



FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

**EVALUACION DE CINCO METODOS DE SIEMBRA
CONSOCIADA DE TRIGO FORRAJERO
CON PRADERA, EN SIEMBRA DIRECTA**

por

**Mauricio CASTAÑO BONFRISCO
Silvio HERNANDEZ ALVAREZ
Alvaro RIVAS FOSSALI**

T E S I S

2000

MONTEVIDEO

URUGUAY



UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**EVALUACION DE CINCO METODOS DE SIEMBRA CONSOCIADA
DE TRIGO FORRAJERO CON PRADERA, EN SIEMBRA DIRECTA**

FACULTAD DE AGRONOMIA

por



DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA

Mauricio CASTAÑO BONFRISCO
Silvio HERNANDEZ ALVAREZ
Alvaro RIVAS FOSSALI

TESIS presentada como uno de
los requisitos para obtener el
titulo de Ingeniero Agrónomo.
(Orientacion Agricola-lechera)

MONTEVIDEO
URUGUAY
2000

Tesis aprobada por:

Director:

Ing Agr. Ph.D.; M Sc Fernando García Préchac

Ing Agr. Pablo Amarante

Ing Agr Daniel Valenti

Fecha de aprobada: 21 / 8 / 2000

Autores:

Mauricio CASTAÑO BONFRISCO

Silvio HERNANDEZ ALVAREZ

Alvaro RIVAS FOSSALI

AGRADECIMIENTOS

A la Cátedra de Manejo y Conservación de Suelos y Aguas en las personas del Ing. Agr. Ph.D.; M Sc Fernando García Prechác y del Ing. Agr. Pablo Amarante, por el apoyo prestado en el desarrollo del presente trabajo.

A la empresa Jorge De Feo e hijos en la persona del técnico asesor Ing. Agr. Daniel Valenti por poner a nuestra disposición instalaciones, maquinarias, personal e insumos para la implantación y manejo del ensayo.

A nuestros seres queridos por el constante apoyo brindado durante toda nuestra carrera, sin el cual no hubiera sido posible el logro de las metas trazadas.

TABLA DE CONTENIDOS

	Página
PAGINA DE APROBACION	II
AGRADECIMIENTOS	III
 <u>I. INTRODUCCION</u>	 1
 <u>II. REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	 2
A. SIEMBRA DIRECTA	2
B. PROPIEDADES FISICO – QUIMICAS DEL SUELO.	6
C. VENTAJAS DE LA SIEMBRA DIRECTA.	34
D. DESVENTAJAS DE LA SIEMBRA DIRECTA.	42
E. SIEMBRA DIRECTA – LABOREO CONVENCIONAL.	48
F. SIEMBRA CONSOCIADA.	71
 <u>III. MATERIALES Y METODOS</u>	 78
A. SUELO.....	78
B. CLIMA.	80
C. DISEÑO EXPERIMENTAL.	81
D. DETERMINACIONES.	86
 <u>IV. RESULTADOS Y DISCUSION</u>	 88
A. IMPLANTACION.....	88
B. PRODUCCION DE MATERIA SECA A LOS 6 MESES DE LA SIEMBRA.	96
C. EVALUACION AL AÑO DE IMPLANTACION.	102
D. EVALUACION DEL ENSAYO IMPLANTADO EL 23 DE MAYO DE 1996.	104
 <u>V. CONCLUSIONES</u>	 106
 <u>VI. RESUMEN</u>	 109
 <u>VII. SUMMARY</u>	 112
 <u>VIII. BIBLIOGRAFIA</u>	 115
 <u>IX. ANEXO</u>	 124

1. INTRODUCCIÓN

El proceso creciente de degradación de suelo a nivel mundial dio lugar a la aparición de la siembra directa como una tecnología que no produce los efectos negativos del laboreo, también brinda la posibilidad de acceder a suelos que no presentan aptitud de uso agrícola bajo laboreo convencional así como otras ventajas que serán desarrolladas en este trabajo.

Esta tecnología que tiene como componentes fundamentales el uso de herbicidas para el control de malezas y maquinas especializadas para siembra directa a estado sujeta a numerosos cambios que la han ido evolucionado, producto de constantes investigaciones.

Una de las aplicaciones más importante de esta tecnología es la siembra de verdeos asociados, fundamentalmente en rubros como la ganadería y lechería. En tal sentido a habido una línea de investigación tendiente a determinar la mejor forma de implantación de este tipo de pasturas. Uno de los resultados importantes obtenido es la inconveniencia de siembra de leguminosas en la misma línea de las gramíneas anuales.

Continuando con esta línea de investigación el presente trabajo tiene como base la comparación de distintos **métodos** de siembra de verdeos asociados, en términos de: ubicación de semillas y fertilizantes, distribución de especies, etc.

El objetivo principal de este trabajo es profundizar en la comparación de los distintos métodos de siembra para llegar a optimizar la implantación de verdeos asociados.

2. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.A SIEMBRA DIRECTA

Siembra Directa; es el sistema de preparación del suelo y la vegetación para la siembra en el que el disturbio realizado en el suelo para la colocación de las semillas es mínimo, ubicándolas en una muy angosta cama de siembra o surco, que depende del uso de herbicidas para el control de las malezas; el suelo se deja intacto desde la cosecha hasta una nueva siembra, excepto para inyectar fertilizantes. Los elementos tecnológicos que caracterizan a la siembra directa (SD) son las máquinas de SD y los herbicidas, en particular los que tienen al glifosato como principio activo, de acción sistémica y espectro total (CTIC, 1992: citado por García Prechac, 1998).

La técnica de siembra directa ha impulsado, en apenas 5 años, una de las mayores revoluciones tecnológicas del sector agropecuario. Este fenómeno, que tiene dimensiones internacionales, es en buena parte consecuencia de uno de los descubrimientos más trascendentes de la agricultura; el herbicida glifosato (Baird citado por Martino, 1981). Otros factores tales como el desarrollo de maquinaria especializada y la legislación para la conservación del suelo desarrollada en numerosos países, han sido necesario para potencializar las posibilidades ofrecidas por el glifosato, y posibilitar la adopción masiva de la siembra directa.

Entre las razones para la adopción de Siembra Directa a nivel mundial cabe mencionar: la preocupación por la erosión, - Es ampliamente conocido que el laboreo es la principal causa de

erosión y degradación del suelo (García Préchac, 1992a)-, la aparición de nuevas legislaciones que promueven u obligan a usar sistemas de laboreo reducido, la acentuada reducción en el precio del Glifosato luego de la expiración de su patente, una mejor eficiencia en el uso del agua, y cierta ventaja económica a nivel de productor individual, principalmente debido a la reducción de costos de producción. (Martino, 1981).

Por otra parte, también existen un numero de factores que tienden a frenar la adopción de sistemas en la eliminación de laboreo: la complejidad del sistema, que requiere un mayor nivel de conocimiento técnico y una mayor precisión en el momento para realizar las operaciones de campo, presiones por parte de ciertos grupos de interés; ambientalistas-que se oponen al mayor uso de agroquímicos, que según ellos aparejaría la masiva adopción de la Siembra Directa, quienes verían afectado sus intereses comerciales y por ultimo, la necesidad de invertir en equipos especializados y deshacerse de los viejos implementos agrícolas. Con cierta frecuencia se considera a la agricultura biológica u orgánica como sinónimo de agricultura sostenible, aun en medios académicos. Esta agricultura consiste en producir alimentos sin usar fertilizantes sintéticos y agroquímicos, y evitar el maltrato de los animales. Son numerosas las razones que permiten afirmar que la agricultura orgánica no es sostenible. Baste mencionar que las practicas de agricultura orgánica no son compatibles con la necesidad de alta productividad, es un requisito para la sustentabilidad de un sistema agrícola. (Martino, 1981).

Uruguay es un país básicamente pecuario, en el que todavía alrededor del 80% de su superficie está ocupada por pasturas naturales que nunca fueron roturadas y campos parcialmente regenerados o en proceso de regeneración de la pastura natural, luego de que

sufrieron alguna alteración por laboreo. Existe, por lo tanto, un amplio margen para el crecimiento de la producción animal sobre la base del incremento de la producción de forraje. La expansión de la siembra directa a sido sumamente rápida, y se estima hoy es utilizada en un 30 % del área de cultivos de invierno, y en mas del 50 % de los cultivos de verano de segunda. Ejemplo de lo anterior es la producción lechera, el sistema de producción animal con pastoreo directo más intensivo en Uruguay. Dicha producción ha crecido mucho en los últimos 20 años, utilizando una rotación de cultivos forrajeros y pasturas de gramíneas y leguminosas con Laboreo Convencional (LC) en los suelos arables (con capacidades de uso correspondientes a las clases I, II y III de la clásica clasificación del USDA), existentes dentro de los predios lecheros. Dicha rotación es imprescindible para intentar la sustentabilidad productiva del recurso suelo, ya que el laboreo en la fase de cultivos provoca erosión y degradación física, química y biológica, la que es revertida durante la fase de pasturas. Las áreas con suelos no arables en estos predios suelen mejorarse productivamente con la siembra en cobertura de especies predominantemente leguminosas y la fertilización realizada de igual forma. (García Préchac, 1992).

En el caso concreto de la mejora productiva de los establecimientos de producción animal, principalmente en los sistemas más intensivos, se destacan las ventajas siguientes:

- 1) Incrementar la oferta forrajera sembrando, tanto con cultivos forrajeros como con pasturas perennes, los suelos no arables por riesgo de erosión o por problemas no extremos de exceso de agua.

- 2) Utilizar con alta seguridad y en alta proporción el forraje ofrecido por las pasturas anuales y perennes durante los periodos con exceso de agua, sin comprometer seriamente su productividad futura.

3) Renovar pasturas degradadas o desbalanceadas hacia alguno de sus componentes, incorporando especies tanto anuales como perennes de gramíneas o leguminosas. Cuando la degradación es por invasión de gramilla (*Cynodon dactylon*), que es el caso mas frecuente, es imprescindible el control con herbicidas tipo Glifosato.

4) Ofrecer mejores condiciones de instalación de las especies introducidas en los mejoramientos extensivos mediante la supresión de la competencia con herbicidas y la colocación de las semillas en contacto con el suelo y cerca del fertilizante.

5) Dar mayor seguridad a la realización de doble cultivo anual en la fase de cultivos de la rotación.

6) Reducir el parque de maquinaria necesario, sus gastos de mantenimiento, reparación y operación (combustible, mano de obra) y prolongar sus plazos de amortización, reduciendo los costos fijos y variables, (García Préchac, 1992).

La tecnología de la siembra directa (SD), consistente en el uso de herbicidas y máquinas de siembra directa, ofrece las ventajas generales indicadas. Se presentarán en forma mas detallada, en párrafos siguientes.

No obstante las ventajas mencionadas, es aun muy baja la proporción del área del país que se encuentra en sistemas permanentes de siembra directa. De acuerdo a la teoría y a la experiencia, es en estos sistemas donde se verificas los grandes beneficios de la técnica. Por tratarse de un método nuevo y complejo, la adopción se ve necesariamente frenada por la velocidad del proceso de aprendizaje. Son muchos los aspectos que cambian al pasar de un sistema de laboreo a uno sin laboreo, y son muchas las dificultades que aparecen, básicamente en lo que respecta al manejo de la vegetación viva (malezas) y muerta (residuos) sobre la superficie del suelo; de la

fertilidad y la estructura física del suelo; y de las plagas y enfermedades. También es claro que es vital la oportunidad y calidad de las operaciones de campo, ya que los errores no son fácilmente disimulables. La complejidad de la siembra directa determina una necesidad de asistencia importante. El diseño y operación de un sistema de producción basado en siembra directa es claramente un problema de ingeniería agronómica. (Martino, 1981).

2.B. PROPIEDADES FISICO-QUIMICAS DEL SUELO.

Las propiedades físicas del suelo que afectan directamente el crecimiento del cultivo son: estructura, densidad aparente, agua del suelo, aireación del suelo, temperatura. Los efectos provocados por estas propiedades del suelo, no actúan separadamente, y por tal motivo resulta difícil cuantificarlos en forma individual (Maddalena, 1994).

El uso del laboreo conduce a mediano plazo al deterioro de la estructura y a la compactación. Lo anterior junto con la erosión, la pérdida de materia orgánica y de capacidad de suministro de nitrógeno, conforman la degradación del suelo, que hace no sustentable la agricultura continua con laboreo convencional y que ha encontrado solución en nuestras condiciones en la siembra directa y en la rotación con pasturas. La materia orgánica presenta acción cementante, favoreciendo la formación de agregados y determinando la consistencia del suelo, con aumentos en los límites de plasticidad. Aumento en el contenido de MO produce aumento en la macroporosidad y en la aireación. También tiene efecto de gran importancia en la capacidad de infiltración y retención de agua que causa el contenido de esta en el suelo (Maddalena, 1994).

Low, 1972 citado por Bacans, 1992, determinó la estabilidad de los agregados (estructura del suelo), realizando observaciones durante cuatro años en: a) suelo virgen, b) el mismo suelo bajo cultivo continuo y el suelo virgen roturado por primera vez. El suelo bajo cultivo continuo presentó una agregación muy baja, 15% y el virgen 75% durante los cuatro años. El suelo virgen roturado sufrió un descenso muy marcado en el porcentaje de agregación, luego del laboreo, por lo cual en el primer año la estabilidad de los agregados resultó muy afectada con relación al suelo antes de haberse roturado. El primer laboreo del suelo virgen fue el que determinó mayor deterioro de la estructura del suelo, esto podría llevar a una restricción en el desarrollo radicular a lo largo de los años de pastura. El suelo virgen imperturbado tiene altos niveles de agregación, los cuales se mantienen relativamente constantes durante la vida del mejoramiento, esta situación sería favorable para el crecimiento y desarrollo de las raíces de la pastura.

La densidad y distribución de las raíces a través del perfil del suelo esta determinada por la resistencia mecánica y las características del sistema de poros. Estas variables son modificables por el laboreo y si no existen niveles limitativos nutricionales, el desarrollo de las raíces de un cultivo esta regulado por las variaciones en las propiedades físicas del suelo. La densidad del suelo tiene un importante papel en la penetración de las raíces, estas solo penetran poros cuyo diámetro es mayor que el de las raíces jóvenes (Maddalena, 1994). En este sentido Bacans (1992), demostró que una mayor cantidad de raíces no necesariamente significa una ventaja para la siembra con laboreo y por el contrario puede deberse a una necesidad de las plantas de desviar metabolitos hacia la raíz para compensar una disminución en su eficiencia de absorción. Esto estaría indicando que la producción de forraje total no guarda relación con las diferencias en

peso de raíces detectada entre ambos métodos ya que en la siembra en cobertura a pesar de haberse detectado un menor peso de raíces, la producción total de forraje no mostró diferencias con la siembra convencional. Una mayor tasa de crecimiento de la parte aérea se dará cuando ocurre un mínimo suministro de metabolitos hacia las raíces que permita un adecuado suministro de agua, nutrientes y sustancias reguladoras del crecimiento. Un mayor crecimiento de las raíces llevaría a un desaprovechamiento de metabolitos, que podría usarse para aumentar el área fotosintética de las plantas. Las plantas para compensar los problemas de compactación, aumentan la proliferación de raíces en la superficie, realizando un crecimiento adicional para compensar la menor eficiencia de esa parte de las plantas. En este sentido, si la tasa de absorción por unidad de raíz disminuye, el aumento de la masa de raíces tiende a compensar dicha disminución.

Los resultados obtenidos por Bacans (1992), sugieren que en la siembra en cobertura la eficiencia de absorción fue mayor ya que con menor peso de raíces se produce el doble de forraje de la leguminosa. Esto concuerda con lo reportado por Ashley, 1960 citado por Bacans, 1992, quien mencionó que las pasturas implantadas con laboreo convencional poseen sus raíces concentradas en los primeros centímetros del perfil y con un crecimiento lateral en forma de densa mata de raíces, siendo la penetración vertical mínima. Esto es consecuencia de los laboreos que a menudo crean un pseudohorizonte A (suela de arada) claramente diferenciado del resto del perfil, lo cual en muchos casos restringe el crecimiento radicular. Greacen, 1957 citado por Bacans, 1992, estudió como variaba la estructura del suelo entre 0 y 15 cm. de profundidad con diferentes manejos del mismo: a) suelo virgen, b) pradera de tres años, c) pradera de seis años y d) cultivo continuo. El suelo bajo cultivo continuo presentó un nivel de agregación muy

bajo, (menor a 5%) y sin variación entre 0 y 15 cm. En contraste con esta situación el suelo virgen presentó un alto nivel de agregación (100 %) entre 0 y 5 cm. disminuyendo levemente en profundidad alcanzando valores de 80% a los 15 cm. Las pasturas de tres y seis años fueron las que tuvieron mayor variación de estructura determinándose una marcada disminución en todo el perfil. Los resultados del estudio estarían indicando que las pasturas sembradas si bien mejoran la estructura de suelo, el efecto se restringe a los primeros 2,5 cm. del perfil, mientras que por debajo de dicha profundidad el suelo presenta niveles bajos de agregación. Este hecho confinaría el crecimiento y desarrollo de las raíces de las praderas a los primeros 5 – 10 cm del suelo, encontrándose por debajo de esta profundidad zonas compactadas. Como consecuencia de esto las raíces se ven impedidas de explorar en profundidad y esto trae aparejado una proliferación de raíces laterales de menor diámetro. Esto puede determinar que las plantas tengan raíces muy superficiales y densamente ramificadas. En condiciones de campo, un sistema radicular de estas características, confinado a los primeros 5 – 10 cm del perfil es altamente vulnerable a la desecación que provoca el secado de la superficie del suelo, dándole a las plantas pocas perspectivas de supervivencia.

La densidad aparente es el cociente entre la masa de sólidos del suelo y el volumen de la misma. Los suelos sueltos y porosos tienen valores bajos de densidad aparente y los suelos compactados valores altos. Por lo tanto los suelos arenosos tienen densidades aparentes altas por el efecto que provoca la disminución de la porosidad. En suelos arcillosos, arcillo-limosos y limosos, normalmente los rangos son desde 1.00 a 1.60 Mg/m³. En suelos arenosos la variación puede ser de 1.20 Mg/m³ a 1.80 Mg/m³ o valores mayores (Buckman Brady 1969 citado por Maddalena 1994).

La literatura sobre el tema (Griffith et al., 1986) muestra que en diversos suelos, como es obvio, al inicio del crecimiento de un cultivo, la densidad aparente del horizonte superficial bajo laboreo es claramente menor que con siembra directa, la menor DA en la siembra convencional del primer año se debe al efecto del laboreo el cual provoca un aumento en la porosidad del suelo, pero estos valores tienden a emparejarse luego de la cosecha. Los resultados concuerdan con el hecho de que habría un deterioro en la estructura del suelo provocada por la roturación del suelo virgen, aunque los valores de DA obtenidos no demuestran que este deterioro haya sido importante para el crecimiento de las raíces. En estudios realizados por este autor, se determinó que suelos que han sido laboreados presentan porosidades totales similares a suelos que no han sido laboreados, pero menores porcentajes de macroporos y más microporos, esto trae implicancias para el crecimiento radicular y puede resultar en un impedimento mecánico para el crecimiento y desarrollo de las raíces cuando el suelo se deseca teniendo en cuenta que las raíces se elongan a través de los macroporos. Para la siembra en cobertura se detectó una disminución de la DA con los años. Se encontró que en los primeros 15 cm de suelo aumentaba la densidad aparente en siembra directa en los primeros años, pero luego se revertía la situación. Esto es debido al pasaje de maquinaria en sd; después, el aumento de MO, la expansión del suelo y la acción de la fauna revierten la situación. En SD en los primeros 21 cm el equilibrio ocurre a los 3 años, luego no se ve ningún cambio más (Griffith et al., 1986).

