porcentaje de mortandad.

## **8-BIBLIOGRAFIA**

- BORDOLI, JM.** 1996. Dinámica de nutrientes y fertilización en siembra directa. In Fernando García Prechác. Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos. Uruguay, Facultad de Agronomía. pp 25-30.
- BROUGHMAN, RW.** 1954. Pasture establishment studies. New Zealand Journal Science and Technology 36(6)47-59.
- BARBER, SA.** 1977. Applications of phosphate fertilizer. Phosphorus in Agriculture 31(70)109-115.
- CARTER, O.** 1967. The effects of chemical fertilizers on seedling establishment. Australian Journal Experimental Agriculture Animal Husbandry 7:174-180.
- CULLEN, NA.** 1971. Comparisson of drilling and broadcasting methods of establishing new pastures. New Zealand Journal of Agriculture Research 14(1):33-39.
- , 1971. The effect of nitrogenous fertilizers on establishment of new pastures. New Zealand Journal of Agriculture Research 14(1):40-46.
- CHAMBLEE, DS y LOVVORN, RL.** 1953 The effect of rate and method of seeding on the yield and botanical composition of alfalfa-orchardgrass and alfalfa-tall fescue. Agronomy Journal. 45(5):192-196.
- DIAZ, JJ y MOOR, J.** 1980. Estudios sobre métodos y densidades de siembra de praderas. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 134 p.
- DORAN, JW.** 1980. Soil microbial and biochemical changes associated with reduce tillage. Soil Sci. Soc. Am. J. 44:765-771.
- ENZ, JW; BRUN, LJ y LARSEN, JK.** 1988. Evaporation and energy balance for bare and stubble covered soil. Agric. Forest Meteor. 43:59-70.
- EVERS, GW.** 1995. Methods of rose clover establishment into bermudagrass sod. Journal of Production Agriculture 8(3):366-368.
- FERENCZI, M; JAURENA M. y LABANDERA, C.** 1997. Establecimiento y producción inicial de mejoramientos de campo realizados en cobertura y siembra directa con diferentes tipos y dosis de herbicidas. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. 59 p.

**GARCIA PRÉCHAC,F.**1992.Conservación de suelos.INIA.Serie técnica no.26.63 p.

-----,1996.Aspectos básicos del comportamiento de suelos en siembra directa: propiedades físicas.In Fernando García Prechác.Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos.Uruguay,Facultad de Agronomía.pp 11-23.

**GUPTA,SC; RADKE,JK y LARSON,WE.**1981.Predicting temperatures of bare and residue covered soils with and without a corn crop.*Soil Sci.Soc.Am.J.* 45:405-412.

**GRIFFITH.D; MANNERING,J y MOLDENHAUER,WC.**1977.Conservation tillage in the eastern corn belt. *J.Soil Water Conservation* 32:22-28.

**HART,RH; CARLSON,GE y RETZER,HJ.**1968.Establishment of tall fescue and white clover: effect of seeding method and weather. *Agronomy Journal* 60(4):385-388.

**HAYNES,J.L y THATCHER,L.E.**1950.Band seeding method for meadow crops.*Ohio Farm & Home Res.* 35:3-5.(Original no consultado; compendiado en *Agronomy Journal* 60(4):385-388.)

**HOFFMAN,E et al.**1992.Respuesta de dos variedades de cebada cervecera al espacio disponible por planta.In Mesa Nacional de Cebada.Tercera Reunión Nacional de Cebada Cervecera.Paysandú,Uruguay.pp 99-107.

**LINN,DM Y DORAN,JW.**1984.Aerobic and anaerobic microbial populations in no-till and plowed soils.*Soil Sci.Soc.Am.J.* 48:794-799.

**MININA,IP.**1960.Spacing as a factor determining crop yields and interespecific competition in grass mixtures. In The Proc. 8º International Grassland Congress bib 3 307-309.