En suelos de pobre estructura y de baja MO, el aumento de la porosidad con laboreo dura poco ya que con la acción posterior de la lluvia se encostra. Es de importancia señalar que la MO presenta efectos directos sobre las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo.

Cuando se hace referencia a los efectos que provoca sobre las propiedades físicas del suelo, a medida que el contenido de MO aumenta, disminuye la densidad aparente. En SD la presencia de rastrojo en estos suelos, los protege del encostramiento y favorece la actividad de la fauna. Los resultados muestran que luego de varios años de siembra directa la actividad biológica es muy superior lo que origina una gran cantidad de bioporos (macroporos originados por actividad biológica) (Martino et. al, 1981).

Canell y Finney 1973, citado por Bacans1992, señalan como una característica importante del suelo, para el crecimiento radicular el número y continuidad de los poros por los cuales las raíces pueden penetrar. El deterioro de la estructura provocado por el laboreo afectará el desarrollo radicular de las plantas, ya que esto provocaría disminución en el volumen y continuidad de los macroporos Russel, 1977, citado por Bacans, 1992. Al perderse la macroporosidad con el laboreo, se pierde también gran parte del intercambio gaseoso entre el suelo y la atmósfera, lo que termina siendo una consecuencia negativa para el desarrollo radicular. Para el crecimiento de las raíces es importante no solo el diámetro de los poros sino también la plasticidad de sus paredes y/o continuidad. La no alteración de las condiciones naturales del suelo virgen en la siembra sin laboreo se refleja en los menores valores de DA, incluso en su progresiva disminución a través de los años. Lo que normalmente ha ocurrido es que el uso de siembra directa ha comenzado en suelos que han sido previamente usados con laboreo convencional por lo que se hereda el deterioro causado por el mismo. En suelos sin este problema no se ha detectado inferioridad de la siembra directa cuando los factores de producción manejables (fertilidad y malezas) no son limitantes.

El agua disponible depende de factores climáticos y de la capacidad del suelo en almacenarla y liberarla; la determinación de la disponibilidad esta dada por el balance final entre las precipitaciones recibidas; el agua evaporada desde el suelo y las superficies vegetales; el agua infiltrada en el suelo y la que escurre en forma superficial y profunda. Este balance esta determinado principalmente por la evapotranspiración potencial y real, y el exceso y déficit de agua. Diferentes suelos presentan diferente capacidad de retención de agua, y por lo tanto distintas capacidades de almacenaje. Cuando las texturas se hacen mas finas, se incrementa la capacidad de retención o de almacenaje de agua al igual que la marchitez permanente. Esto sucede por presentar mayor porcentaje total de material coloidal, mayor espacio poroso total y mayor adsorción en superficie de las partículas. (Maddalena, 1994).

La presencia de rastrojo en superficie determina una mayor infiltración de agua de lluvia y mucho menor escurrimiento que en laboreo. Esto sumado al hecho de que por un lado en SD se tiene mayor conductividad hidráulica por continuidad de los poros y además el rastrojo actúa protegiendo al suelo de la evaporación, esto provoca que en SD se tenga significativamente mayor humedad que en laboreo. Esto permite sostener cultivos durante periodos de sequía sin que provoque estrés, lo que es de suma importancia para los cultivos (May Ferres, 1997)

La velocidad de infiltración no disminuye e incluso puede ser mayor en siembra directa, ya que es más importante la continuidad y distribución de los poros que la porosidad total. Además la acción de las lombrices y la expansión y compresión del suelo forman grietas continuas que aumentan la velocidad de infiltración (Olaran et al, 1996).

El espacio poroso del suelo es ocupado por agua y aire, existiendo una interrelación importante entre estas dos variables, no pudiendo variarse una sin modificar la otra. Las raíces respiran consumiendo oxígeno y produciendo anhídrido carbónico. La aireación es necesaria entonces para un adecuado metabolismo por parte de estas, teniendo que ser adecuado el intercambio de gases entre el suelo y la atmósfera. Condiciones de pobre aireación afectan a los organismos aerobios y la capacidad de crecimiento de las raíces de plantas superiores, condicionando la absorción de nutrientes por estas y la propia dinámica del agua junto con la producción de sustancias tóxicas inorgánicas y orgánicas para el crecimiento de las plantas. Se considera un suelo de buena aireación cuando el oxígeno es disponible para el crecimiento aeróbico de organismos, particularmente plantas superiores, en cantidades suficientes y en proporciones que promuevan tasas óptimas en los procesos metabólicos esenciales de dichos organismos. Bajo condiciones de campo se dan frecuentemente situaciones como la existencia de exceso de agua, en las cuales el intercambio de gases con la atmósfera no es suficientemente rápido para lograr niveles de concentración deseables de gases en el suelo. El exceso de agua puede ser temporal pero igual provoca serios prejuicios al crecimiento de las plantas. Estas situaciones son encontradas en suelos mal drenados, con texturas finas con un mínimo de macroporos donde el agua no puede moverse rápidamente. Factores como la temperatura y los residuos orgánicos afectan marcadamente las reacciones biológicas que se producen en el suelo y son determinantes del nivel de aire que cada suelo en particular presenta. Una medida del nivel de aireación del suelo es la Tasa de Difusión de Oxígeno (TDO), que es de utilidad para determinar la capacidad de respirar que tienen las raíces (Maddalena, 1994).



Los procesos metabólicos son dependientes de la temperatura, siendo la temperatura del suelo un factor importante en la producción de los cultivos. La T° influye en forma marcada en el crecimiento de las raíces, y a su vez es influenciada fuertemente por factores físicos como disponibilidad de agua y aireación. Afecta en forma directa la dinámica del suelo a nivel biológico. La descomposición biológica en el suelo esta condicionada a los niveles de temperatura, determinando la disponibilidad de nutrientes como N, P, S y Ca, un claro ejemplo es la nitrificación en primavera donde el limite más favorable para su normal desarrollo es de 16 -- 18 grados Celsius (Maddalena, 1994). Existen temperaturas optimas para los diferentes procesos de crecimiento de las plantas. En el crecimiento de las raíces, temperaturas optimas corresponden a valores entre 20 y 25 grados celsius, mínimas de 5 grados celsius, y máximas de 35 a 40 grados Celsius, Bowen 1991, citado por Maddalena, 1994.

La energía neta que recibe un suelo se utiliza primariamente para evaporar agua. El resto se absorbe por sólidos y líquidos del suelo, que aumentan su temperatura (el aumento es mayor si el suelo esta seco que si esta húmedo). Este aumento de T° ocasiona conducción hacia abajo, radiación de onda larga hacia la atmósfera e incremento de la actividad biológica (Maddalena, 1994).

El manejo de los residuos en la superficie del suelo es una practica de importancia, ya que estos presentan un efecto directo sobre la temperatura del suelo, mas aun, sobre sistemas de laboreo conservacionistas. Manejos diferentes de residuos sobre la superficie del suelo provocan efectos importantes en la temperatura de este. Se dan diferencias significativas entre la T° de la superficie del suelo y la T° del aire de la superficie de este, en las diferentes estaciones del año y

con diferentes técnicas de laboreo. La presencia o no de residuos en cobertura, y los diferentes contenidos de humedad provocan variaciones importantes en los valores de T^a del suelo, y los diferentes tipos de suelo cuantifican los efectos de forma distinta. Es difícil cuantificar si los efectos que mayormente provocan cambios son debidos a las variaciones estacionales o por el manejo de los residuos y los tratamientos (Maddalena, 1994).

En los cultivos de invierno la temperatura del suelo está poco influenciada por la radiación solar. El sistema de laboreo por afectar la densidad, la porosidad, humedad y presencia o ausencia de rastrojo en superficie son los que afectan la misma. La menor temperatura en SD es por los cambios en estas propiedades, lo que varía principalmente es la amplitud térmica, siendo las temperaturas diurnas más bajas y las nocturnas más altas. En laboreo el coeficiente de reflexión (albedo) es menor absorbiendo por lo tanto mayor energía (Olaran et al, 1996).

Cambios en la densidad aparente, en el espacio poroso y en el contenido de agua por mayor o menor evaporación determinan cambios en la conductividad térmica, cuando esta es mayor el calor se disipa en profundidad. Así mismo la capacidad calórica de un suelo húmedo es mayor (Olaran et al, 1996).

La presencia del rastrojo en superficie actúa como aislante dando menores temperaturas diurnas y mayores nocturnas ya que no deja salir el calor. La magnitud de los efectos del rastrojo depende de la cantidad y la proporción de suelo cubierto. En trigo, como en otras gramíneas la extensión de la hoja es controlada por el ápice, entonces, cada grado/hora acumulado por arriba de 5 será valioso para el crecimiento de los brotes. Así, hasta que el canopy no modifique la

temperatura del suelo, el crecimiento del trigo va a ser más rápido en el suelo laboreado que en SD (Olaran et al, 1996).

Las plantas son afectadas directamente por lo que frecuentemente se denomina resistencia mecánica del suelo. Hace referencia a la dificultad de las plantas para crecer en un suelo densamente compactado o también en la dificultad que las semillas encuentran en la emergencia a través de la superficie del suelo Letey 1985, citado por Maddalena, 1994. Los efectos de compactación sobre los rendimientos de un cultivo son determinados por los cambios en los procesos físicos, químicos y biológicos del suelo. Es importante considerar la influencia de la estructura del suelo sobre las propiedades físicas de este y el crecimiento de las plantas, como también las fuerzas que causan compactación y el efecto del laboreo sobre varias de estas propiedades, para poder así comprender de mejor manera los parámetros que describen la estructura del suelo y los mecanismos por los cuales los cambios de estructura perduran en suelos compactados Gupa et al 1989, citado por Maddalena, 1994. Los suelos con baja materia orgánica y generalmente con una textura pobre, pueden ser más susceptibles a la compactación Radcliffe et al. 1988; Gupa et al. 1989, citado por Maddalena, 1994.

El peso de la maquinaria y la manipulación del suelo en momentos inadecuados empleando laboreo convencional, aumenta en muchos casos los problemas de compactación del suelo hasta niveles perjudiciales. La magnitud del daño producido por el pasaje de la maquinaria esta determinado por el grado de humedad, textura, estructura y cobertura vegetal del suelo Taylor 1966; Phillips et al 1980, citado por Maddalena, 1994.

Altas densidades provocan reducción en la capacidad penetración de las raíces, como así también reducción en el largo y número de las raíces laterales. Esto se acentúa con incrementos de la fuerza de corte ofrecida por el suelo. El aumento en las densidades aparentes provoca reducción en la capacidad de penetración de las raíces, como así también reducción en el número y largo de las raíces laterales. Esto acentúa con incrementos de la fuerza de corte ofrecida por el suelo. El aumento en la densidad de suelo es función del esfuerzo de compactación y del contenido de humedad dado. Esto se relaciona con la orientación de las partículas Taylor et al 1964, citado por Maddalena, (1994).

Cambios en la resistencia a la penetración de 0.9 a 3.4 MPa causaron una reducción en el largo de las raíces de 9.4 a 4.8 cm en el cultivo de trigo. Los valores críticos de resistencia a la penetración, según la literatura, oscilan entre 1 y 2 MPa. Las raíces crecen y penetran si existe poros y canales suficientemente grandes para acomodarse, y provocan deformación de la estructura del medio. Presentan una escasa capacidad de disminuir el diámetro para pasar por los poros estrechos, y la forma de superar la resistencia mecánica es provocando un crecimiento a través de espacios más anchos que el diámetro de la raíz como así también, deformando el suelo mediante presiones radiales y axiales Maddalena (1994).

Los efectos sobre la parte aérea son consecuencia de lo que ocurre con las raíces ante la compactación. En SD a pesar de la mayor compactación, el incremento de P y K en superficie y la acción de las lombrices contrarrestan los efectos negativos de la implantación. Los tratamientos con SD tienen menor peso de la parte aérea, mientras que la compactación no afecta la tasa de crecimiento del cultivo, en laboreo se produjeron mayor cantidad de macollos por

planta y también mayor cantidad de espigas por m². La reducción del rendimiento por la compactación se debe a una menor cantidad de tallos producidos en el macollaje, lo que se relaciona a la menor disponibilidad de nitrógeno por el menor volumen de suelo explorado. Se asocia también el menor rendimiento a un lento crecimiento aéreo en los primeros 43 días por una mayor inversión en la biomasa radicular. Olan, (1996).

En siembra directa se elimina la inversión del suelo y las únicas perturbaciones que se realizan son en el surco de siembra o cuando se aplican fertilizantes localizados debajo de la superficie del mismo. Esta 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. Bordoli, (1997). El aumento de cobertura del suelo con residuos aumenta la infiltración de agua de lluvia y sirve como una barrera aislada, que reduce la temperatura del suelo y la evaporación de agua. Por esto en sistemas de cero laboreo se ha reportado que los suelos se presentan mas fríos, más húmedos, menos aireados, y más densos que bajo laboreo convencional durante la estación de crecimiento (Randall, 1980; citado por Bordoli, 1997)

La materia orgánica se descompone mas lentamente, disminuyendo la tasa de mineralización de N. Doran (1980, cit. por Blevins y Frye, 1993) señaló que la biomasa microbiana es mayor bajo SD que bajo LC, pero también mas anaeróbica. Estos autores señalan que el resultado esperado es menor mineralización y nitrificación y mayores inmovilización y denitrificación; indican que esto ha sido encontrado en general por muchos investigadores. (García Préchac, 1998)

En sistemas de siembra directa la mineralización de la materia orgánica del suelo se ve reducida, y la no incorporación de los residuos enlentece la mineralización de los mismos. Este enlentecimiento dependerá de la cantidad de residuos, del tipo de residuos tanto en su forma física (tamaño densidad y diámetro) como en su composición química (relación C/N, contenido de lignina, etc) y de las condiciones climáticas. Bordoli, (1997).

El aumento de los requerimientos de fertilizante N se debe no solo a la menor mineralización de los restos y de la MO del suelo, sino también a la inmovilización de N ya que en los primeros años usualmente hay una ganancia neta de MO del suelo. La inmovilización del N proveniente del fertilizante es mas acentuada cuando este es aplicado en superficie (Kitur et al ., 1984; Rice y Smith, 1984) citados por Bordoli, 1997.

La mayor infiltración de lluvias, el mayor almacenaje de agua en el perfil, junto a la menor evaporación resultan en un aumento en el potencial de lixiviación de nitratos. 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 aumenta el riesgo de pérdidas por lixiviación a través de flujo preferencial de fertilizantes aplicados sobre la superficie del suelo. (Sharpley y Smith, 1993, citado por Bordoli, 1997).

Como es esperable debido a la mayor humedad, a la menor fluctuación de la temperatura diaria, y la mayor acumulación de residuos orgánicos en la superficie del suelo, usualmente hay mayor actividad microbiana en superficie de los 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 NO_3 por denitrificación en suelos no laboreados (Linn y Doran, 1984, citado por Bordoli, 1997).

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 NH_3 cuando se aplican fertilizantes amoniacales en superficie se ven incrementadas (Keller y Mengel, 1986; Urban et al., 1987; Stecker et al. 1993). Esto es especialmente importante al aplicar urea ya que produce un pH alcalino en la zona de disolución. (Bordoli, 1997.)

Al iniciarse un sistema de SD luego de muchos años de laboreo, se promueven mayores niveles de equilibrio de C y N orgánico, pero menores de NO_3 . La menor disponibilidad de NO_3 en SD aparece como un efecto transitorio. Dentro de la estación de crecimiento del cultivo, los picos de mineralización en situaciones de laboreo se dan inmediatamente después del laboreo. En situaciones de SD, los máximos de mineralización se dan mas sobre el final del ciclo de cultivo. Luego de 10 años de estudio, se encontró que la menor disponibilidad inicial de N mineral en suelos bajo SD, se pierde debido a una gradual acumulación en el “pool” de N del suelo (May Ferres et al, 1997)

La descomposición de los restos enterrados se cumple en aerobiosis parcial, promoviendo la producción de nitratos e inhibiendo la formación de coloides que mejoran la estructura (por organismos aerobios). En SD la descomposición del rastrojo se da en superficie en aerobiosis

total, favoreciendo la formación de coloides estructurales e inhibiendo la producción de nitratos, o sea inhibiendo la fertilidad a corto plazo o actual (Olarán, Piñeyrúa; 1996).

(Blevins y Frye, citados por García Préchac, 1998) señalan que la materia orgánica, al descomponerse mas lentamente, aumenta en cantidad y que su más lenta mineralización puede significar una aparición de formas disponibles para las plantas mas sincronizada con las necesidades de los cultivos.

De lo anterior se encontró evidencia en Palo a Pique, INIA-Treinta y Tres (García Préchac et al., 1996 y 1997). Blevins y Frye indican que la materia orgánica de una leguminosa puede así actuar como un fertilizante nitrogenado de liberación lenta. Convendría agregar que como la cantidad de materia orgánica es mayor bajo SD, a pesar de la menor tasa de mineralización igualmente se puede llegar a una importante cantidad de nitrógeno disponible. Pero para ello el sistema bajo SD debe haberse equilibrado, esto es, si comenzó a partir de situaciones que se manejaban con LC, de bajo contenido de materia orgánica, debió haber transcurrido el tiempo necesario para llegar al nuevo equilibrio con un contenido mas alto de materia orgánica. Esta no es la situación de la mayoría de los trabajos que han reportado menor disponibilidad de N bajo SD, que fueron hechos en el período de transición de LC a SD. Algunos productores que poseen chacras con varios años bajo SD, como el Ing. Agr. Enrique Marchesi, dicen observar que la respuesta a N ha decrecido con el tiempo. (García Préchac; 1998).

El laboreo continuo provoca disminuciones graduales de materia orgánica debido a varios factores: -mezcla de la materia orgánica en todo el perfil por lo que se da una dilución de la

misma. –Aceleración de la mineralización por el laboreo. –Aumento de la erosión. –Menores cantidades de carbono agregadas. (May Ferres, Schmitz; 1997)

La diferente evolución de la disponibilidad de Nitrógeno mineral con la edad, que presentarían pasturas convencionales y pasturas sin laboreo, tendría implicancias en la evolución de las relaciones de competencia entre gramíneas y leguminosas, pudiendo afectar a través de estos procesos la persistencia del componente leguminosa (Vallis, 1978, citado por Bacans et al, 1992).

En relación al nitrógeno total u orgánico, se demostró que éste es mas alto en cero laboreo en los primeros 5 cm de profundidad, en cambio en zonas más profundas es mayor para el laboreo convencional en forma significativa. En cuanto a los nitratos a la siembra, se encontró que en los primeros 6 cm de profundidad los tratamientos con SD tenían significativamente mayor cantidad de nitratos que en laboreo; esto posiblemente sea por la correlación positiva que existe entre la cantidad de materia orgánica y el contenido de nitratos. A mayores profundidades no se encontraron diferencias significativas.(Olarán, Piñeyrua; 1996)

La distribución del carbono y nitrógeno en el suelo marcan que en SD se da una acumulación de estos en los primeros centímetros del suelo decreciendo en forma marcada debajo de los primeros cm, dependiendo esto último del tipo de suelo de que se trate. Se da un aumento significativo del carbono orgánico, humus, actividad de microorganismos nitrificantes y fósforo, dejando los residuos en superficie y no quemándolos o incorporándolos. (May Ferres, Schmitz; 1997)

El aprovechamiento del carbono de los residuos depende de varios factores:

- del contenido de arcilla del suelo, ya que en suelos con alto contenido de arcilla, la biomasa microbiana actúa protegiendo al C agregado.
- de la estabilidad de la MO, ya que cuanto más estable es mayor es la retención de carbono.
- de las condiciones climáticas, por menor temperatura en verano y menor número de ciclos de humedecimiento y secado.
- del bajo contacto rastrojo-suelo, cuando este es dejado en pie.
- de las limitantes de nutrientes sobre todo N, que limitan la actividad y el tamaño del “pool” de biomasa microbiana. (May Ferres, Schmitz; 1997).