**MARTINO,D.**1994.Agricultura sostenible y siembra directa. INIA La Estanzuela. Serie técnica no.50.29p.

-----,1996.Siembra directa en los sistemas agrícola-ganaderos del litoral.In Fernando García Prechác.Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos.Uruguay,Facultad de Agronomía.pp 41-58.

**PETO,DH.**1962 The effect of method of sowing on the establishment of grass seed crops. *Journal of the British Grassland Society.* 17(2):109-112.

- SANTIRASEGARAM,K y BLACK,JN.**1967.Competition between wheat and undersown pasture in the year of sowing and the effect of undersowing on the yield of pasture in the following year. *Journal of the British Grassland Society* 22(4):239-244.
- SHARPLEY,AN Y SMITH,SJ.**1993.Wheat tillage and water quality in the Southern Plains. *Soil and Tillage Research.* 30:33-48.
- SPRAGUE,M.A.y TRIPLETT,G.B.**1986.Tillage management for a permanent agriculture. In Sprague,M.A y Triplett,G.B.No tillage and surface tillage agriculture.The tillage revolution.Canada,John Wiley&sons.pp 437-451.
- STECKER,JA; BUCHHOLZ,R; HANSON,N; WOLLENHAUPT,N y Mc VAY,K.**1993. Broadcast nitrogen sources for no-till continuous corn and corn following soybean. *Agronomy Journal* 85:893-897.
- TESAR,MILO B.,KIRK LAWTON,y BERGENE KAWIN.**1954.Comparison of band seeding and other methods of seeding legumes.*Agronomy Journal* 46:189-194.(Original no consultado; compendiado en *Agronomy Journal* 60(4):385-388.)
- THOMAS,G.**1986.Mineral nutrition and fertilizer placement. In Sprague,M.A y Triplett,G.B. No tillage and surface tillage agriculture.The tillage revolution.Canada,John Wiley&sons.pp 93-115.
- VAN KEUREN,RW.**1986.No tillage pasture and meadow improvement in humid regions. In Sprague,M.A.y Triplett,G.B. No tillage and surface tillage agriculture.The tillage revolution.Canada,John Wiley&sons.pp 197-226.
- WAGNER,R.E.,y HULBURT,W.C.**1953.Better forage stands with less seed.*Crops & Soils.*6(2):8-9.(Original no consultado; compendiado en *Agronomy Journal* 60(4):385-388.)
- WHITE,J.G.H.**1973.Pasture establishment. In Longer,R.H.M.Pastures Plants.Reed,Wellington.pp.149-182.

## ANEXO

### Planillas de datos de campo

#### I-Implantación (plantas/m<sup>2</sup> 80 días postsiembra).

BLOQUE	TRATAMIENTO	TREBOL BLANCO	LOTUS	MACOLLOS	% DE MALEZAS
1	cruzada	70	172	789.70	9.7
1	todo al surco	62	145	1204.4	10.97
1	al voleo	38	171	905.88	12.57
1	alterna	29	91	677.20	16.6
2	cruzada	72	179	2079.4	7.3
2	todo al surco	73	68	1216.1	9
2	al voleo	78	110	1039.7	14.2
2	alterna	63	106	647.79	19.7
3	cruzada	138	252	1035.2	8
3	todo al surco	27	50	1163.2	5
3	al voleo	108	226	1083.8	4.2
3	alterna	59	84	664.70	9.7

#### II-Stand de plantas al 30/11/96 (plantas/m<sup>2</sup>)

BLOQUE	TRATAMIENTO	T.BLANCO	T.ROJO	T.BLANCO y T.ROJO	LOTUS	DACTYLIS
1	cruzada	37	18	55	32	0
1	todo al surco	27	9	36	11	0
1	al voleo	18	15	33	13	0
1	alterna	33	7	40	8	33
2	cruzada	31	35	66	49	0
2	todo al surco	31	8	39	20	2
2	al voleo	34	13	47	89	1
2	alterna	42	13	55	37	48
3	cruzada	69	0	69	98	14
3	todo al surco	15	2	17	28	4
3	al voleo	35	17	52	57	21
3	alterna	42	7	49	29	69