En cuanto a los nutrientes no móviles, P y K, en el trabajo de tesis de Olan y Piñeyrua, 1996 se encontraron diferencias importantes en la distribución del fósforo en el perfil del suelo entre SD y laboreo convencional. Se demostró que el laboreo reducido determina en comparación con convencional mayores concentraciones de fósforo extractable en la superficie del suelo y menores concentraciones en las capas mas profundas (estas diferencias son menores). Las diferencias están relacionadas principalmente a la fijación de fósforo después del laboreo y a la toma por parte de las plantas. La mezcla del suelo en el laboreo convencional distribuye el fertilizante, diluyendo por un lado la concentración y exponiendo por otro lado al fósforo a un mayor número de sitios de fijación, reduciendo con esto la concentración de fósforo extractable en el suelo. En SD es probable que ocurran menores extracciones por las plantas debido a una

menor toma de fósforo en las capas secas superficiales. Este fósforo no tomado por las plantas en el caso de laboreo es redistribuido a profundidad en todo el perfil, haciéndose de esta forma disponible.

En contraste en siembra directa este fósforo permanece en superficie por mucho tiempo; esta puede ser la explicación de la concentración del fósforo en las capas profundas en laboreo convencional. Esta acumulación en superficie, en SD se debe también a la ciclicidad de la materia orgánica, por la remoción por las raíces del fósforo en las capas profundas y su posterior deposición en superficie. La compactación del suelo conduce a una menor extensión radicular, y como ésta está relacionada a la toma del fósforo, ésta última se ve reducida a pesar de su mayor eficiencia por unidad de longitud radicular, en el caso de SD. Para la producción de grano, las plantas en SD necesitan 7ppm mas que en laboreo, para producir el máximo rendimiento. En el trabajo de tesis de May Ferres y Schmitz, 1997; la historia de fertilización fosfatada determinó el contenido de fósforo en el suelo, mientras que el sistema de laboreo determinó su distribución en el perfil. En todos los tratamientos laboreados el fósforo tuvo una distribución homogénea en el perfil. En las secuencias con SD se observó la estratificación del fósforo en superficie. En la chacra con mas años de fertilización fosfatada se dio un enriquecimiento de todo el perfil. Según Bordoli, 1997, la falta de incorporación de las aplicaciones superficiales de fertilizantes fosfatados y potásicos, y de los residuos del cultivo, junto con el ciclaje de nutrientes a través de la absorción de los cultivos desde capas más profundas del suelo produce estratificación de estos nutrientes inmóviles en la superficie del mismo. Esta estratificación junto a cambios en las relaciones cantidad / intensidad en profundidad (derivados de los cambios en PH, MO, etc) resultan en que los cultivos presentan una alta dependencia de estos nutrientes concentrados en los primeros centímetros de suelo. Existe preocupación de que la acumulación de P y K cerca de

la superficie puede resultar en menor disponibilidad para las plantas dado la mayor probabilidad de condiciones secas del suelo en superficie. La ocurrencia de déficit de agua en los primeros cm de suelo dependerá no solo de las condiciones climáticas, sino también en gran medida de la cantidad y tipo de residuos en superficie que afectarán la tasa de evaporación. El éxito de la aplicación en superficie ha sido atribuido al incremento en la actividad radicular en esta zona de alta fertilidad debido al alto contenido de humedad del suelo bajo la capa de residuos vegetales y la adecuada lluvia recibida durante la estación de crecimiento. Sin embargo, si la superficie del suelo se seca las raíces se vuelven inactivas, los nutrientes reducen su disponibilidad y la absorción por los cultivos se verá reducida, especialmente si las capas más profundas del suelo poseen baja disponibilidad de nutrientes. La estratificación de los nutrientes inmóviles en el suelo podría volverse un problema en zonas secas. La ubicación profunda de los fertilizantes fosfatados y potásicos sería deseable luego de varios años de cero laboreo para proveer de estos nutrientes a las raíces que crecen en capas más profundas del perfil del suelo.

El tipo de laboreo afecta el PH del suelo, determinando que exista una mayor acidificación en situaciones de SD. Esto sería consecuencia de la nitrificación en superficie del fertilizante N aplicado. En un ensayo de 18 años, se observó una disminución del PH en los primeros 15 cm del perfil. Dicha disminución se debió al uso de fertilizantes sin mezclarlos con el suelo, lo que determinó el lavado de bases. El PH de la superficie de suelos bajo SD, podría afectar la actividad de bacterias nitrificantes, muy sensibles a PH ácidos, viéndose así afectada la nitrificación. (May Ferres, Schmitz;1997)

Los suelos bajo cero laboreo presentan diferente distribución vertical de nutrientes inmóviles

(P y K), materia orgánica, actividad microbiana, y raíces de los cultivos. También, la descomposición de residuos orgánicos en la superficie y subsecuente lavado de los resultantes ácidos orgánicos junto con la nitrificación de fertilizantes amoniacales aplicados en superficie, puede producir una capa ácida (1 a 5 cm de espesor) en la superficie de suelos minerales luego de varios años de manejo bajo cero laboreo. (Shear y Moschler, 1969; Randall et al., 1985; Eckert, 1985; Grove, 1986; Eckert, 1991, citado por Bordoli, 1997).

Estos cambios en contenido y distribución de la materia orgánica, pH, y potencial de oxidación afectan la dinámica y disponibilidad de P y N aplicados en superficie, y la eficiencia de uso de los fertilizantes. (Bordoli; 1997)

Debido a este efecto del cero laboreo en la temperatura del suelo en EEUU se recomienda el uso de fertilizantes P o N-P “starter” o de arranque en bandas cerca de la semilla (Mengel et al., 1992; Randall y Hoelt, 1988; Randall et al., 1985; Timmons 1982; Rehm, 1986; Fixen and Wolkowski, 1981, Farber and Fixen, 1986; Bordoli, 1996, citado por Bordoli, 1997). Las cantidades de fertilizante que se pueden agregar de esta forma están limitadas por el efecto salino del fertilizante, el tipo de suelo, las características de la semilla, y la forma de localización del fertilizante respecto a la semilla (junto o debajo y al costado de la misma), etc. (Bordoli, 1997).

La respuesta a fertilizantes starters tradicionalmente ha sido atribuida al P, sin embargo en la zona central y sur del medio-oeste de EEUU, son comunes las respuestas a pequeñas cantidades de N como starter. Diversos trabajos demostraron que el N es el nutriente responsable de muchas

respuestas starter en sistemas de laboreo conservacionista. (Bordoli, 1997)

La forma, fuente, y momento de aplicación de los fertilizantes toma mayor relevancia para aumentar su eficiencia al aumentarse las potenciales pérdidas de eficiencia por inmovilización de fertilizantes en superficie, volatilización de NH_3 y lixiviación de NO_3 . Usualmente se han reportado mayores requerimientos de fertilizantes nitrogenados en SD, al menos hasta que el suelo logre un nuevo equilibrio en materia orgánica. Resultados nacionales (Sawchik, 1991, 1992) muestran mayores respuestas al agregado de nitrógeno al inicio de un sistema de SD. Las menores temperaturas del suelo tienden a retrasar la germinación, emergencia y crecimiento temprano de los cultivos en SD. Esto indicaría que el fraccionamiento del fertilizante N sería más importante en SD para mejorar el uso del fertilizante al acompasar la disponibilidad de nitrógeno con los mayores requerimientos del cultivo Bordoli, (1997).

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 N localizado incorporado por debajo de la capa de residuos (Griffith et al., 1977). Esta localización disminuiría las pérdidas de eficiencia por inmovilización en los residuos, volatilización de amonio y lixiviación por flujo preferencial. Esta localización mejoraría además la disponibilidad posicional del fertilizante, al aplicarse cerca de las raíces del cultivo. En el caso de no disponer de las herramientas para esta aplicación localizada cerca de la semilla, podría ser conveniente la aplicación de NO_3NH_4 en vez de urea para reducir posibles pérdidas por volatilización de amonio, si el aumento de eficiencia justifica el mayor costo de la unidad de N proveniente de esta fuente Bordoli (1997)

Sobre los fertilizantes fosfatados, se debe decir que el fósforo en el suelo está sujeto a inmovilizaciones bastante rápidas dependiendo fundamentalmente de la textura y acidez del suelo y en segundo lugar es un elemento de muy poca movilidad en el perfil. Por lo tanto la cantidad de fósforo disponible para la planta estará en función de las dosis aplicadas, de la localización y de las cantidades fijadas por el suelo (Barber, 1977, Díaz y Moor, 1980, citado por Ferenczi et al 1997). (Morón y Pérez 1981 citado por Ferenczi 1997) plantean ventajas e inconvenientes de la poca movilidad del P en el suelo; en primer lugar debe ser localizado donde las raíces puedan interceptarlo, esto es problemático en mejoramientos hechos en cobertura donde las mayores concentraciones se dan en la superficie, aún en aplicaciones anuales repetidas; esto implica que correcciones de fósforo hechas en superficie podrían no ser efectivas.

En experimentos realizados por Mc Lean 1964 citado por Ferenczi (1997) se comprobó que en aplicaciones sucesivas en superficie de fósforo durante 24 años la profundidad afectada no superó los 15 cm. En suelos con alta capacidad de retención de fósforo, al concentrar la dosis de fertilizante fosfatado en el sector donde se desarrollará la mayor parte de las raíces, se logra saturar su capacidad de retención y una mayor parte del fósforo aplicado queda disponible para las plantas (Sadzawka y Carrasco, 1985, citados por Ferenczi 1997). FAO (1977), citado por Ferenczi 1997, apoyan que la localización del fertilizante en bandas y la siembra sobre la banda, es una de las formas de aumentar la eficiencia de utilización del fertilizante.

Las ventajas de la localización del fósforo pueden deberse a una menor reversión del nutriente a formas menos disponibles por un menor contacto entre el fertilizante y el suelo, y a

que las bandas pueden colocarse de forma tal que el nutriente quede rápidamente disponible para las raíces de las plantas, estimulando su crecimiento inicial. Al localizar el fertilizante, menos nutriente es tomado por las malezas y se minimizan las pérdidas por erosión (Díaz y Moor, 1980 citado por Ferenczi 1997).

Cuanto más superficial sea el sistema radicular de la especie desarrollada, mayores serán las posibilidades de utilizar el fósforo acumulado cerca de la superficie, por lo tanto mayor será la eficiencia de la fertilización en cobertura (C.I.A.A.B, 1971, Bentancor y García, 1991 citado por Ferenczi 1997). Pero también esta práctica puede tener consecuencias negativas frente a periodos de déficit hídrico, lo que afecta no solo la absorción de nutrientes, sino también el crecimiento radicular (Santiñaque et al., 1985 citado por Ferenczi 1997).

Considerando las diferentes fuentes de información, se puede decir que sería importante lograr un nivel mínimo de fósforo a través de la fertilización inicial, para asegurar la población de plantas en la primera fase del mejoramiento, no siendo esperable la respuesta a dosis altas en este periodo (Ferenczi 1997).

El aporte de nitrógeno en campos mejorados se debe hacer a través de las leguminosas, ya que se presentan como una fuente económica para las gramíneas, lográndose también mejorar la calidad y el nivel proteico de las pasturas (Millot et al., 1987 citado por Ferenczi 1997). Este aporte de nitrógeno por medio de las leguminosas se desarrolla por una activación del ciclo de las mismas, que transferirán por exudados de raíces y restos en descomposición el nitrógeno fijado simbióticamente (Millot et al., 1987 citado por Ferenczi 1997). Sin embargo, la aplicación

de fertilizante nitrogenado a la siembra beneficia el establecimiento de las gramíneas y puede ser de importancia para las leguminosas (Charles et al., 1980, García y López, 1985 citado por Ferenczi 1997). Debido a la ausencia de laboreo, el nitrógeno disponible estaría a un menor nivel que en siembras convencionales con laboreo. La habilidad para tomar y utilizar el nitrógeno del suelo es el principal factor por el que compiten las especies (Evans, 1960, Carámbula 1977 citado por Ferenczi 1997). Esto aumenta las posibilidades de respuesta a la fertilización nitrogenada en las primeras etapas del desarrollo de las leguminosas, cuando aún no se ha establecido la simbiosis. También puede tener efectos negativos cuando se lo aplica en cobertura donde dominan las especies gramíneas ya establecidas lo que puede ir en detrimento de las plántulas de leguminosas. Este efecto puede ser controlado o eliminado mediante la localización del fertilizante en las cercanías de la semilla o bien controlando el tapiz Ferenczi (1997).

La localización del fertilizante asociada a los métodos de siembra, produjo diferencias en la disponibilidad de Fósforo en los primeros 5 cm. de suelo. Esto permite afirmar que la localización del fertilizante fosfatado debe ser considerada para el ajuste del método de muestreo a emplear al realizar análisis de suelos. Si bien, está pendiente la verificación de la respuesta vegetal a estos cambios, el mayor tamaño y nodulación de plantas, así como la mayor sobrevivencia estival del Lotus, observados en siembra directa podrían ser indicativos de la misma Ferenczi et al, (1997).

El incremento en la dosis de fósforo provoca un aumento cuantitativo de la leguminosa en los métodos de siembra de laboreo convencional y siembra en cobertura. La gramínea no presenta una variación marcada al aumentar la dosis de fósforo. Se detectaron diferencias significativas

provocadas por la fertilización fosfatada para el rendimiento de la leguminosa, solamente en los dos primeros años de evaluación. La fertilización fosfatada permite aumentar el rendimiento de la leguminosa en los primeros dos o tres años según el método de implantación y provocar una disminución más gradual del rendimiento aunque no cambia sustancialmente el comportamiento. Se concluye que a partir del cuarto año aparecen otros factores limitantes que determinan que aumentos en la dosis de fósforo no provoquen aumento o mantenimiento del rendimiento anual de la leguminosa, la cual al quinto año prácticamente ha desaparecido en ambos tipos de mejoramientos. La curva de evolución de la producción de leguminosa no es afectada por la fertilización fosfatada aunque el suministro de este nutriente provoca aumentos en la producción fundamentalmente en los primeros años. De lo anterior se concluye que para cada método el fósforo no alteró la estabilidad y persistencia productiva de la leguminosa, siendo mucho más importantes las diferencias entre métodos en las curvas de evolución de la leguminosa y gramínea con los años. Se detectó que la leguminosa responde significativamente a la fertilización fosfatada en el primer, segundo, cuarto y quinto año. Para la gramínea, la cual contribuye al rendimiento a partir del tercer año, no se detectó respuesta al suministro de fósforo en ningún caso. En el primer año se da la mayor respuesta de la leguminosa a la fertilización particularmente en el rango entre el testigo sin fertilizar y la primer dosis estudiada incrementando la producción un 91%. La gran respuesta detectada sería provocada por los bajos niveles de fósforo existentes en el campo natural y por la eficiencia en el uso del fósforo que tiene el Lotus. Es importante señalar que el suministro de fósforo provocó una variación considerable en la relación gramínea leguminosa. La contribución de leguminosa representa menos de la mitad del rendimiento de gramínea en el testigo sin fertilizar, en cambio a la máxima dosis se alcanzan niveles de producción de gramínea y leguminosa casi equivalentes. En

síntesis, la fertilización mejora el balance de la pastura y provoca un aumento en el rendimiento anual. En los dos y tres primeros años de la siembra convencional y cobertura respectivamente, se observa un aumento en la proporción de leguminosa al aumentar la dosis de fósforo en detrimento de la contribución de los otros componentes (maleza y gramínea) Bacans, Guerra; (1992).

Dentro de las posibles causas que provocan la pérdida de persistencia en particular la desaparición del componente leguminosa, tanto en pasturas convencionales como siembra en el tapiz, se destacan en la literatura las relaciones de competencia gramínea-leguminosa en el tiempo (Tothill, 1978; Vallis, 1978 citado por Bacans 1992). Los procesos de competencia están afectados por diferentes factores tales como: evolución de Nitrógeno inorgánico y niveles de fósforo disponible, luz, disponibilidad de agua en el suelo, a su vez el manejo de pastoreo interviene afectando la evolución de la composición botánica de las pasturas a través de la defoliación y su interrelación con los estrés ambientales y de competencia. El laboreo y no laboreo hace diferente la dinámica y disponibilidad de Nitrógeno, por lo tanto también son diferentes las relaciones de competencia entre gramíneas y leguminosas en las pasturas. El suministro de Nitrógeno es reconocido como uno de los principales factores que afectan las interacciones entre gramíneas y leguminosas en las pasturas (Donald, 1963 citado por Bacans 1992), la absorción de Nitrógeno mineral, la fijación simbiótica y la transferencia de Nitrógeno pueden estar íntimamente involucrados en esas interacciones y por lo tanto afectar el balance gramínea-leguminosa (Vallis, 1978 citado por Bacans 1992). Castro (1969) y Carámbula (1977) citado por Bacans 1992, plantean que la función de la leguminosa dentro de una mezcla asociada con la gramínea sería a través de un efecto indirecto mediante el aporte de Nitrógeno al suelo

que se manifiesta por una respuesta de las gramíneas asociadas, un efecto directo a través de la contribución de forraje de la propia leguminosa al rendimiento y un efecto total que sería la suma de las anteriores. La cantidad de Nitrógeno cedido a la gramínea depende de la cantidad de Nitrógeno fijado por la leguminosa y la eficiencia de transferencia, por lo cual la especie de leguminosa, la disponibilidad de agua y nutrientes minerales, la temperatura, la altura, y frecuencia de defoliación y pastoreo están involucrados (Vallis, 1978 citado por Bacans 1992).

Varios autores concuerdan que la aplicación de Nitrógeno a las mezclas gramíneas-leguminosas produce un aumento significativo de la materia seca total. Este aumento está basado fundamentalmente en el aumento de la gramínea la cual produce indirectamente efecto depresor de la leguminosa. El balance entre competencia y transferencia no es constante en el tiempo, cambia con los ciclos de crecimiento de las especies y también con la edad de la pastura. La respuesta clásica de las pasturas gramíneas-leguminosas frente a un aumento en el suministro de nitrógeno mineral, consiste primero en un efecto directo del nitrógeno estimulando el crecimiento de la gramínea en mayor medida que la leguminosa y seguido por un consecuente incremento en la capacidad de competencia de la gramínea por luz, agua y nutrientes minerales. Además si el manejo de la defoliación de la pastura favorece a la leguminosa pero no a la gramínea, entonces el aumento en la disponibilidad de nitrógeno puede acelerar la progresión hacia la dominancia leguminosa. Este efecto puede atenuarse si la competencia por luz es minimizada por un apropiado régimen de defoliación y un adecuado suministro de agua y nutrientes minerales.(Donald, 1963 citado por Bacans 1992).

2.C VENTAJAS DE LA SIEMBRA DIRECTA.

La cobertura del suelo por residuos y su no disturbio con laboreo, son las principales causas de la drástica reducción de su erosión y degradación con SD. Estos efectos están ampliamente documentados en la bibliografía. En Uruguay los primeros datos pertenecen a Sawchik y Quintana (no publicado, cit. Por García Préchac, 1992b), luego a García Préchac y Clérici (1996) y recientemente a Terra y García Préchac (cit. por García Préchac, 1998a). La información indica que la SD como sistema elimina prácticamente a la erosión como un problema de manejo y conservación de suelos, al reducirla entre 85 y 100% con relación a una situación de suelo recién sembrado con LC García Préchac, (1998a).

La cobertura del suelo absorbe la energía cinética de la lluvia, evitando su golpeteo directo sobre el suelo. Un clásico trabajo de Mannering y Fenster 1977 citados por García Préchac, (1998a) muestra que la erosión se reduce exponencialmente con la cobertura del suelo por residuos vegetales, obteniéndose la máxima reducción entre 0 y 30% de la superficie cubierta y poco efecto con mas cobertura, lo que llevó a la definición de "Laboreo Conservacionista" para cualquier sistema de preparación del suelo que deje 30% o más de la superficie cubierta a la siembra (Allmaras et al., 1991). Pero el efecto no es solamente de la cobertura, Blevins y Frye 1993, citados por García Préchac, (1998a) citan varios trabajos que indican que simplemente la no perturbación del suelo también reduce su erosión comparada con situaciones de suelo laboreado sin ninguna cobertura. Esto es consecuencia de que el suelo sin perturbar no sufrió la degradación física que provoca el laboreo.

El contenido de materia orgánica del suelo aumenta bajo SD, o se mantiene en suelos no degradados, generando una importante actividad biológica. Ambas cosas contribuyen a una mejor estructura y porosidad, determinando mejor dinámica del agua, entre otros efectos. La mejora en la dinámica del agua incluye mayor infiltración, por lo que se reduce el escurrimiento. Es decir que la SD reduce la magnitud de los dos procesos que conforman la erosión hídrica del suelo, que son la desagregación de partículas por el golpeteo de la lluvia y su transporte por el escurrimiento superficial García Préchac, (1998a)

Este efecto es normalmente mencionado en la bibliografía como una de las ventajas de la SD, sin embargo es conveniente comenzar indicando que en las condiciones edafo-climáticas de Uruguay, en varias situaciones puede facilitar situaciones de exceso de agua en el suelo. Por una discusión documentada de los mecanismos por los que el suelo tiene normalmente mayor contenido de agua bajo SD, en comparación con cualquier sistema de laboreo, se remite al lector a García Préchac (1996 y 1997). Sintéticamente, se debe a que por la presencia de residuos en superficie se reducen las pérdidas por evaporación y aumenta la infiltración de agua cuando ocurren lluvias. La reducción de la evaporación se debe a que los residuos en superficie aumentan el Albedo, reduciendo la radiación neta por reflejar una importante parte de la radiación incidente. A su vez, la capa de residuos (mulch) tiene baja conductividades térmica e hídrica, porque una alta parte de su volumen es aire. La menor radiación neta con SD se destina a evaporar el agua que tengan los residuos en superficie y a calentar dichos residuos y el aire en contacto. El movimiento del agua del suelo a través del mulch, para llegar a su superficie y desde allí evaporarse es bajísimo por la mencionada baja conductividad hídrica. García Préchac, (1998a).

La mayor infiltración en SD que en LC es explicada por Onstad y Voorhees (1987) como sigue. Los residuos en la superficie protegen al suelo tanto de la energía radiante como de la energía de las gotas de lluvia. El encostramiento superficial es parcialmente el resultado de la energía de la lluvia golpeando la superficie del suelo, por lo que la intercepción de la lluvia por los residuos retarda la formación de una costra. Cuanto más anclados se encuentren los residuos mayor será su efecto. En primer lugar porque existen conductos a través de los que el agua puede entrar más rápido al suelo; estos conductos son tanto fisuras y rajaduras alrededor de las raíces desde la base de los tallos en la superficie, como los espacios que ocupaban dichas raíces y que fueron cediendo al morir y descomponerse. En segundo lugar porque los residuos en la superficie ofrecen resistencia al escurrimiento superficial, dando mas oportunidad a la infiltración; este efecto es mas seguro si los residuos están anclados, ya que no pueden ser arrastrados si el escurrimiento tiene mucha energía (tormentas intensas). Asi mismo, el efecto antes mencionado es mayor cuanto mayor sea la masa de residuos sobre la superficie. En tercer lugar, los residuos de las raíces y los de la parte aérea que parcialmente puedan incorporarse al suelo, son sustrato para micro y meso organismos que al transformarlos producen agregados estructurales estables y espacios o poros en el suelo, lo que mejora las posibilidades de infiltración.

Una amplia revisión bibliográfica de resultados de EEUU (Allmaras et al., 1991) muestra que la SD de maíz y soja siempre supera al LC en suelos bien drenados y con algún riesgo de sequía, mientras que es normalmente superada por LC en suelos con problemas de drenaje. García Préchac (1991), trabajando sobre un Argiaquoll (Planosol) con muy baja pendiente en EEUU,

comparando sistemas de laboreo en un cultivo múltiple en fajas de maíz, soja y avena con alfalfa, encontró que en un año seco SD superó a LC en todos los cultivos. Pero en un año muy húmedo en soja no hubo diferencias significativas y en maíz LC superó a SD. Soja se planta un mes mas tarde que maíz en la primavera del Corn Belt, que comienza con suelo casi saturado por el descongelamiento; por ello la soja normalmente se siembra y comienza a crecer con menos agua en el suelo, por el aumento de evapotranspiración potencial que ocurre durante la primavera. Estos resultados aplicados a las condiciones de Uruguay, particularmente las de la zona cerealera del litoral del Río Uruguay, con predominio de suelos pesados de bajo drenaje interno por la presencia de horizontes B muy desarrollados, indicarían que con SD se pueden tener problemas de exceso de agua en el suelo en la instalación y crecimiento de los cultivos de invierno. Como el efecto es debido a los residuos en superficie, en tales condiciones debería mantenerse la cantidad mínima que sea suficiente para no tener riesgo de erosión (se recuerda que con 30% de cobertura ya se logra un buen efecto); esto, contrasta radicalmente del concepto dominante en Brasil en cuanto a que la cantidad de cobertura debe maximizarse siempre. Ello sigue siendo válido para el caso de cultivos de verano, en los que normalmente son de esperar periodos de sequía, aunque en siembras muy tempranas de maíz (fines de agosto a principios de setiembre) se deberían tener precauciones semejantes a las indicadas para los cultivos de invierno. El problema del exceso de agua está relacionado a menor temperatura del suelo, que se discute mas adelante entre las desventajas de la SD.

Menores consumo de combustible y energía, menor parque de maquinaria, menor gasto de operación y mantenimiento de la maquinaria, mayor plazo de amortización de la maquinaria (debido a que las labores no son tan desgastadoras como los son las de Labore Convencional,

por lo tanto la vida útil de la maquinaria aumenta) Marchesi (1997).

Al pasarse de LC a SD, se dejan de realizar todas las operaciones de laboreo primario y secundario, por lo que se elimina su costo (combustible, mano de obra, mantenimiento), dejan de ser necesarias las máquinas de laboreo (arados, rastras, etc.) y se pasa a requerir mucho menos potencia para impulsar las que se usan en SD. Ello reduce la inversión para lograr el parque de maquinaria necesario, que en el extremo pasa a ser un tractor de potencia media, una asperjadora, una máquina de SD y alguna para acondicionar los rastrojos. El número de pasadas sobre el terreno es menor, lo que extiende la vida útil del tractor (el plazo para amortizar la inversión) y reduce sus costos de mantenimiento y reparaciones. (García Prechac 1998).

Según Marchesi (1997), la intensificación del sistema productivo que permite la siembra directa requiere un cambio en el parque de maquinaria del establecimiento. Cualitativamente, se requieren diferentes máquinas de siembra. Cuantitativamente, se requiere menos potencia por unidad de superficie, menor número de implementos y algunas modificaciones en las cosechadoras para mejorar la distribución de los rastrojos sobre el suelo. Se estima que estos cambios determinan una reducción en el gasto de combustible y reparaciones de equipos del orden del 60 a 70 %. En igual proporción puede pensarse la reducción de las necesidades de personal permanente.

En contraposición, con SD aumenta el uso y por lo tanto el gasto de herbicidas. Frye y Phillips (1980) citado por García Prechac 1998 , presentan un cuadro comparativo (cuadro 1) de los requerimientos de energía, medidos en litros de gasoil/ha, entre SD, LC y laboreo reducido

(LR).

CUADRO 1. Requerimientos energéticos (l de gasoil/ha) por sistema de laboreo, cultivos en hilera.

OPERACIÓN o CONCEPTO	LC	LR	SD
Arado de rejas(a 20 cm)	17		
Cincel (a 20 cm)		11	
Disquera	6	6	
Aplicación, Herbicida incorporado	7	7	
Aplicación, Herbicida asperjado			1
Siembra	4	4	5
Carpidas	4	4	
Herbicidas usados	16	19	27
Maquinaria y reparaciones	17	15	6
Total	71	66	39

FUENTE: Frye y Philips 1980

Este cuadro es ilustrativo de los conceptos antes manejados y además, enfatiza el ahorro energético de la SD, siendo que la energía, mayoritariamente proveniente de fuentes no renovables y utilizada de tal forma que genera gases que contribuyen al efecto invernadero, es motivo de especial preocupación en nuestros días. Frye y Phillips (1980) citado por García Prechac 1998.

Otro elemento de ahorro de costos asociado a SD es el menor tiempo de operación requerido

para realizar un cultivo. Laco y Thompson (1995), presentan datos según los que la realización completa de las operaciones para un cultivo de trigo (excepto acarreo y cosecha) en la zona cerealera de Uruguay, insune 5,48 horas/ha con LC y 2,71 con SD.

Como se dijo anteriormente el laboreo es la principal causa de degradación física del suelo. Sin embargo, a corto plazo tiene el innegable efecto de aflojarlo, reduciendo su resistencia a la penetración. Todos los trabajos en que se ha medido la resistencia mecánica del suelo a la penetración física en ensayos comparativos de métodos de preparación del suelo que incluyeron SD, encontraron que durante el ciclo de los cultivos, y desde luego a la siembra, la resistencia de los horizontes superficiales es mayor bajo SD (Pérez Gomar y García Préchac, 1993; Pérez Gomar et al., 1996 y 1997, Amarante et al., 1996 y 1997; García Préchac et al., 1996 y 1997; Terra y García Préchac, 1997b). Esto significa mas "piso", es decir, mejores condiciones para el tráfico de máquinas y animales sobre el suelo.

Por lo tanto, la oportunidad de siembra es mucho mayor con SD, asegurando la instalación de los cultivos en fecha, con mayor independencia de las condiciones climáticas. Otro tanto ocurre con la oportunidad de pastoreo de los cultivos forrajeros anuales, en particular los verdeos de invierno, época durante la cual es normal encontrar condiciones de exceso de agua. García Préchac, 1998b, presenta información mostrando que las mejores condiciones de piso, aumentan significativamente la utilización del forraje disponible por los animales pastoreando verdeos de invierno realizados con SD, comparados con los mismos verdeos realizados con LC. Si bien con el tiempo se va reconsolidando el suelo aflojado por el laboreo, aún al final de un cultivo es generalmente mejor el piso para la cosecha bajo SD.

Nuevas posibilidades de mejoramientos forrajeros y renovaciones de pasturas con las máquinas de SD y los herbicidas. Las zonas de un predio no arables por riesgo de erosión o por problemas de drenaje no extremos, pueden ser plantadas con SD. La proporción ocupada por estas áreas varía de predio en predio. En el caso de "La Sorpresa", un predio ocupado por las mejores asociaciones de suelos del país (Unidad Bequeló del Mapa 1:1M de Suelos del Uruguay, DSF-MAP, 1974) con Índice CONEAT promedio de 214, el área que no era plantada con LC (suelos con problemas de drenaje, desagües empastados, fajas empastadas aproximadamente a nivel de la sistematización conservacionista y zonas de maniobra de las máquinas), y que pasó a serlo con SD, significa un aumento de entre 16 y 18% de la superficie plantada (Marchesi, 1997). En el mismo predio, los suelos no arables por riesgo de erosión que pasaron a ser plantados con SD ocupan el 15% de la superficie total. Parece claro que esta ventaja que ofrece la SD puede tener un enorme impacto productivo.

La siembra directa permite incluir en pasturas ya instaladas, aquellas especies que sean necesarias para hacer un uso eficiente de las relaciones gramíneas leguminosas.

La intensificación del sistema en base a cultivos anuales, con el consiguiente uso de herbicidas, ha determinado una reducción muy importante de algunas malezas problema como Gramilla y Sorgo de alepo, así como de otras malezas en general. Por supuesto esto depende de la rotación seguida, pero esta reducción de malezas es logable con relativa facilidad. Por otra parte, empiezan a insinuarse otras malezas problemas, particularmente gramíneas anuales como el Balango y la cebadilla en cultivos invernales. En el caso concreto de Gramilla, se supone que

un elemento muy importante en su reducción ha sido la eliminación de la necesidad de praderas de larga duración en la rotación, las que generalmente terminaban su ciclo con alto grado de *engramillamiento*. (Marchesi, 1997).

Probables ventajas a largo plazo.

- Probable mejora en la eficiencia del uso global del nitrógeno por reciclarse a través de restos vegetales (liberación lenta)
- Probable reducción en el uso del fósforo por acumulación en superficie y reducción de la inmovilización.
- Probable reducción en costo de herbicidas por reducción de malezas a través de una rotación racional que corte los ciclos de las mismas.

2.D DESVENTAJAS DE LA SIEMBRA DIRECTA.

Ya se menciono antes que uno de los elementos tecnológicos de la SD son los herbicidas y que su descubrimiento se ubica en el origen de la SD, ya que la principal razón del laboreo está demostrado ser el control de las malezas. El considerar el uso de herbicidas un inconveniente suele originarse en la idea de que todo lo artificial es negativo per se, en particular lo que entra en la definición de "agroquímico", que el uso de agroquímicos significa un peligro o

directamente una agresión al medio ambiente y también que los agroquímicos son productos de industrias en poder de transnacionales, por lo que una tecnología basada en ellos es una tecnología dependiente. Por involucrar consideraciones que escapan a una discusión técnica, solamente se menciona algo de lo que se conoce del peligro ambiental de uso de los herbicidas de uso mas frecuente en SD. De acuerdo a la información que se dispone, los herbicidas con glifosato como principio activo, son bastante amigables con el medio ambiente al ser biodegradables y poseer muy corta vida media (Martino 1995).

Otros herbicidas que pueden ser usados, como los desecantes en base a paraquat, si bien también se inactivan rápido ofrecen riesgo de salud a quienes los manipulan, pero el mismo es controlable siguiendo cuidadosamente las precauciones indicadas para su uso. Esto no suena diferente al uso de medicinas en el área de la salud humana; todos sabemos de los peligros del consumo de medicamentos no recetados por un profesional y sin su guía. (Garcia 1998a).

Al no laborearse el suelo se producen cambios muy importantes en la dinámica del nitrógeno (N). El suelo tiende a estar más húmedo, mas frío, menos aereado y más ácido (varios autores citados por Blevins y Frye, 1993). La materia orgánica se descompone mas lentamente, disminuyendo la tasa de mineralización de N. Doran (1980, cit. por Blevins y Frye, 1993) señaló que la biomasa microbiana es mayor bajo SD que bajo LC, pero también mas anaeróbica. Estos autores señalan que el resultado esperado es menor mineralización y nitrificación y mayores inmovilización y denitrificación; indican que esto ha sido encontrado en general por muchos investigadores. Bajo SD el N tiende a permanecer mas como NH_4^+ , una forma retenida en las posiciones de intercambio catiónico y menos susceptible a ser lixiviada que el NO_3^- pero por

otro lado se incrementa el peligro de pérdidas por denitrificación.

Blevins y Frye (1993), señalan que la materia orgánica, al descomponerse mas lentamente, aumenta en cantidad y que su más lenta mineralización puede significar una aparición de formas disponibles para las plantas mas sincronizada con las necesidades de los cultivos. De lo anterior se encontró evidencia en Palo a Pique, INIA-Treinta y Tres (García Préchac et al., 1996 y 1997). Blevins y Frye indican que la materia orgánica de una leguminosa puede así actuar como un fertilizante nitrogenado de liberación lenta. Convendría agregar que como la cantidad de materia orgánica es mayor bajo SD, a pesar de la menor tasa de mineralización igualmente se puede llegar a una importante cantidad de nitrógeno disponible. Pero para ello el sistema bajo SD debe haberse equilibrado, esto es, si comenzó a partir de situaciones que se manejaban con LC, de bajo contenido de materia orgánica, debió haber transcurrido el tiempo necesario para llegar al nuevo equilibrio con un contenido mas alto de materia orgánica. Esta no es la situación de la mayoría de los trabajos que han reportado menor disponibilidad de N bajo SD, que fueron hechos en el período de transición de LC a SD. Algunos productores que poseen chacras con varios años bajo SD, como el Ing. Agr. Enrique Marchesi, dicen observar que la respuesta a N ha decrecido con el tiempo.

Como la respuesta de los cultivos a la aplicación de N, además de la disponibilidad que brinda el suelo, interactúa con otros factores de crecimiento, son diversos los resultados de respuesta comparativa al N entre SD y LC que aparecen en la bibliografía. Fox y Bandel (1986) presentan un esquema con 6 casos de respuestas comparativas diferentes, ofreciendo ejemplos de todas ellas. El autor ha observado casos sin respuesta a la aplicación de N, independientemente

del sistema de preparación usado (Tesis de Barreiro y Mazzilli, 1994, dirigida por F. García Préchac y E. Marchesi; Terra y García Préchac, 1997a), ocasionados por altos niveles de disponibilidad por alfalfa como antecesor o por periodos secos previos al cultivo que generaron acumulación de N-NO_3^- . También observó interacción con la disponibilidad de agua, mayor en SD que en LC (información inédita); sobre un Planosol (Albaquol) en un año seco, sin N agregado LC rindió más maíz que SD, pero con N agregado SD llegó a mayor rendimiento. En un año húmedo, LC rindió más que SD con y sin agregado de N. En el caso de SD se trataba del segundo año desde el cambio de sistema de preparación.

Resultados de EEUU y locales, en especial Perdomo (1997) y Bordoli (1997), muestran que al igual que con LC, en cultivos con SD la cantidad de N-NO_3^- en el suelo al comienzo de la fase lineal de crecimiento de los cultivos, es un buen indicador de la probabilidad de respuesta a la aplicación de N.

Como ya se a mencionado antes, existe conexión entre la mayor cantidad de agua en el suelo bajo SD y la menor temperatura de dicho suelo, en comparación con la situación bajo LC. La menor radiación neta que provoca el mayor albedo de los residuos, es también menos transmitida a través del mulch de baja conductividad térmica. Esa menor cantidad de calor que alcanza al suelo bajo los residuos lo encuentra con más agua, por lo tanto con mayor calor específico y conductividad térmica. Lo primero hace que se requiera mas calor para elevar la temperatura por unidad de volumen de suelo y lo segundo que el calor que gana la superficie del suelo sea mas fácilmente transmitido hacia las capas mas frías por debajo. Todo lo anterior significa que durante el día el suelo bajo SD levanta menos temperatura que el suelo bajo LC. Durante la

noche, al enfriarse la superficie, el calor es conducido desde las capas profundas hacia ella. Al poseer mas conductividad el suelo bajo SD, su superficie recibe mas fácilmente el calor almacenado debajo; pero también, el mulch actúa como aislante para la pérdida de calor hacia la atmósfera, por la misma razón que lo hace a su ingreso al suelo durante el día. Ello determina que el suelo bajo SD se enfríe menos durante la noche y que el aire sobre el mulch reciba menos calor del suelo, agravando el efecto de las heladas en las plantas que en él crecen. (García Préchac 1998 a)

En síntesis, el suelo bajo SD se encuentra aislado térmicamente por el mulch de residuos, determinándole menor temperatura máxima y mayor mínima que el suelo bajo LC. Por una discusión detallada y documentada de estos procesos se refiere al lector a García Préchac (1996 y 1997). En la bibliografía existen abundantes evidencias experimentales de lo anterior, por ejemplo Pérez Gomar y García Préchac (1993).

Las plantas tienen una temperatura mínima para germinar y emerger. Por otra parte, mientras el meristemo apical se encuentra cerca del suelo es la temperatura de este y no la del aire la que es fisiológicamente sensada (Russell, 1977), generando la acumulación térmica que gobierna el crecimiento y desarrollo.