### III-Ensilaje del trigo (16/10/96)

BLOQUE	TRATAMIENTO	KG/HA DE MATERIA VERDE	% DE MATERIA SECA	KG/HA DE MATERIA SECA
1	cruzada	26817.39	27.687	7424.93
1	todo al surco	29347.83	27.741	8141.38
1	al voleo	29695.65	21.20	6295.48
1	altema	27000.00	26.575	7175.25
2	cruzada	29217.39	29.283	8555.73
2	todo al surco	31643.48	28.125	8899.73
2	al voleo	24947.83	23.514	5866.23
2	altema	22043.48	26.799	5907.43
3	cruzada	24086.96	29.744	7164.42
3	todo al surco	28278.26	27.586	7800.84
3	al voleo	22643.48	28.75	6510.00
3	altema	24956.52	24.137	6023.76

### IV-Determinación del nivel de fósforo en el perfil (ppm Bray N°1).

SITIO	PROF.	BLOQUE 1	BLOQUE 2	BLOQUE 3
FT 1	1	103.8	58.1	58.1
FT 1	2	57.1	23.7	38.3
FT 1	3	21.1	18.1	9.3
FP 1	1	74.2	58.2	60.3
FP 1	2	33.9	30.4	28.4
FP 1	3	28	21.7	14.9
FT P 2	1	103.8	113.1	126.1
FT P 2	2	67.1	22	41.1
FT P 2	3	51.9	29.1	29.1
FT 3	1	67.1	68.4	65.3
FT 3	2	25.8	55.3	16.5
FT 3	3	36.7	38.8	13.4
T	1	31.2	43.4	75.9
T	2	35.8	38.8	46
T	3	31.2	25.8	20.8
FT 4	1	113.1	118.9	65.8
FT 4	2	74.2	46	48
FT 4	3	50.3	32.1	11.5
FP 4	1	83.6	68.4	113.1
FP 4	2	68.4	61.2	26.8
FP 4	3	18.7	41.1	33.4

#### Referencias:

##### Del sitio de muestreo

T: testigo                      FT: filas con trigo                      FP: filas con pradera  
 FT1, FT3 y FT4: filas de trigo de tratamientos 1,3 y 4 respectivamente  
 FP1 y FP4: filas de pradera de tratamientos 1 y 4 respectivamente

##### De la profundidad de muestreo

1: 0-5 cm.    2: 5-10 cm.    3: 10-15 cm.

V-Stand de plantas por metro cuadrado al 2/9/97.

BLOQUE	TRATAMIENTO	T.BLANCO	LOTUS	DACTYLIS	% MALEZAS	% PASTURA	% SUELO DESNUDO
1	1	171.34	167.74	43.66	3.25	85	11.75
1	2	89.94	98.8	48.6	17.5	70	12.5
1	3	200.84	65.6	31.6	18.75	57.5	23.75
1	4	71.92	33.6	450.96	21.25	33.75	45
2	1	253.98	115.8	46.24	11.25	80	8.75
2	2	114.24	35.56	6.32	13.75	50	36.25
2	3	144.1	188.3	40.1	7.5	78.75	13.75
2	4	134.18	30.4	403.16	37.5	31.25	31.25
3	1	156.16	163.2	80.02	5	77.5	17.5
3	2	88.7	57.9	29.4	10	55	35
3	3	110.5	162.58	58.3	7.5	85	7.5
3	4	83.58	75.48	25.3	10	62.5	27.5

**Tablas de análisis de varianza**

I-Implantación

Variable: plantas de trébol blanco 80 días postsiembra.

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	1140.58		
tratamiento	3	1194.31		
contraste 1*	1	793.36	0.95	0.368
contraste 2**	1	2266.89	2.71	0.151
contraste 3***	1	522.67	0.62	0.460
error	6	837.47		

Variable: plantas de lotus 80 días postsiembra.

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	1531.08		
tratamiento	3	9428.78		
contraste 1*	1	10066.78	4.67	0.0741
contraste 2**	1	16683.56	7.73	0.0320
contraste 3***	1	1536.00	0.71	0.4311
error	6	2157.19		

Variable: macollos de trigo por metro cuadrado 80 días postsiembra.

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	132777.22		
tratamiento	3	235113.12		
contraste 1*	1	92815.80	0.81	0.4041
contraste 2**	1	484919.38	4.21	0.0861
contraste 3***	1	127604.17	1.11	0.3332
error	6	115257.52		

Variable: área ocupada por malezas 80 días postsiembra.

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	44.55		
tratamiento	3	32.80		
contraste 1*	1	20.34	2.88	0.1408
contraste 2**	1	72.12	10.2	0.0188
contraste 3***	1	5.94	0.84	0.3947
error	6	7.07		

Variable: total de leguminosas 80 días postsiembra (plantas/m<sup>2</sup>).

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	2767.58		
tratamiento	3	17204.31		
contraste 1*	1	16512.25	3.26	0.1208
contraste 2**	1	31250.00	6.18	0.0474
contraste 3***	1	3850.67	0.76	0.4165
error	6	5057.81		

Contrastes: \* todo al surco vs. otros  
 \*\* alterna vs. cruzada y al voleo  
 \*\*\* cruzada vs. al voleo

II-Producción de materia verde, porcentaje de materia seca y producción de materia seca

Variable: producción de materia verde por hectárea de trigo forrajero.

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	21133472.17		
tratamiento	3	28706789.78		
contraste 1*	1	73608888.89	6.09	0.0485
contraste 2**	1	9832405.44	0.81	0.4017
contraste 3***	1	2679075.00	0.22	0.6543
error	6	12077853.94		

Variable: porcentaje de materia seca del trigo forrajero.

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	6.135		
tratamiento	3	23.558		
contraste 1*	1	8.82	0.87	0.3861
contraste 2**	1	2.89	0.29	0.6119
contraste 3***	1	58.96	5.84	0.0521
error	6	10.099		

Variable: producción de materia seca por hectárea de trigo forrajero.

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	449600.67		
tratamiento	3	6128843.28		
contraste 1*	1	10277066.72	12.46	0.0124
contraste 2**	1	1443201.78	1.75	0.2341
contraste 3***	1	6666261.33	8.08	0.0295
error	6	824985.78		

III-Stand de plantas al 30/11/96

Variable: plantas de trébol blanco

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	132.25		
tratamiento	3	278.56		
contraste 1*	1	413.44	2.63	0.1563
contraste 2**	1	5.56	0.04	0.8572
contraste 3***	1	416.67	2.65	0.1549
error	6	157.47		

Variable: plantas de trébol rojo

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	115.75		
tratamiento	3	82.22		
contraste 1*	1	128.44	1.74	0.2347
contraste 2**	1	107.56	1.46	0.2723
contraste 3***	1	10.67	0.14	0.7166
error	6	73.64		

Variable: plantas de trébol blanco más plantas de trébol rojo

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	115.75		
tratamiento	3	542.56		
contraste 1*	1	1002.78	12.81	0.0117
contraste 2**	1	64.22	0.82	0.40
contraste 3***	1	560.67	7.16	0.0367
error	6	78.31		

Variable: plantas de lotus

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	1639.75		
tratamiento	3	1202.08		
contraste 1*	1	1534.03	3.58	0.1075
contraste 2**	1	2005.56	4.67	0.0739
contraste 3***	1	66.67	0.16	0.7071
error	6	429.08		

Variable: plantas de dactylis

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	383.25		
tratamiento	3	1555.56		
contraste 1*	1	784.00	15.33	0.0078
contraste 2**	1	3872.00	75.72	0.0001
contraste 3***	1	10.67	0.21	0.6639
error	6	51.14		

Contrastes: \* todo al surco vs. otros  
 \*\* alterna vs. cruzada y al voleo  
 \*\*\* cruzada vs. al voleo

#### IV-Análisis de fósforo en el perfil.

Profundidad: 0-5 cm.