Por lo tanto, bajo SD se retarda la emergencia y crecimiento de los cultivos que se inician en la primavera, con mayor efecto sobre las especies y cultivares más sensibles a las bajas temperaturas. En las condiciones de Uruguay se han observado fallas en cultivos de sorgo plantados con SD a mediados de octubre, no ocurriendo las mismas al realizarse la siembra un

mes mas tarde (Amarante et al., 1996 y 1997). La temperatura del suelo fue una de las posibles causas de lo observado. Por lo tanto, la siembra de cultivos de verano sensibles a la baja temperatura del suelo debería retrasarse con SD, en comparación a la fecha de siembra con LC.

Los residuos de los cultivos sobre la superficie se descomponen mas lentamente y en ellos pueden sobrevivir por mas tiempo enfermedades y plagas que pueden atacar a los cultivos siguientes. Las enfermedades a hongos saprófitos en cultivos de invierno es un caso conocido, teniendo solución en el correcto diseño de la rotación, de modo que se evite que un cultivo susceptible a ellos se siembre sobre un rastrojo que muy probablemente los contenga. En cuanto a la fitotoxocidades o alelopatías, de las que se tiene poco conocimiento en cuanto a agentes causantes y especificidades de acción, también vale el correcto diseño de las rotaciones. En algunos casos se comenta que puede ser suficiente con un prolongado barbecho químico, pero en otros el comportamiento con SD es exactamente el contrario que con LC, haciendo que lo que con éste era un problema no ocurra en SD. Es el caso de los rastrojos de sorgo a los que se les atribuyó efectos alelopáticos sobre los cultivos de trigo, explicando problemas observados en los mismos al realizarlos sobre sorgo con LC. Con SD y todo el rastrojo de sorgo en superficie el problema no se observa. Estas observaciones sugieren que en la descomposición del rastrojo dentro del suelo con LC es lo que generaría el problema. (García Prechac 1998a).

La compactación es una de las consecuencias más temidas de la SD. Ello es debido al preconditionamiento cultural creado por la historia de la agricultura hasta hace pocos años, la que siempre se realizó con LC. El laboreo a corto plazo provoca el efecto innegable de aflojar el suelo, pero a mediano y largo plazo es la principal causa de degradación de su estructura y

demás propiedades físicas, como ya se indicó. En los bordes entre suelo laboreado y no laboreado, aún comenzando de una situación virgen, al final del primer cultivo anual, es posible comenzar a observar que el suelo laboreado tiene su superficie algo por debajo de la del suelo intacto. Es decir, se ha compactado. Sin embargo y paradójicamente, la mayoría de los productores y Técnicos inexpertos en SD le temen a la compactación que esta puede provocar, lo que es erróneo, ya que lo que no toca el suelo y tiende a aumentar su materia orgánica y su actividad biológica solo puede tener como efecto una mejor estructura y porosidad.(Garcia Prechac 1998a).

Sin embargo, en la transición de LC a SD, esta suele heredar problemas de compactación originados por aquel, que entre otros efectos puede explicar una peor performance de SD durante este período. Pérez Gomar y García Préchac (1993) encontraron que cuando antes de realizar SD de maíz en una chacra vieja manejada con LC se hizo laboreo con cinceles, los posteriores resultados de SD fueron superiores a la situación sin laboreo previo a la SD. Medidas de resistencia a la penetración mostraron la existencia de una suela o piso de labor en la base del horizonte Ap, ocasionada por el anterior LC. (Garcia Prechac 1998a).

2.E. SIEMBRA DIRECTA - LABOREO CONVENCIONAL

Para caracterizar las condiciones físicas del suelo es necesario el conocimiento de la variabilidad espacial y temporal de las variables que presentan un efecto directo sobre la estructura del suelo y posterior producción del cultivo. Las técnicas de laboreo permiten modificar las propiedades físicas del suelo siendo de importancia también, el efecto que tiene el

clima sobre el propio sistema. Las variaciones temporales de corto plazo, están caracterizadas por los cambios climáticos que provocan variaciones a nivel de suelo, modificando el contenido de humedad por efecto de las precipitación y cambios en la temperatura. Las variaciones de largo plazo, pueden ser provocadas por la erosión, determinando cambios a nivel de textura del suelo Maddalena (1994).

Propiedades como la textura del suelo, no son usualmente alteradas por el laboreo en periodos de tiempo de corto plazo. Sin embargo, Lal et al (1980), reporto texturas superficiales con alto grado de erosión que si pueden ser alteradas en periodos de tiempo reducido. El contenido de humedad y la densidad aparente son muy variables en suelos agrícolas, donde las raíces de los cultivos son expuestas a diferentes niveles de resistencia mecánica durante una estación de crecimiento. Considerar la variación temporal es muy importante para el estudio de las relaciones entre el crecimiento de las raíces y la resistencia mecánica del suelo (Martino et al. 1994).

Con la información de los trabajos citados generalmente la mayor variación temporal y espacial de las propiedades físicas del suelo se da en los primeros 10 a 20 cm de profundidad. Los efectos esperables en un sistema de laboreo de suelos ya sea primario o secundario son: una alta disponibilidad de nutrientes, especialmente nitrógeno; control de las malezas; una uniforme y rápida implantación del cultivo; un desarrollo radical que permita una continua exploración del suelo en forma profunda a través del perfil; una adecuada acumulación de agua para el normal desarrollo del cultivo, especialmente en cultivos de verano; y la incorporación de residuos al suelo. La conservación de agua del suelo es una de las principales ventajas de la Siembra Directa

en la producción agrícola. La eficiencia en el uso del agua es un factor “llave” para obtener altos rendimientos bajo este manejo. Con varios años de SD se obtuvieron incrementos en la estabilidad de los macroagregados, sin embargo la mayoría de las diferencias entre laboreos se deberían a reducciones en la estabilidad de los macroagregados de los suelos con laboreo convencional. Los índices de estabilidad mostraron que los macroagregados intactos del laboreo convencional fueron mucho menos estables que los de no laboreo, reflejando su mayor susceptibilidad a la dispersión. En no laboreo, la considerable actividad biológica cerca de la superficie, incluyendo la actividad de hongos, raíces y fauna del suelo, probablemente ayudan a incorporar estas partículas orgánicas entre los macroagregados y a incrementar su estabilidad estructural. La superficie bajo laboreo convencional está más sujeta a las condiciones más variables de temperatura y humedad, limitando la actividad biológica. Esto lo hace más susceptible a la ruptura de agregados teniendo menor capacidad de mejorar la estructura ya que hay una menor producción de agentes estabilizadores. La influencia del laboreo puede ser favorable como desfavorable sobre la granulación del suelo; un laboreo que produzca una agregación en un rango de 3.2 a 6.4 mm puede producir altos rendimientos, valores menores provocan alta densidad aparente y baja porosidad, lo que afecta la aireación y fuerza cohesiva del suelo. Los cambios en la densidad están asociados a cambios en la macroporosidad del suelo, donde en suelos bajo laboreo convencional, la macroporosidad es mayor que suelos bajo cero laboreo a pesar de lo cual, la densidad aparente puede ser mayor también. Esto se da por la presencia de canales. Los valores de densidad aparente en suelos laboreados son generalmente menores que en suelos bajo cero laboreo y la máxima diferencia se da entre los 5 y 25 cm de profundidad. Esto está explicado por el uso de la maquinaria pesada en cero laboreo y también consolidación natural del suelo. (Maddalena, 1994).

Existe una serie de factores relacionados a la tecnología de la siembra directa, y que tienen una incidencia fundamental en la performance de la misma.

Una buena rotación es la base para un sistema viable de siembra directa. (Augshurger, 1998). La rotación de cultivos no tiene como objetivo solo un cambio de especies, sino escoger cultivos respetando sus necesidades y características diferentes, así como su influencia diferenciada sobre el suelo, crecimiento de malezas, desarrollo de enfermedades y plagas, en una secuencia apropiada y practica, que promueva efectos benéficos residuales (Rolf Derpsch 1994).

En general el monocultivo tiene como consecuencia la disminución de los rendimientos, y en casos extremos hasta la perdida de la producción, siendo los siguientes factores los responsables de esta situación:

- Aumento de enfermedades y plagas específicas
- Aumento de malezas específicas
- Disminución de la disponibilidad de nutrientes debido a cambios en la actividad biológica y degradación física del suelo.
- Disminución del desarrollo del sistema radicular
- Acumulación de sustancias tóxicas o inhibidores de crecimiento

El monocultivo aliado a una inadecuada preparación del suelo que lo deja descubierto por semanas o meses con la consecuente erosión, esta entre las principales causas de la degradación

del suelo y la baja de la productividad. En siembra directa la realización de rotaciones es vital para la implementación del sistema, ya que enfermedades y plagas quedan sobre la superficie del suelo, e infectar a especies en monocultivo. Cuando en siembra convencional una arada profunda hace desaparecer los restos de cultivo eliminando enfermedades por inanición, esto no es posible en siembra directa. (Rolf Derpsch 1994).

Numerosos trabajos en Arg. y otros países indican claramente que una producción de pasturas consociadas de leguminosas y gramíneas racionalmente aprovechadas en pastoreo directo mantiene las propiedades físicas, químicas, y biológicas del suelo en niveles aceptables, muy cercanos a los valores registrados en suelos de similar características, pero vírgenes. Debido a un exceso de agricultura continua, el principal déficit que sufren los suelos es la pérdida de materia orgánica, que en situaciones de ganadería extensiva debe de recuperarse in situ ya que un aporte externo es in viable económicamente. La generación de materia orgánica in situ, es realizada únicamente por los vegetales a través de la fotosíntesis, por lo tanto es de suma importancia que los cultivos que se realicen en la rotación estén cubriendo el suelo en la mayor parte del tiempo posible, no solamente con sus residuos, sino que estén fotosintéticamente activos, y que estos sean de elevados rendimientos, ya que el nivel de residuos aportados al suelo también será alto. (Trossero, 1994)

En las condiciones climáticas y edáficas del sur del Uruguay, la estructura del horizonte superficial del suelo y las propiedades físicas asociadas a ella, se deterioran al avanzar el ciclo de cultivos; especialmente si este se prolonga mas de cuatro cultivos sucesivos con laboreo convencional. El proceso se revierte durante el ciclo de pasturas de la rotación; la recuperación

de la estructura esta asociada a la duración y productividad de las pasturas, en particular las del componente gramínea. Las estimaciones y mediciones de erosión disponibles en Uruguay indican el alto valor de las rotaciones cultivos y pasturas en la conservación de suelos. Se trata, muy probablemente de la herramienta más eficaz disponible, especialmente cuando se consideran sus demás ventajas y el conocimiento tecnológico que ya se posee sobre ellas. Los datos disponibles indican algunos puntos sensibles, como la siembra convencional de pasturas, el valor de mantener el suelo cubierto por vegetación en invierno, y el valor de la reducción del laboreo (García Prechac 1992).

Dentro del ciclo de pasturas, sin lugar a dudas, la consociación de alfalfa con gramíneas anuales y perennes darán al final de su periodo un invaluable aporte de materia orgánica, N disponible, un pH más elevado debido al aporte de Ca del subsuelo, mayor disponibilidad de P soluble y una actividad biológica enriquecida. En un sistema integrado de Siembra Directa de agricultura-ganadería, las pasturas siempre tienen excesos en primavera y un marcado déficit bien marcado en invierno, el cual puede compensarse con el uso de abonos verdes y residuos de cosecha del cultivo anterior. La remoción de residuos por el pastoreo directo en el peor de los casos es posible reciclar el 50 % del residuo aéreo y nada absolutamente del residuo que está dentro del perfil. El residuo es más que suficiente para cumplir las funciones de protección ante la erosión hídrica y eólica. Con respecto a los efectos del pisoteo sobre las propiedades del suelo (compactación), si el pastoreo se realiza con altos niveles de residuos y por un periodo breve de tiempo (7 días) hemos observado a través de más de 15 años de experiencia de campo, que aun en condiciones sumamente críticas, como lo son suelos muy húmedos por efecto de la lluvia, el desarrollo del cultivo anterior no se ve afectado. Nuestra conclusión es que la estructura formada

del suelo, le da sustentación al tránsito de hacienda a manera de alfombra, y que la pequeña alteración que ocurre en la estructura es restablecida por parte de la actividad biológica que esta sumamente activa en estos suelos. (Trossero, T. 1994)

Los principios tradicionales en los que se basa la planificación de una rotación son los siguientes:

- Cultivos alternados de sp de plantas con habilidad diferenciada para absorber nutrientes del suelo, o que tengan sistemas radiculares alcanzando profundidades diferentes.
- Cultivo alternado de especies de plantas susceptibles a ciertas enfermedades y plagas, con aquellas que son resistentes.
- Secuencia planificada de especies que llevan en consideración todo efecto negativo o positivo de un cultivo sobre el siguiente.
- Alternar el uso de cultivos que tienden a agotar el suelo con cultivos que contribuyen a mejorar la fertilidad de los mismos. (Rolf Derpsch 1994).

Ha sido demostrado que la siembra directa favorece la sobrevivencia y multiplicación de parásitos necrotóxicos. Asimismo las enfermedades aparecen con mayor intensidad en el monocultivo. Por eso, bajo el aspecto sanitario la rotación de cultivos es imprescindible en el sistema de siembra directa. (Rolf Derpsch 1994)

Las enfermedades y patógenos necrotróficos de cereales de invierno favorecidos por la siembra directa en monocultivo son las siguientes:

Trigo y Triticale	
Helmintosporiosis	<i>Bipolaris sorokiniana</i>
Mancha Bronceada o Amarilla	<i>Drechslera tritici repentis</i>
Septoriosis del tallo	<i>Septoria nodorum</i>
Septoriosis de la hoja	<i>S. tritici</i>
Cebada	
Mancha Bronceada o amarilla	<i>Drechslera teres</i>
	<i>(Pyrenophthora teres)</i>
Helmistoporiasis	<i>B. Sorokiniana</i>
	<i>(Cochliobulus sativus)</i>
Mal del pie	<i>G. graminis var tritici</i>
Septoriosis	<i>Septoria sp</i>
Avena	
Helmintosporiosis	<i>D. Aveneae</i>

Fuente: (Rolf Derpsch 1994)

La rotación de cultivos es el método más antiguo para favorecer el control biológico, y es aun hoy, el medio no químico más efectivo para limitar las poblaciones de patógenos en el suelo. Su eficiencia depende de la secuencia de cultivos, así como de la duración del periodo entre cultivos. (Rolf Derpsch 1994).

La quema del rastrojo tiene un efecto inmediato sobre la disponibilidad de nutrientes, el contenido de nitratos se aumentó más de un 50 % (17 ppm con el rastrojo presente vs 27 ppm con el rastrojo quemado); y el contenido de fósforo disponible se aumento en hasta 8 ppm. Con rastrojo presente no hubo respuesta al nitrógeno en los ensayos realizados, debido a que el nivel de nitratos en el suelo era relativamente alto. Sin embargo se debe aclarar que probablemente esto no sea la situación más común y que generalmente exista un déficit de nitrógeno en el suelo.

De hecho, la fertilización nitrogenada a la siembra en situaciones de chacra ha dado buenos resultados. Por otro lado, trascendiendo de la mencionada ventaja instantánea, debe entenderse que la quema libera los nutrientes destruyendo la materia orgánica, lo cual va en detrimento de las propiedades del suelo en el mediano plazo. En el ensayo de largo plazo por ejemplo, ya se está evidenciando una mayor dependencia al agregado de fertilizantes en los manejos con quema; y los análisis de suelo evidencian este comportamiento.

Cuando una especie es cultivada en siembra directa, esta es precedida por la utilización de herbicidas con el objetivo principal de desecar la vegetación presente. Con esta desecación se busca mejorar las condiciones operacionales de la sembradora y asegurar la implantación de la especie cultivada libre de competencia desfavorable que puedan realizarle especies de malezas crecidas (Donald y Prato, 1991). La presencia de éstas en las etapas previas a la siembra además, puede disminuir la reserva de recursos disponibles en el ambiente productivo que se esperan sean capitalizados en el futuro desarrollo del cultivo (Chao y Utermark, 1989).

El herbicida más frecuentemente usado con estos fines es el glifosato. Se trata de un herbicida de acción total con el que es posible lograr, aún a bajas dosis, muy buenos controles de gramíneas anuales e inclusive el secado de brotes de gramilla (Sprankle y Meggit, 1975 ; Lee, 1973 ; Fernández y Bayer, 1977). Ajustando debidamente la dosis es posible lograr la desecación del total de las especies presentes en la chacra donde se instalará el cultivo. Se cuenta con la ventaja adicional de que éste herbicida, independientemente de la dosis aplicada, no presenta residualidad por ser rápidamente inactivado al tomar contacto con el suelo y por ende, no existe peligro alguno de la ocurrencia de efectos fitotóxicos en el cultivo, aún cuando se sembrara

inmediatamente (Cole, 1982). Como desventaja práctica puede considerarse que en muchas de las situaciones de enmalezamiento en las chacras destinadas a la siembra de trigo en el área agrícola del país, es frecuente la presencia de malezas (*Raphanus raphanistrum*, *Rapistrum rugosum*, *Cirsium vulgare*, *Cardus acanthoides*, *Ammi majus* y otras) que requieren de dosis relativamente elevadas de glifosato para su control, en las que las dosis bajas, resultan muy demoradas en su efecto. Los casos en que la desecación se realiza finalizando el otoño o chacras sobre praderas sucias suelen asociarse con estas situaciones (O'keeffe y Makepeace, 1994 ; Terry, 1994)

La rápida emergencia de nuevas plántulas de malezas que ocurre como consecuencia de la inexistencia de los efectos residuales en éste herbicida ha sido considerada como una desventaja. Estas suelen ser situaciones frecuentes cuando la dosis utilizada resulta en un rápido control de todas las especies presentes cuando la aplicación se realiza anticipadamente a la siembra y coincide con periodos en los que las condiciones son propicias para la ocurrencia de masivos flujos de emergencias de malezas (Ross, 1995).

Como posible solución a estos problemas se ha argumentado sobre la conveniencia de utilizar mezclas de glifosato con otros herbicidas. Con las mismas se busca ampliar el espectro y/o la velocidad de control cuando existen malezas tolerantes a bajas dosis y cuando el costo de la mezcla resulta menor al correspondiente al de la mayor dosis de glifosato requerida y/o también, incluir efectos de residualidad al tratamiento. La decisión de cual herbicida agregar al glifosato dependerá en primera instancia de las especies de malezas presentes así como de su desarrollo. Estos constituyen los primeros factores a considerar para el ajuste de la dosis de glifosato y para

la evaluación de la conveniencia de su sustitución por una mezcla de igual eficiencia y menor costo. Otro aspecto a considerar es el intervalo aplicación-siembra suficiente como para evitar una segunda aplicación. Necesariamente además, esta residualidad no debe determinar efectos fitotóxicos en cultivo. (Ogg y Young, 1991).

La evaluación simultánea de los ensayos en alto y bajo nivel de infestación de *Cynodon dactylon* permitió comparar el impacto del nivel inicial de esta maleza. Medido en producción de forraje promedio de diferentes mezclas evaluadas, un bajo nivel de infestación inicial de *Cynodon dactylon* permitió cosechar 6.6 t/há de MS mas, en 4 años. La variación de los rendimientos a través de los años, mostró que en alto nivel de infestación la duración productiva de las pasturas fue de dos años, mientras que en bajo nivel de infestación fue de cuatro años. Aún en bajo nivel de infestación, las pasturas mostraron la curva clásica de un pico de rendimiento en el segundo año y decrecimientos paulatinos posteriores (García, 1981). Esto indica que el *Cynodon* predispone a un decaimiento más rápido de la pastura, pero que hay otros factores involucrados. Si consideramos el forraje total producido en cuatro años de ensayo, bajar la infestación inicial de *Cynodon* o usar mezclas con gramíneas perennes de buen crecimiento estival, tuvo en cualquier caso un efecto aditivo equivalente de unas 7 t/há de MS. Pero si consideramos los datos del 2º al 4º año, es claro que la elección de la mezcla adquiere mayor relevancia cuando se baja la infestación inicial de *Cynodon*. Los experimentos son coincidentes en que las mezclas de leguminosas puras o cuya única gramínea es el Raigrás anual son las más sensibles al engramillamiento. Este tipo de mezcla ha sido muy usado en las praderas sembradas del Uruguay por lo que se puede inferir que ha sido un importante factor contribuyente a la expansión de la gramilla en el país. De las variables manejables consideradas en el estudio, la

reducción del nivel de infestación inicial previo a la etapa de pasturas es sin duda la más importante. Las alternativas químicas que hoy existen permitirían realizar esto a un costo razonable, sin daños al ambiente y con un resultado económicamente positivo en función de la mayor producción y duración que se puede esperar de las praderas. (García, 1992).