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	1358.71		
tratamiento	6	1441.41		
T vs. FT	1	2826.32	5.56	0.0362
FT vs otras	1	1817.60	3.57	0.0830
FT3 vs FT1-4	1	0.8022	0	0.9690
FT1 vs. FT4	1	1653.36	3.25	0.0965
T vs. FP	1	1584.85	3.12	0.1029
FP1 vs. FP4	1	2348.28	4.62	0.0527
error	12	508.46		

Profundidad: 5-10 cm.

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	61.49		
tratamiento	6	40.79		
T vs. FT	1	30.96	1.03	0.33
FT vs otras	1	18.06	0.60	0.45
FT3 vs FT1-4	1	163.8	5.45	0.0378
FT1 vs. FT4	1	22.82	0.76	0.4008
T vs. FP	1	22.22	0.74	0.4068
FP1 vs. FP4	1	8.17	0.27	0.6117
error	12	30.07		

Profundidad: 10-15 cm.

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	13.27		
tratamiento	6	2.85		
T vs. FT	1	1.094	0.54	0.4766
FT vs otras	1	0.34	0.17	0.6891
FT3 vs FT1-4	1	10.89	5.38	0.0388
FT1 vs. FT4	1	3.84	1.90	0.1936
T vs. FP	1	2	0.99	0.3399
FP1 vs. FP4	1	0.0067	0	0.9552
error	12	2.03		

T: testigo

FT: filas con trigo

FP: filas con pradera

FT1, FT3 y FT4: filas de trigo de tratamientos 1,3 y 4 respectivamente

FP1 y FP4: filas de pradera de tratamientos 1 y 4 respectivamente

V-Stand de plantas al 2/9/97.

Variable: estolones de trébol blanco

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	2698.85		
tratamiento	3	6617.66		
contraste 1*	1	5574.12	4.83	0.0703
contraste 2**	1	11631.18	10.08	0.0192
contraste 3***	1	2647.68	2.30	0.1805
error	6	1153.45		

Variable: plantas de lotus

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	695.19		
tratamiento	3	8052.05		
contraste 1*	1	5039.17	2.53	0.1630
contraste 2**	1	18964.43	9.51	0.0215
contraste 3***	1	152.61	0.08	0.7913
error	6	1993.52		

Variable: macollos de dactylis

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	1484.49		
tratamiento	3	80284.30		
contraste 1*	1	36997.24	10.85	0.0165
contraste 2**	1	203590.06	59.7	0.0002
contraste 3***	1	265.60	0.08	0.7896
error	6	3410.51		

Variable: porcentaje de área ocupada por malezas.

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	95.41		
tratamiento	3	142.76		
contraste 1*	1	0.085	0.0	0.9703
contraste 2**	1	394.34	6.97	0.0385
contraste 3***	1	33.84	0.6	0.4686
error	6	56.56		

Variable: porcentaje del área ocupada por especies sembradas.

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	115.76		
tratamiento	3	872.70		
contraste 1*	1	121.92	0.71	0.4323
contraste 2**	1	2420.92	14.06	0.0095
contraste 3***	1	75.26	0.44	0.5331
error	6	172.18		

Variable: porcentaje de suelo descubierto.

Fuente	Grados de libertad	Cuadrado medio	F	Pr > F
repetición	2	1.90		
tratamiento	3	328.28		
contraste 1*	1	115.56	0.99	0.3571
contraste 2**	1	861.13	7.41	0.0345
contraste 3***	1	8.17	0.07	0.7998
error	6	116.2		

Contrastes: \* todo al surco vs. otros  
\*\* alterna vs. cruzada y al voleo  
\*\*\* cruzada vs. al voleo