Las mezclas de las praderas donde se pretenda que duren mas de dos años, deben incluir gramíneas perennes que tengan capacidad de crecer en el verano: *Festuca*, *Dactylis*, *Paspalum*. Cuando se consigue bajar el nivel de infestación inicial, y se siembran mezclas apropiadas, se deben en lo posible evitar pastoreos frecuentes en primavera y especialmente en verano. Manejos mas conservadores en estos periodos, permiten aumentar la producción de forraje y reducir la cantidad de malezas. Frente a un problema de gramilla es necesario integrar diferentes tecnologías y prácticas de manejo que involucren efectos aditivos de control (Ríos y Gimenez, 1991).

El desarrollo sostenido de la siembra directa de cultivos, con el fin de lograr sistemas biológica y económicamente sustentables en el tiempo, impone la necesidad de comprender los cambios producidos a nivel del suelo, en función de la ausencia de remoción progresiva y de la existencia de restos vegetales en la superficie. La permanencia o no de restos vegetales tiene un rol preponderante en la dinámica de enfermedades causadas por organismos no biotrofos (v. g. Manchas foliares) y ambos factores, rastreo y remoción, inciden en la dinámica de la fauna del suelo. Dentro de los habitantes del suelo, el grupo de isocas (Coleoptera, Scarabaeidae) se torna un componente notorio de los sistemas de siembra directa. Las diferentes especies integrantes de este grupo pueden presentar potencialidad de daño en los cultivos al tiempo que pueden tener un

rol benéfico en la canalización y la distribución de los nutrientes. Dentro de las especies con potencialidad de daño está la más conocida para nuestra región *Diloboderus abderus*, mientras que existen otras que se alimentan exclusivamente de paja y no afectan a las plantas vivas (v. g. *Bothynus medon*). En términos generales, casi todas las especies del grupo presentan hábitos de alimentación diversificados, pudiendo consumir plantas vivas, materia orgánica, excrementos, otros insectos y animales en descomposición. (Castiglioni et al. 1997).

En el sistema agrícola pastoril de nuestro país, *Diloboderus abderus* constituye la especie de isoca más estudiada. En la rotación de cultivos y pasturas estas isocas aumentan sus poblaciones en la etapa de pradera, gracias a las condiciones favorables establecidas por la ausencia de disturbio del suelo para la nitrificación y reproducción. Así los riesgos de daño de los primeros cultivos de la fase agrícola luego de pradera o campo natural resultan mayores, en función de la presencia de mayor número de individuos. Esta previsión también resulta válida en sistemas agrícolas sin perturbación del suelo. Es lógico esperar mayores poblaciones de isocas en siembra directa, lo cual desde el punto de vista del movimiento del suelo es como continuar la fase pastoril. La diferencia fundamental entre ambas situaciones radica en que la alternancia de praderas y cultivos con laboreo no se logra un equilibrio ambiental, en tanto que en un sistema de siembra directa continuo se tiende a un balance determinado en el mediano plazo. En la rotación convencional pastura- cultivos con laboreos, las poblaciones de isocas aumentan en la fase pastoril y disminuyen en la etapa de laboreos. En un sistema de siembra directa las poblaciones tenderían a aumentar en forma continua. Esta evolución seguramente incluye un momento determinado en que se alcanza una regulación de esas poblaciones a través de algún factor propio del ambiente generado. La pregunta que debe responderse es en término de cuanto

tiempo y con que potencialidad de daño. Por otra parte, la situación de potencialidad de daño no parece ser comparable en ambas situaciones. Cuando se rotura un campo que viene de una pastura y, por ende, presenta una alta población de isocas, las sobrevivientes al laboreo preferentemente tendrán para consumir las plantas emergentes del cultivo sembrado. En un cultivo realizado en siembra directa, existe un rastrojo en superficie que no solo constituye otra fuente alternativa de alimento, sino que alberga una población de habitantes competidores y/o controladores, que busquen el establecimiento de un determinado punto de equilibrio. En resumen las experiencias realizadas indica una tendencia general al menor daño de isocas en las situaciones de siembra directa con el rastrojo del cultivo anterior en superficie. Esta diferencia de daño es estadísticamente significativa en algunos casos y en otros no lo es. (Castiglioni, 1997).

La incidencia de un elemento que está sobre el suelo en la dinámica de las poblaciones de insectos que están dentro del suelo tiene enormes implicancias de manejo agronómico. La primera de ellas sobre el manejo directo del rastrojo (quema, retiro, etc), pero también en las aplicaciones de agroquímicos en la parte aérea de los cultivos, lo cual puede afectar de forma negativa a los intereses descritos la dinámica de los habitantes subterráneos. Debe procederse al ajuste de algunos aspectos metodológicos para una correcta cuantificación de estos efectos. Notoriamente el ajuste de los trabajos en macetas, a los efectos de evaluar poblaciones absolutas perfectamente definidas. Además, deben realizarse estos trabajos para otras especies con potencialidad de daño en función de su abundancia y frecuencia de aparición. La cuantificación de estos elementos aportará elementos indispensables para determinar el sentido que puede tomar el equilibrio de las poblaciones en los distintos sistemas, además de brindar información

sobre los tiempos necesarios para el establecimiento de los mismos y la viabilidad de manejo de ciertas prácticas agronómicas de incidencia sobre la secuencia productiva. (Castiglioni, 1997).

Como se menciono anteriormente, se estima que aproximadamente 30% del área de los cultivos de invierno ha sido sembrada bajo siembra directa, de importante relevancia a los efectos de la conservación de los recursos naturales, pero adverso para algunas enfermedades de estos cultivos. El hecho de acumular rastrojo en la superficie del suelo aumenta la sobrevivencia de ciertos hongos como los causantes de las manchas foliares, tanto en trigo como en cebada, que son capaces de mantenerse viables y hasta multiplicarse en el rastrojo. En trigo la enfermedad más favorecida por ésta práctica es la mancha parda, causada por *Drechslera tritici-repentis*, la mancha de la hoja causada por *Septoria tritici* y fusariosis de la espiga causada por *Fusarium graminearum* principalmente. En cebada las enfermedades más favorecidas son mancha en red causada por *Drechslera teres* y mancha borrosa causada por *Bipolaris sorokiniana* y fusariosis de espiga causada por *Fusarium spp.* Las demás enfermedades de estos cultivos no son tan directamente afectadas como las antes mencionadas (Díaz et al, 1997).

El objetivo de toda siembra es el logro de una germinación rápida y uniforme del número deseado de plantas por unidad de superficie, que a su vez queden ubicadas en forma equidistante dentro de la hilera de siembra. Las experiencias de siembra directa en el país muestran que en la gran mayoría de los casos, las emergencias son lentas y heterogéneas, y las poblaciones de las plantas alcanzadas están muy por debajo de las deseables, aun en casos en que las cantidades de semillas usadas son extremadamente altas (Martino *et al* 1981).

Hasta ahora no se ha desarrollado la sembradora “ideal” para siembra directa, pero las máquinas diseñadas siguen algunos patrones básicos como son:

A) Peso mínimo de 180 Kg. en cada abresurco, para una adecuada penetración en el surco y suficiente resistencia para sembrar en condiciones adversas y variables del suelo, cortándolo a través del rastrojo.

B) Deben contar con elementos capaces de crear un surco de normalmente 25-50 mm de ancho, lo que es suficiente para proveer de humedad, temperatura y cobertura a la semilla y de esta manera lograr un adecuado establecimiento de plántulas.

C) Capacidad para cubrir la semilla y afirmar el suelo alrededor de esta, para promover una buena germinación y proteger a las semillas de los pájaros.

(Gould et al 1996).

Debido a la gran variabilidad de diseños y accesorios de máquinas de siembra directa que existen en el mercado, y tratando de cubrir la mayoría posible de los mismos, es que se procede a hacer la siguiente clasificación. Primero se hará una clasificación de las máquinas de acuerdo a los elementos para abrir surcos, y luego se enumerarán los elementos a tener en cuenta a la hora de adquirir u optar por una máquina de siembra directa. Es decir, lo que se pretende es dar una idea de las máquinas o sistemas de siembra directa que existen en el mercado, y luego las virtudes o dificultades de cada sistema en determinada situación. Para que luego con estos

elementos se pueda elegir en una situación particular la maquina que presente las mayores ventajas.

Las **sembradoras de triple disco** son el diseño más común de los disponibles en el mercado uruguayo. Este tipo de sembradora posee discos que compactan las paredes laterales del surco de siembra, lo que puede causar impedimentos en el movimiento de las raíces de las plántulas y en el intercambio de agua y gases entre el suelo y la atmósfera. Pobre contacto semilla-suelo en algunas situaciones. En rastrojos densos, los discos mas que cortar, tienden a empujar los residuos vegetales dentro del surco. En suelos con altos contenidos de arcilla (como muchos de los del litoral oeste uruguayo), los surcos de siembra tienden a permanecer abiertos, lo cual puede afectar el establecimiento del cultivo. (Augsburger, 1998).

Estas maquinas colocan el fertilizante en contacto con la semilla, lo cual puede causar problemas de toxicidad (Martino et al 1981).

Sembradoras de doble disco: utiliza pares de discos de diámetro idéntico formando una cuña en V, para abrir el suelo antes de la siembra, controlar las malezas y preparar la cama de semilla. Los dobles discos tienen la tendencia a empujar la paja y la granza dentro de los surcos de siembra y combinado con la falta de presión, resulta en una emergencia pobre. Estas sembradoras pueden colocar el fertilizante solo junto con la semilla, sembradoras de doble discos estándar o para trabajo pesado tiene un comportamiento regular en condiciones difíciles de suelo y de residuos. (Augsburger, 1998).

Sembradoras monodisco: estos modelos trabajan con un solo disco en ángulo de 7° aproximadamente con respecto a la dirección de avance. El único disco corta el suelo y abre una ranura angosta para la semilla. Este tipo de sembradoras utiliza ruedas de control de profundidad en cada abresurco, detrás del abresurco una rueda compactadora ajustable. Manteniendo el filo de los discos se mejora la acción del corte y la penetración. Las sembradoras monodisco realizan un trabajo superior en comparación con sembradoras doble disco pero requieren un trabajo especial de los residuos previo a la siembra para obtener emergencias óptimas. (Augsburger, 1998).

Sembradoras doble discos desfasados: son un desarrollo de las sembradoras doble discos tradicionales, uno de los discos va 2,5 cm adelantado del otro, el disco delantero corta los residuos y mejora la penetración. Estas sembradoras utilizan alta presión sobre los discos y ruedas de control de profundidad en cada abresurco. El movimiento de suelo es mínimo, el fertilizante puede ser colocado con la semilla o entre dos surcos en estas sembradoras. El funcionamiento de éstas es similar a las sembradoras monodisco, también estas maquinas requieren un manejo especial de los rastrojos para una buena emergencia. (Augsburger, 1998).

Sembradoras de puntas: la mayoría tienen una configuración robusta, pocas partes móviles y compactan en el surco de siembra. Existe un gran rango de máquinas que va desde inaceptable hasta excelente en condicione típicas de siembra directa. Factores que afectan estas sembradoras en su capacidad de trabajo; fuerza del abresurco para la penetración, número de filas, distancia horizontal entre los brazos de los abresurcos, distancia horizontal entre las filas y distancia mínima vertical entre el bastidor y el suelo. Las distancias entre filas y brazos determinan la

habilidad de la sembradora de dejar pasar los residuos. Tienen la característica de remover mucho suelo, mas aún cuando se aumenta la velocidad de avance; esto estimula la germinación de malezas. Están limitadas al igual que las anteriores en la cantidad de fertilizante que pueden aplicar. Sembradoras de puntas pueden hacer un excelente trabajo mientras la máquina ofrezca un adecuado pasaje para los residuos y tenga suficiente presión para mantener los abresurcos en la posición correcta. (Augsburger, 1998).

Para poder seleccionar bien una sembradora es necesario conocer bien las condiciones del campo y cómo trabajaría una máquina en estas condiciones.

Los puntos principales para elegir una sembradora son:

- tipo de cultivo
- condiciones de suelo
- tipo de fertilizantes a usar y método de aplicación
- rastrojos y residuos
- tipo de tractor necesario

Tipo de cultivo: la sembradora debería ser capaz de sembrar en buena forma las semillas que se utilizan en un establecimiento.

Condiciones de suelo: se debería elegir un equipo que sea capaz de trabajar en el rango más amplio de condiciones de suelo (suelos pesados, húmedos, superficiales, etc.).

Tipo de fertilizante y método de aplicación: los fertilizantes nitrogenados determinan el tipo de sembradora necesaria, éstos pueden ser aplicados al voleo, en el surco con la semilla, en el surco por debajo de la semilla y en una franja lateral al surco.

Residuos de cultivos: existen diferencias en la capacidad para cortar residuos en las distintas sembradoras.

Se deberían elegir equipos con buen despeje para manejar mejor los residuos.

Potencia necesaria: la siembra directa requiere más potencia que una siembra convencional. Equipos que colocan el fertilizante en bandas separadas de la semilla requieren potencia significativamente mayores.

Otros factores que afectan son: el tipo de abre surco, la humedad y textura del suelo, número de abre surcos y velocidad de avance (Augsburger, 1998).

Otros requerimientos: los equipos de siembra directa deben trabajar bajo condiciones de suelos más húmedos y con muchos residuos, si lo comparamos con labranza convencional, a su vez deben crear un ambiente favorable para la germinación de plántulas dentro del surco.

Dichos requerimientos son:

- despeje suficiente para los residuos
- penetración uniforme de suelo
- buen control de profundidad
- distancia deseada entre los surcos
- ancho del surco de siembra aceptable
- perturbar al mínimo el suelo y el rastrojo
- buena protección contra piedras
- sistema de siembra y fertilización adaptable a distintas semillas y fertilizantes.
- abre surcos eficientes

- buena colocación de la semilla y el fertilizante
- diseño simple
- costo razonable del equipo
- fácil mantenimiento y disponibilidad de servicios y repuestos.
- Correcto tapado y compactado.

Despeje suficiente: las sembradoras deberán tener una altura suficiente del suelo para permitir el pasaje libremente de los residuos, además debe tener la capacidad de cortar a través de abundantes residuos y abrir el paso para los elementos que siembran.

Penetración uniforme: las sembradoras deberían ser capaces de sembrar a una profundidad uniforme en todas las condiciones de suelo, para el caso de suelos duros por problemas de humedad o texturas pesadas se recomienda el uso de sembradoras con puntas, púas o zapatas.

Control de profundidad: es muy importante para una colocación adecuada de la semilla y asegurar un buen contacto de esta con el suelo, la profundidad de siembra se puede definir como la capa de suelo que cubre la semilla. La profundidad de siembra se ve influida por tres factores básicos que son; tipo de abresurco, método de compactación y velocidad de trabajo.

Distancia entre surcos: la distancia entre surcos hace variar notablemente los rendimientos, pero además influyen en el costo de la sembradora, método de cosecha y el tipo y la cantidad de los residuos.-

Ancho del surco: lo determina el diseño del abresurco. Abresurcos de discos y puntas concentran la semilla y el fertilizante en bandas angostas. Esto permite a la sembradora pasar a través de más residuos y reduce el movimiento de suelo. Sin embargo, anchos reducidos de surcos limitan la cantidad de fertilizante colocado con la semilla.-

Movimiento del suelo y del rastrojo: está dado fundamentalmente por el tipo de abresurco, las condiciones del suelo y velocidad de trabajo. Los abresurcos de discos pasan por el suelo produciendo un movimiento mínimo, con estos abresurcos se puede aumentar el movimiento de suelo haciendo variar el ángulo de los discos, el tipo de suelo, alta humedad de suelo y alta velocidad de trabajo. Es deseable tener cierto movimiento de la tierra, especialmente cuando se siembra en suelos fríos. Si se mueve el suelo encima de la semilla, la cama de semilla se calentará más rápido, lo que resulta en una germinación y emergencia más rápida. Un movimiento mínimo de suelo reduce al mínimo la aparición de malezas.

Protección contra piedras: existe mucha variedad en la habilidad de las sembradoras para sembrar en campos con pedregosidad, máquinas con discos no sacan piedras sueltas de la tierra pero tienen muchas partes en movimiento y trabajan a alta presión por lo que los hace más susceptibles a roturas.

El desempeño de máquinas con brazos y puntas depende de varios factores, entre ellos la presión de zafe; estas maquinas sacan piedras sueltas a la superficie. Sembradoras con baja presión en los abresurcos no penetran en suelos duros.-

Sistemas de entrega de semillas y fertilizantes: existe una gran variedad de estos sistemas en el mercado y muchos de ellos no cumplen con su función satisfactoriamente. Debido a la gran variabilidad en los tipos de semillas existentes se debería realizar una calibración particular para cada una de ellas. Otro aspecto a tener en cuenta es la facilidad de limpieza de los cajones, aspecto importante para aquellos productores que realizan multiplicación de semillas.-

Tipos de abresurcos: la función del abresurco es colocar la semilla en el suelo para asegurar la implantación. Para colocar eficientemente la semilla en el suelo se requiere; profundidad uniforme en suelo compactado y húmedo, cobertura controlada de la semilla con tierra,

distribución uniforme de la semilla en el surco, no atascarse ni dañar la semilla. Los abresurcos de discos hacen surcos en forma de “ V”, siendo su ventaja principal la habilidad para manejar físicamente el rastrojo sin bloquear la maquina. No determinan un ambiente optimo para la semilla en el surco en cuanto a vapor de agua y oxigeno se refiere (Carameso da Costa 1998). Tienen mas partes movibles que los de punta y dependen del peso de la sembradora y del filo de los discos para asegurar una buena y pareja penetración. Estos producen poco movimiento de suelo, lo que se considera una ventaja a excepción de suelos fríos en el momento de la siembra. Es probable que sistemas de discos tengan mayores costos de mantenimiento que otros sistemas sobre todo si se trabaja en condiciones de alta pedregosidad. Estas maquinas por la forma en que dibujan el surco, colocan el fertilizante en contacto con la semilla, lo que puede causar problemas de toxicidad.

En cuanto a los abresurcos de puntas, púas o cinceles existen en el mercado una gran variabilidad de los mismos, pero tienen en común que todos producen mayor movimiento de suelo que los sistemas de discos. La cantidad de suelo movido va a depender del diseño del abresurco, del tipo de suelo, la humedad del suelo, la distancia entre abresurcos, profundidad y velocidad de trabajo. Para este tipo de abresurcos se recomienda trabajar siempre con la herramienta bien afiladas para no aumentar los requerimientos de potencia.

Ubicación del fertilizante: existen en el mercado varias opciones de ubicación del fertilizante que son: con la semilla, al voleo, en bandas laterales o centrales, en líneas a golpes o por debajo de la semilla.

Correcto tapado y compactado: estas operaciones bien realizadas mejoran la germinación de las semillas y emergencia de plántulas. La semilla absorbe mas agua cuando esta mas cerca de

ella por lo tanto se debe realizar un buen tapado y compactación. Las propiedades mecánicas del suelo afectan la germinación y la emergencia, si se compacta demasiado el suelo pesado puede causar encostramiento lo que puede afectar la emergencia. La compactación afecta también el intercambio gaseoso semilla-suelo, si se compacta demasiado se reduce y limita la cantidad de oxígeno, lo que puede afectar la germinación. Profundidades elevadas de siembra afectan la emergencia ya que se necesita más energía para llegar a la superficie(Augsburger, 1998).

Métodos de compactación:

- en los surcos de siembra.
- compactación al azar.

La compactación en los surcos se realiza básicamente por ruedas compactadoras, la compactación al azar se realiza por espirales, compactadores ranurados u otros. La ventaja de la compactación al azar es la uniformidad del suelo encima de la semilla. Un problema potencial es la sobrecompactación cuando se utilizan pesos excesivos en suelos pesados o en condiciones húmedas. (Augsburger, 1998).

2.F SIEMBRA CONSOCIADA

Una buena eficiencia en la producción de forraje se logra mediante siembras asociadas de un verdeo precoz de invierno con una pastura. Con esta tecnología se busca adelantar el período de aprovechamiento otoñal, disponer de una importante entrega de forraje durante el invierno y prolongar la producción de forraje primaveral. En tal sentido, los niveles de rendimiento de

forraje en este período pueden ser asociados fundamentalmente a dos factores: el ciclo productivo del verdeo propiamente dicho y el éxito logrado en la implantación de la pradera. Mediante dicha siembra no sólo se ahorran insumos y en consecuencia se reducen los costos, sino que se mejora el uso del suelo y se acelera el pasaje de verdeo a pradera ahorrando labores culturales y fertilizaciones. También se disminuye el lapso improductivo de la pastura con el consiguiente riesgo de erosión y se prolonga a la vez la utilización del verdeo bajo pastoreo. (Amarante et al. 1999).

El amplio rango de especies y variedades disponible ofrece para cada situación particular la mejor opción. Los verdeos asociados no solamente constituyen una excelente fuente de materia seca bajo régimen de pastoreo, sino que en primavera es posible lograr volúmenes elevados de forraje que pueden ser conservados en forma de heno o ensilaje. En este sentido, con los verdeos asociados se puede no sólo aumentar la oferta de forraje total, triplicando la producción de los verdeos puros, sino también lo que es más importante incrementar considerablemente la producción de forraje en la época crítica de fines de otoño e invierno. Esta alternativa alcanza, como ya se ha comentado, su máxima expresión en los tambos donde resulta imprescindible disponer de una entrega elevada de forraje, tanto en cantidad como en calidad, para cubrir los requerimientos de las vacas en producción en la época de mayor carencia del año. Dado que sin duda el fin último del verdeo asociado es la instalación de una pradera, su utilización y manejo debe estar orientado a promover las especies de la fracción pastura. Esto conlleva a que en invierno, en periodos con exceso de agua en el suelo, su uso deba restringirse minimizando los efectos del pisoteo. De esta forma se asegura el futuro de la pradera. En los sistemas agrícolas-ganaderos, los cultivos son cosechados para grano; en cambio en los sistemas de producción

animal intensivos, como la lechería, los cultivos son pastoreados y en ocasiones ensilados. El fin de las pasturas sembradas en el Uruguay, está dado por la invasión de *Cynodon Dactilis*. García (1995) muestra que la ausencia de gramíneas con crecimiento y producción estival, principalmente las pasturas que incluyen solamente *L. Multiflorum*, *Holcus lanatus* o *Phalaris tuberosa*, son la principal causa de la rápida invasión por esta maleza, mientras que la presencia de *E. arundinacea*, pero sobre todo *D. glomerata* y *Paspalum dilatatum*, retrasan la invasión a más de 4 años. (García 1995).

Un problema de las pasturas consociadas es que a menudo fracasan en lograr un establecimiento satisfactorio debido a la competencia entre el cultivo y la pastura asociada. 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 sombrean la pastura y reducen su crecimiento. 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 trigos encontraron que los tratamientos asociados rinden en promedio un 69 % menos respecto a la pastura sembrada sola, debido fundamentalmente a un menor stand de plantas en aquellas pasturas sembradas consociadas. Concluyendo que la reducción en número de plantas se explica principalmente por la competencia por luz ya que la cantidad de nutrientes y humedad fue considerada suficiente por los autores.

Otro problema con las pasturas consociadas en siembra directa, es lograr la misma calidad de implantación que la lograda con I.C. Para este tipo de siembras el uso de máquinas con limitadores de profundidad entre 2,5 y 5 cm es inadecuado para la siembra al surco de las leguminosas y el cultivo en la misma línea, tanto por excesiva profundidad como por competencia con el cultivo. Por ello es que todos los trabajos en que se comparó la ubicación de la semilla fina en el mismo surco que el cultivo de invierno, contra su distribución al voleo, consistentemente reportan mejores resultados de instalación con el último procedimiento (Amarante et al. 1996 y 1997; Amarante et al. 1997; Terra y Garcia Prechac, 1997b; y Marchesi et al.; 1997^a).

Los resultados indican ventaja para las gramíneas sembradas en el surco, cerca del fertilizante basal binario (NP) y que si bien las leguminosas llegan a menor población inicial en el surco, el tamaño de las plantas y sus nodulaciones son mayores, generando mayores nodulaciones, mejor sobrevivencia estival. Considerando parte de dicha información y disponiendo de una maquina John Deere con posibilidad de control de profundidad de 1,2 cm en forma independiente en cada línea, Valenti y Amarante, en 1995, probaron a nivel comercial la siembra consociada en dos pasadas cruzadas de la sembradora. En una de ellas se sembraron las gramíneas, trigo y falaris, a 2,5 cm, con fertilizante de relación N:P 1:1. En otra pasada, a 1,2 cm se sembraron *T. repens* y *L. corniculatus* con 0-46-0. El resultado fue excelente, con el inconveniente de requerir dos pasadas. Esta problemática llevó a la instalación de un ensayo, Amarante et al(1997b) comparando los 4 tratamientos siguientes para la siembra de una mezcla de *D.glomerata*, *T. repens* y *L. corniculatus*, consociada con trigo para silo a grano pastoso: 1)

siembra cruzada, cultivo anual en un sentido y a 90° la leguminosa y el dactilis.2) todo al surco, a 2.5 cm. 3) trigo y dactilis en el surco a 2.5 cm. con el fertilizante y la leguminosas al voleo.4) siembra alternada de un surco con trigo a 2.5 cm. y el lindero con las forrajeras a 1.2cm. Entre los tres tratamientos con mejor implantación de leguminosas las diferencias entre sí no fueron significativas, pero la siembra cruzada tendió a ser la superior. La instalación del dactylis fue significativamente mayor en la siembra en líneas alternas, comparando con los otros tratamientos. A partir de los 460 días, en la siembra alterna la población de leguminosas descendió al mismo nivel que en el tratamiento en todo el surco. Probablemente este resultado se debió a que el verano del 96-97 fue muy seco y las leguminosas, en la misma línea que *D. glomerata*, sufrieron gran competencia por agua. El tratamiento 4, al quedar las sp. de las pasturas a 38 cm entre líneas, sufrió importante invasión de malezas. (Amarante, 1999).

Las gramíneas se instalan mejor en siembras en líneas, dentro de surcos con profundidad no excesiva a su tamaño de semilla, que cuando se las distribuye en cobertura superficial. Este resultado se observó en un ensayo comparativo entre siembra directa y en cobertura, en un tapiz natural sobre un brunoso subeútrico típico (San Gabriel Guaycurú) con una mezcla de Festuca arundinacia, Trifolium repens, Lotus Corniculatus (Amarante et al. 1997^a). Resultados concordantes obtuvieron Bermúdez et al. (1996), ensayando la introducción de Gramíneas perennes en mejoramientos extensivos de T. repens y L. corniculatus sobre un Argisol (Alfárez). Dichos resultados se confirman en el mismo suelo con Lolium Multiflorum, (García Préchac et al., 1996 y 1997), aunque en este caso, no se trata de una especie perenne. Este resultado también fue observado en pruebas de campo a escala productiva realizadas por la Asociación Uruguay pro Siembra Directa (AUSID) en las cercanías de Sarandí del Yí. En oposición con lo

anterior, todos los trabajos y observaciones citados, excepto el de Bermúdez et al. que no incluía leguminosas, indican mejor instalación de T. Repens y L. Corniculatus en cobertura que en líneas. De acuerdo a Evers (1995), para las semillas pequeñas de leguminosas u otras de similar tamaño, la profundidad de siembra empieza a ser excesiva a 0,5 cm de profundidad. Las máquinas usadas en los citados trabajos no regulan la profundidad de siembra a menos de 2.5 cm correctamente, a pesar de que se intentó lograrlo reduciendo el recorrido de los gatos hidráulicos. Seguramente esto no se logró y provocó que la profundidad de siembra haya sido excesiva para las leguminosas. (Amarante, 1999).

superior
En la actualidad existen en el mercado máquinas que logran un correcto control de la profundidad. Con las mismas se trabajó en las instalaciones de leguminosas consociadas con cultivos invernales, no apreciándose diferencias estadísticas entre la siembra al voleo o en líneas. (Amarante et al. 1997b).

Comparando Siembra directa con cobertura, en la realización de mejoramientos extensivos (Amarante et al 1997^a), encontraron que las poblaciones de T Repens y L Corniculatus por unidad de superficie a los 110 días de la siembra eran menores en siembra directa, pero las plantas tenían mayor peso individual y mejor nodulación. Este ensayo durante el fin del primer invierno, la primavera y el verano sufrió una sequía que provocó la pérdida casi total del T Repens y F arundinacea, sobreviviendo en cantidad relevante solamente el L corniculatus: esta sobrevivencia fue significativamente mejor en siembra directa que en cobertura, seguramente debido al mayor tamaño y mejor nodulación inicial. Por otra parte determinaciones de Fósforo (Bray N° 1) en las líneas y entre líneas de siembra directa y en las coberturas, a incrementos de

2.5 cm de profundidad, realizadas en el otoño del segundo año, mostraron mucho mayor disponibilidad de P (Bray 1) en los surcos de siembra directa. Resultados similares de instalación y tamaño de plantas fueron obtenidos por Termezana y Carambula (1971) comparando cobertura con siembra en surcos con sembradoras de zapatas.

3. MATERIALES Y METODOS

El ensayo fue realizado en el establecimiento “Los Pepeos” del señor Jorge De Feo e hijos, próximo a la ciudad de Sarandí Grande, Departamento de Florida, en el periodo mayo 1998 - mayo 1999.

También se tomaron determinaciones sobre un ensayo ya instalado en el mismo establecimiento en el año 1996, el cual fue implantado con el mismo objetivo que el ensayo de este trabajo. Dichas medidas servirán para dar continuidad a esta línea de investigación, al suministrar información del estado y composición de las pasturas un año mas adelante en su vida.

3.A SUELO

El suelo sobre el cual fue implantado el ensayo se corresponde con un Brunosol Eútrico Típico, de las unidades La Carolina y San Gabriel-Guaycurú, del mapa 1:1.000.000 de la Dirección de Suelos y Fertilizantes del MGAP.

El ensayo fue instalado el 21 de mayo de 1998, sobre una chacra cuyo uso anterior se detalla a continuación:

AÑO	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
USO	CN	R	P1	P2	P3	P4-M	P1	P2
Sist de Lab		LC	LC	LC	LC	LC	LC	LC

AÑO	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
USO	P3	P4-SF-PT	PT	PT-SF-PT	AV-SF	TR	TR	ENSAYO
Sist de Lab	LC	LC	LC	LC	SD	SD	SD	SD

Referencias:

CN = Campo Natural

R = Rastrojo

P1 = Pradera de 1^{er} año

P2 = Pradera de 2^{do} año

P3 = Pradera de 3^{er} año

P4 = Pradera de 4^{to} año

M = Maíz

SF = Sorgo Forrajero

PT = Pradera Temporal

AV = Avena

TR = Trigo

LC = Laboreo Convencional

SD = Siembra Directa

Previo a la instalación del ensayo, el 12 de abril se aplicaron 3.5 litros/ há de glifosato (ROUNDAP) en 80 l de agua, sobre un rastrojo de trigo con presencia de malezas de hoja ancha y ausencia de gramilla. El volumen de malezas y de rastrojo no era importante. La dosis aplicada tuvo un control eficiente sobre la materia verde existente. La aplicación se realizó con una fumigadora JACTO de 800 l.

Para la siembra se utilizaron 2 sembradoras de labranza cero, cuyas características se detallan a continuación:

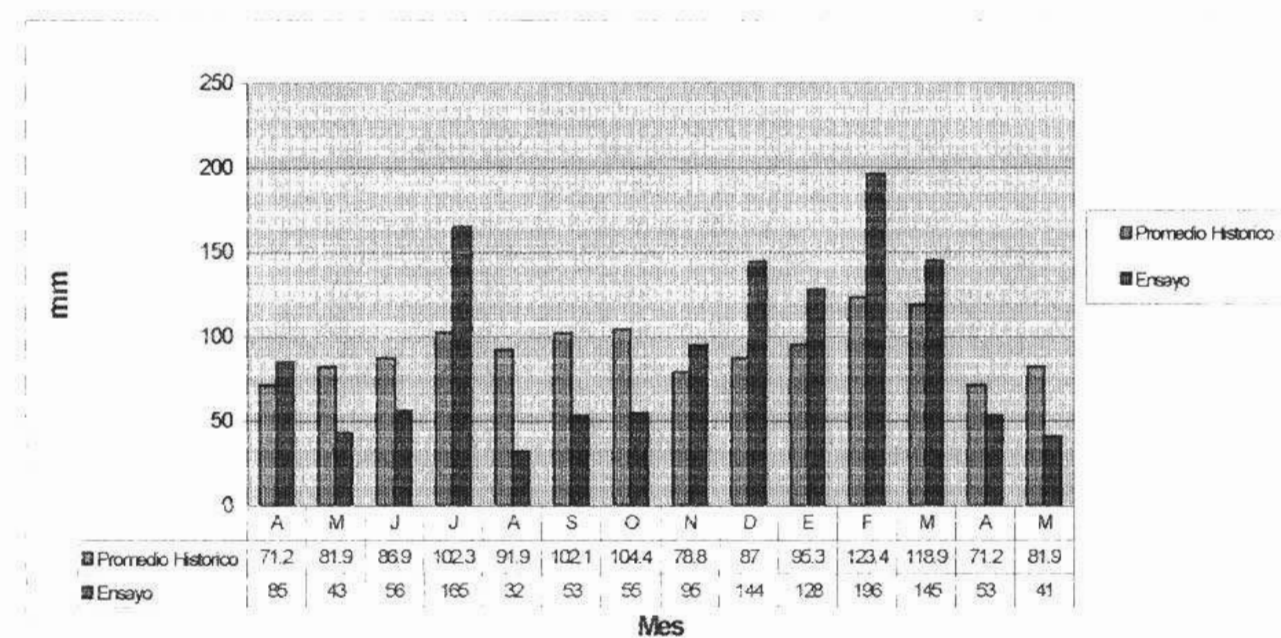
- Sembradora **John Deere** 750, 16 líneas de 19 cm entre líneas, abresurco monodisco, regulación independiente de profundidad en cada cuerpo.
- Sembradora **Semeato** SHM, 11 líneas, abresuros doble disco desfasados, regulación independiente de profundidad en cada cuerpo.

La sembradora SEMEATO fue utilizada en todos los tratamientos, mientras que la sembradora JOHN DEERE se utilizó en los tratamientos con siembra cruzada.

3.B CLIMA

A continuación se presentan los datos de precipitaciones y temperaturas del periodo abril de 1998 – mayo 1999, obtenidos en la Dirección Nacional de Meteorología.

Figura N° 3.1 Precipitaciones ocurridas durante el ensayo y sus medias históricas.



Fuente: Dirección Nacional de Meteorología. Estación Climatológica de Sarandí Grande (a 5 Km. del ensayo).

CUADRO N° 3.1 Temperaturas mensuales medias correspondientes al periodo del ensayo.

Mes	May 98	Jun 98	Jul 98	Ago 98	Sep 98	Oct 98
Temperatura (C°)	13.95	10.95	12.3	11.95	12.55	17.5
Mes	Nov 98	Dic 98	Ene 99	Feb 99	Mar 99	Abr 99
Temperatura (C°)	19	19.05	18.5	18.95	19.4	12.9

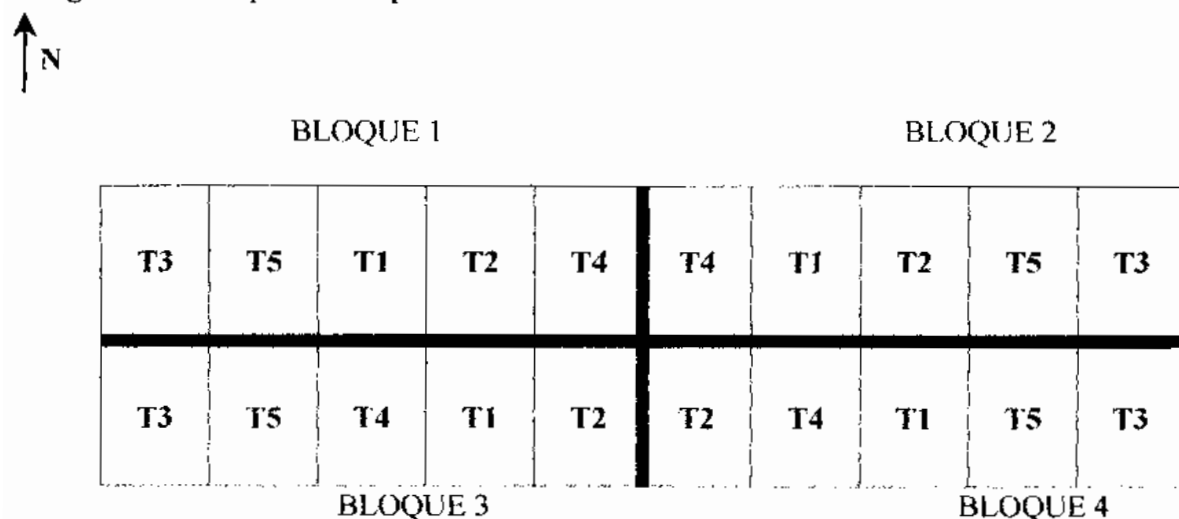
Fuente: Dirección Nacional de Meteorología. Estación Climatológica de Sarandí Grande

(a 5 Km. del ensayo).

3.C DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico utilizado para este ensayo fue de 4 bloques al azar, con 5 tratamientos. El tamaño de las parcelas fue de 10 m de largo y 6 m de ancho. El tamaño total del ensayo es de 72 m de largo por 20m de ancho.

Figura N° 1 Disposición espacial de los tratamientos



La descripción de los 5 tratamientos es la siguiente:

Tratamiento 1 (gramíneas en líneas y leguminosas al voleo): Se sembraron 70 kg/há de Trigo forrajero (*Triticum Aestivum*), cv Buck Charrúa y 6 kg/há de *Dactylis glomerata* cv LE Oberon, en todas las líneas a 19 cm entre sí, a 2.5 cm de profundidad, conjuntamente con 200 kg/há de 7-40-40-0. Las leguminosas implantadas fueron: Alfalfa (*Medicago Sativa*) cv Chaná y Trébol Blanco (*Trifolium Repens*) cv Zapicán y las mismas se sembraron al voleo a una densidad de 12 y 2 kg/há, respectivamente.

Tratamiento 2 (trigo y forrajeras en líneas alternas): Se sembraron 70 kg/há de Trigo en líneas alternas a 38 cm entre sí, a 2.5 cm de profundidad; 12 kg de Alfalfa, 2 kg/há de Trébol Blanco y 6 kg/há de *Dactylis* en las líneas sin trigo a 1.3 cm de profundidad. Se fertilizó con 200 kg/há de 7-40-40-0, en todas las líneas.

Tratamiento 3 (gramíneas en líneas alternas y leguminosas al voleo): Se sembraron 70 kg/há de Trigo en líneas alternas a 38 cm entre sí, a 2.5 cm de profundidad y 6 kg/há de *dactylis* en las líneas sin trigo (intercaladas) a 1.3 cm de profundidad. Conjuntamente se sembraron 12 kg/há de Alfalfa y 2 kg/há de Trébol Blanco al voleo. La fertilización fue de 200 kg/há de 7-40-40-0 en todas las líneas.

Tratamiento 4 (trigo en líneas alternas y forrajeras a 90°): Se sembraron 35 kg/há de Trigo

en líneas alternas a 38 cm entre sí, con 85 kg/há de 25-25-0 a 2.5 cm de profundidad. Las leguminosas y el Dactylis fueron sembradas en todas las líneas en forma cruzada, a 1.3 cm de profundidad con 150 kg/há de 7-40-40-0. Las densidades usadas fueron 12 kg/há de Alfalfa, 2 kg/há de Trébol Blanco y 6 kg/há de Dactylis.

Tratamiento 5 (trigo en todas las líneas y forrajeras a 90°): Se sembraron 70 kg/há de Trigo (todas las líneas), con 85 kg/há de 25-25-0 a 2.5 cm de profundidad. La siembra de las leguminosas y su fertilización fueron idénticas al tratamiento anterior.

Todos los tratamientos fueron refertilizados con 100 Kg de urea, en la primera quincena de agosto de 1998 y luego se volvió a refertilizar en abril de 1999 con 150 kg. de super concentrado (0-40-40-0).

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 medias de los 5 tratamientos, los 4 grados de libertad de tratamientos en los ANAVA se abrieron en cuatro contrastes ortogonales de un grado de libertad cada uno:

- 1) La media del tratamiento 1 vs la media de los otros 4 tratamientos.

Se compara la siembra de gramíneas en todos los surcos y leguminosas al voleo, vs el promedio de los demás tratamientos.

- 2) El promedio de los tratamientos 1, 2, 3 vs la media del tratamiento 5.

En este contraste se compara el trigo en todas las líneas y las forrajeras a 90° vs los demás tratamientos excepto el 4.

- 3) La media del tratamiento 2 vs la media del tratamiento 3.

Se contrasta leguminosas en surco vs leguminosas al voleo, en siembras alternas.

- 4) La media del tratamiento 4 vs la media del tratamiento 5.

Contrasta las siembras cruzadas con el trigo a 38 cm (a mitad de densidad: 35 kg/há) vs el trigo a 19 cm (con toda la densidad, 70 kg/há).

Los tratamientos del ensayo correspondiente al periodo 1996 - 1997 son:

Tratamiento 1 (cruzado): 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/há y la de *dactylis glomerata* cv Lidacta fue de 10 Kg/há, 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/há de Lotus cultivar San Gabriel y 2 Kg/há de Trébol blanco cv Zapican, junto con 80 kg/há de 0-46-0. La profundidad de siembra fue de 0.5 pulgadas.

Tratamiento 2 (todo al surco): 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 en una mezcla de 80 kg/há de 0-46-0

y 80 kg de 28-28-0 aplicada en las líneas.

Tratamiento 3 (leguminosas al voleo, gramíneas al surco): las leguminosas (Lotus y Trébol blanco) fueron sembradas al voleo, en densidades iguales a 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./há de 0-40-0 y 80 kg./há de 28-28-0 aplicada en las líneas.

Tratamiento 4 (leguminosas en líneas alternas con el trigo): se alternaron líneas a 38 cm. de leguminosas (Lotus y Trébol blanco) a 0.5 pulgadas de profundidad y de trigo (80 kg/há) a 1.5 pulgadas, 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/há de 0-46-0 y 80 kg/há de 28-28-0 aplicada en las líneas.

Todos los tratamientos correspondientes a este ensayo 96-97 fueron refertilizados con 70 kg/há de urea en julio de 1996, al macollaje del Trigo y 100 kg/há de superfosfato Triple (0-46-0) en el invierno de 1997.

Para la comparación de las medias de los 4 tratamientos, los tres grados de libertad de tratamientos en los ANAVA se abrieron en tres contrastes ortogonales de un grado de libertad cada uno:

- 1) La media del tratamiento 2 vs el promedio de los otros tres tratamientos.

Se contrasta la siembra de todas las especies al surco vs los demás tratamientos.

- 2) La media del tratamiento 4 vs el promedio de los tratamientos 1 y 3.

Se compara la siembra en líneas alternas vs leguminosas al voleo y siembra cruzada.

- 3) La media del tratamiento 1 vs la media del tratamiento 3.

Todo al surco vs leguminosas al voleo.

3.D DETERMINACIONES

El 31 de julio de 1998 se realizó un conteo de plántulas de Trébol Blanco, Dactylis, Alfalfa, y macollos de Trigo. También se relevó la presencia de macollos de Raigras, el cual apareció en forma espontánea. No se hicieron determinaciones sobre malezas debido a su baja incidencia. Para llevar a cabo el conteo se tomaron 3 muestras por parcela, las mismas se hicieron arrojando al azar un rectángulo de 0.1 m^2 (20 cm x 50 cm) y contando las variables dentro del cuadro.

El 8 de Diciembre de 1998 se midió la producción de materia verde y seca, de los componentes de la pastura anteriormente mencionados, incluyendo malezas. Como primer paso se eliminó los bordes de las parcelas con una segadora como forma de evitar el “efecto borde” entre los tratamientos. Luego, se cortó una franja en el centro de las parcelas de área conocida como forma de determinar la producción por unidad de área. La muestra cosechada se peso en su totalidad y luego se extrajeron dos submuestras representativas, una para determinar el

porcentaje de materia seca de la pastura y otra para determinar la contribución de cada especie al total de la materia seca, a través del peso y secado de cada especie por separado. El área cosechada en cada parcela fue promedialmente de 10 m².

El 7 de mayo de 1999 se midió la producción de materia seca y verde, de los componentes de la pastura con excepción del trigo y del Raigras. Para llevar a cabo la medición anterior se tiraron al azar cuadrados de 0.49 m² (70 cm x 70 cm), 3 veces por parcela. La muestra cosechada se pesó en su totalidad y luego se extrajeron dos submuestras representativas, una para determinar el porcentaje de materia seca de la pastura y otra para determinar la contribución de cada especie al total de la materia seca, a través del peso y secado de cada especie por separado.

Como antecedente de este trabajo, se evaluó el ensayo instalado en el periodo 96-97 que estaba entrando en su tercer año de vida. La evaluación fue llevada a cabo en marzo de 1998, en la misma se determinó la producción de materia seca y la contribución de cada especie a la materia seca total, mediante los mismos procedimientos empleados en el ensayo instalado en 1998.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4. A IMPLANTACION

Los distintos tratamientos ensayados provocaron algunas diferencias significativas en la implantación de las especies. En este sentido se observan tendencias que muestran diferencias importantes en leguminosas entre los distintos tratamientos. Los datos muestran que las siembras de leguminosas al voleo (1 y 3) junto con la siembra cruzada de leguminosa con el trigo a 38 cm y mitad de densidad (4), mostraron mayores poblaciones de plantas a los 70 días de la siembra, que las leguminosas sembradas en líneas alternas junto con dactylis sin trigo (2) y cuando fueron sembradas en líneas cruzadas al trigo junto con dactylis (5). (Cuadro 1).

Con respecto a la alfalfa, el tratamiento 1 (voleo) fue mayor que los tratamientos 5 (cruzado) y 2 (alterna), también se observa que los tratamientos 1, 4 y 3 son superiores al 2 (alterno). En los contrastes mostrados en el cuadro 2 se respalda las diferencias presentadas anteriormente, y se aprecia la significancia de estas tendencias.

Cuadro N° 1 Plantas de leguminosas / m² según tratamientos 70 días post-siembra.

TRAT	Alfalfa	Trebol. B
1	103	58
2	58	25
3	89	56
4	97	49
5	75	23
DMS	27.8	18.4

* Nivel de significancia 5 %

Cuadro N° 2 Contrastes ortogonales entre tratamientos en leguminosas.

TRAT	Alfalfa	T. Blanco
1 & 2,3,4,5	0.037	0.012
1,2,3 & 5	0.046	0.001
4 & 5	0.112	0.009
2 & 3	0.036	0.003

* Nivel de significancia 5 %

Contrastando la siembra de leguminosa al voleo (1) con el resto de los tratamientos (2,3,4 y 5), se observa que esta presenta un mayor stands de plantas de alfalfa y trébol blanco. Complementando estos resultados cuando se contrastó la siembra al voleo de leguminosas (3) con la siembra de leguminosas en líneas alternas (2) se vio también la superioridad del tratamiento con leguminosas al voleo.

Los resultados mostrados difieren de los obtenidos por diversos autores quienes encontraron que las siembras al surco de alfalfa tenían un mejor comportamiento que las siembras al voleo. Según Hanson et. al (1988), la siembra de alfalfa en líneas y con cierta compactación presentaba un mayor numero de plantas que siembras al voleo con tapado y compactación, y mayor número aún que la siembra en línea sin tapado y sin compactación. Cabe aclarar que los ensayos de Hanson, (1988) fueron concluidos sobre cultivos de alfalfa pura y en laboreo convencional. Según este autor, es importante para una buena implantación de alfalfa poder regular la cantidad

deseable de semilla por hectárea, que la misma sea distribuida uniformemente, ubicada a una profundidad adecuada y cubierta en forma homogénea.

Willard et al (1966) citado por Hanson (1972), subrayó la importancia de siembras de alfalfa entre 0.6 y 1.2 cm. de profundidad, excepto en suelos arenosos donde la semilla debe ser colocada a mayor profundidad.

Tesar, M.B.(1959), afirma que la compactación posterior a la siembra contribuye por lo general al mejoramiento de los cultivos de alfalfa, especialmente en verano donde la humedad puede ser limitante. La necesidad de la compactación es mayor cuando las siembras son poco profundas y las condiciones de humedad son bajas. Otros autores resaltan la importancia de las siembras al surco con el fertilizante localizado para asegurar la cercanía de la semilla al fósforo. (Haynes y Thatcher, 1950). Carambula, et al (1994), afirma que bajo condiciones razonables de preparación de suelo y fertilidad las siembras de alfalfa en hileras solo se justifican en suelos expuestos a sequía o con bajo contenido de humedad en el momento de la siembra.

Los resultados del presente trabajo como se describió anteriormente muestran una tendencia por parte de las siembras al voleo a ser superiores en el número de plantas de alfalfa, que el resto de los tratamientos a los 70 días de la siembra. Las posibles causas de estos resultados se atribuyen a las condiciones óptimas de humedad y temperaturas cálidas predominantes al momento de la implantación. Las condiciones nutricionales para la implantación se considera que no fueron limitantes en la cantidad requerida por esta especie, ya que la dosis fue determinada de modo de cubrir los requerimientos mínimos de fósforo, los que concuerdan con los presentados por Bordoli J M. Este autor recomienda para siembra de alfalfa niveles de fósforo de 18 -- 20 ppm.

La ubicación del fertilizante con respecto a la semilla es un factor importante en determinar el comportamiento de la alfalfa, esto fue demostrado por Hanson (1972), por lo que podría esperarse que las siembras en líneas tuvieran ventajas sobre las siembras al voleo. En los resultados obtenidos en el presente trabajo no se reflejan estas ventajas. Un hecho que puede tener incidencia en este sentido es la estratificación del fósforo en el perfil del suelo y su acumulación en superficie producto de una secuencia anterior de cultivos en siembra directa. Esto llevaría a que cantidades de fósforo importantes estarían ubicadas en los primeros centímetros en forma homogénea en todo el terreno, por lo tanto la ubicación del fósforo con respecto a la semilla no sería un hecho determinante de los resultados posteriores.

Al momento de la implantación las condiciones de humedad de suelo eran muy favorables, a pesar de que en ese mes el registro acumulado de lluvias no superó el promedio histórico. Cabe destacar también que los valores de ETP del mes de Mayo no son elevados. Según Triplett et al (1960), se ha observado que el contenido de humedad del suelo, 24 horas después de la siembra tiene gran relación con la germinación.

La siembra al surco tiene como cometido principal la búsqueda de condiciones favorables de humedad a través de un mejor contacto semilla-suelo, por lo que en el ensayo pudieron no expresarse dichas ventajas por tener suficiente humedad en todo el perfil del suelo.

Otro factor que pudiera influir en el comportamiento a favor de la siembra al voleo es la competencia por espacio y luz entre plantas cuando fueron sembradas en la misma línea. Hanson (1972), hace especial énfasis en el cultivo asociado a la alfalfa ya que esta es una

especie muy susceptible a la competencia por luz y recomienda especies de ciclo corto, erectas y de madurez temprana. Cabe recordar que en el ensayo el cultivo acompañante es trigo forrajero (Buck Charrúa) el cual tiene como características ciclo largo, gran producción de follaje, además hubo una gran invasión de raigrás espontáneo que es otra especie anual con mucha similitud al trigo. Estas dos especies tienen en común además de su ciclo anual, que maximizan el uso de los recursos en un período corto de tiempo, lo que no sucede con las especies perennes.

Los resultados obtenidos si bien contradicen en parte a la bibliografía, estarían justificados por las condiciones en que fueron establecidas las leguminosas, en particular alfalfa. Las ventajas buscadas con siembras en líneas de alfalfa no se vieron capitalizadas debido a factores tales como buena disponibilidad de agua en todo el perfil de suelo al momento de la siembra y la competencia por luz y espacio a la que se vieron sometidas las leguminosas al ser sembradas en línea.

En referencia a la población de Trébol blanco, los análisis estadísticos muestran una clara superioridad, en términos de número de plantas, de los tratamientos donde esta leguminosa fue sembrada al voleo (1 y 3) y el tratamiento donde el cultivo acompañante fue sembrado a mitad de la densidad (4).

Los contrastes ortogonales tendieron a confrontar siembras al voleo con siembras en línea de leguminosas, dando resultados significativos en todos los casos en favor de las siembras al voleo (Cuadro 2).

Estos resultados están de acuerdo con la bibliografía, la cual en su mayoría afirma que esta especie debe ser sembrada al voleo, debido principalmente a sus características morfológicas tales como tamaño de semilla pequeña, porte rastrero y necesidad de altas intensidades lumínicas para el crecimiento, debido a la disposición de sus hojas. Muslera et al (1984), indica que los tréboles son plantas muy exigentes en luz y esta circunstancia juega un importante papel en la competencia entre gramíneas y leguminosas en las praderas. Beinhart (1963) citado por Muslera (1984), ha demostrado que el trébol blanco reduce la producción de estolones con bajas intensidades de luz, no obstante parece que la producción de hojas resulta menos afectada.

Otro aspecto destacado es que en tréboles las raíces sufren más que los tallos cuando disminuye la iluminación, de forma que cuando se utiliza un cultivo protector para el establecimiento de una pradera, puede ocasionarse una notable reducción en el desarrollo radicular, si la intercepción de luz disminuye a causa del citado cultivo (Langer, 1973). Las características morfológicas y fisiológicas de la especie en cuestión se vieron potenciadas además por una buena disponibilidad de humedad en el suelo al momento de la siembra. Recordemos que el trébol blanco posee un crecimiento rastrero, presenta raíces superficiales, por lo que sufre notablemente la falta de agua.

Cuadro N° 3 Macollos de gramíneas / m² según tratamiento, 70 días post-siembra.

TRAT	Dactylis	Trigo	Raigras
1	144	489	480
2	209	664	262
3	69	448	539
4	236	317	573
5	151	685	424
DMS	89.5	190	258

*Nivel de significancia 5%

Cuadro N°4 Contrastes ortogonales entre tratamientos en gramíneas

TRAT	Dactylis	Trigo	Raigras
1 & 2,3,4,5	0.503	0.576	0.748
1,2,3 & 5	0.863	0.044	0.644
4 & 5	0.608	0.001	0.232
2 & 3	0.005	0.029	0.037

*Nivel de significancia 5%

En el caso de trigo cuando este fue sembrado en todas las líneas a 70 kg/há y las leguminosas y dactylis en líneas cruzadas (5), presentó la mayor cantidad de macollos. Esto podría deberse a la fertilización diferencial que recibió la gramínea (se le aplicó 85 Kg/há de 25-25-0 y 150 Kg de 7-40). Además de poder fertilizar en forma diferencial a cada especie, la siembra cruzada permite una mejor distribución del fertilizante en el suelo, el trigo capitalizó esa fertilización diferencial dando como resultado mayor macollaje al momento del conteo (70 días post siembra) (Cuadro N° 3). El contraste que muestra la mejor performance del trigo en forma significativa es el que compara al tratamiento que presenta al trigo en todas las líneas y las forrajeras a 90° (trat 5) vs los tratamientos 1 2 y 3.

La explicación para el comportamiento superior del trigo cuando fue sembrado en líneas alternas a las otras especies (2), podría estar dada por la baja infestación de raigras espontáneo en ese tratamiento. Los espacios y nutrientes fueron capitalizados por el trigo, expresando un mayor macollaje.

El raigras aparece en forma espontánea en el ensayo. Las condiciones que determinaron la aparición significativa del raigras tienen que ver con las condiciones climáticas que se dieron fundamentalmente en el otoño, el cual fue muy húmedo sobre todo al final del verano anterior y en la primera mitad de ese otoño. Estas condiciones sumadas a las temperaturas cálidas (ver materiales y métodos), ocurridas en la época de emergencia del raigras provocaron la activación del banco de semillas existente en esta chacra de fertilidad natural alta (producto de la no realización de laboreos, de la historia de la chacra, y del ingreso de semillas de raigras junto a otros verdeos invernales). Todas estas condiciones concuerdan con las planteadas por Giménez, Ríos y García (1992).

Debido a que poseen características similares con el trigo en lo que refiere a familia, ciclo, porte, etc. se establece una competencia interespecífica entre ellos, que se manifiesta notablemente en los resultados del ensayo (ver cuadro 3).

Se debe mencionar que el raigras puede haber tenido alguna ventaja inicial ya que el mismo esta en condiciones de emerger una vez eliminada la competencia de las malezas a través de la aplicación de herbicidas antes de la siembra. Esto sumado a las condiciones favorables de humedad en el rastrojo estaría dando que al momento de sembrar las restantes especies muchas plantas de raigras podrían estar emergiendo.

Si analizamos los datos de las siembras alternas de trigo y dactylis con las leguminosas al voleo y en la línea (2 y 3) se observa claramente que en el tratamiento 3 existe una gran frecuencia de raigras sucediendo lo opuesto en el tratamiento 2 (Cuadro 3). La competencia

manifestada anteriormente como posible entre trigo y raigras queda claramente demostrada al analizar el contraste entre los tratamientos antes mencionados (2 vs 3, cuadro 4), el cual es significativo para todas las especies.

El dactylis es una especie perenne a diferencia de raigras y trigo, por lo tanto tiene menor tasa de macollaje y crecimiento más lento, lo que lo hace mucho menos agresivo que las especies antes mencionadas. Es una especie que resiste bien la acidez y se destaca por su tolerancia a la sombra lo cual le permite desarrollarse bien en siembras asociadas (Carámbula, 1994). A pesar de lo dicho anteriormente, en el momento del conteo no se da una marcada competencia por luz sino que la misma sería por nutrientes siendo dactylis el más perjudicado por sus características. (Debido al momento del ciclo).

El comportamiento del Dactylis, en este ensayo, en términos de número de plantas no es claro ni concluyente. Era de esperarse un mejor comportamiento cuando el método de siembra le diera ventajas, en términos de competencia por espacio, nutrientes, etc. Sin embargo esto no se visualiza debido a la alta frecuencia del raigras, cuya interferencia con trigo provocaron cambios con respecto a los resultados que se esperaban.

4. B PRODUCCION DE MATERIA SECA A LOS 6 MESES DE LA SIEMBRA.

Al momento de realizarse esta evaluación, las gramíneas anuales (Trigo y Raigras), se encontraban al final de su ciclo, por lo que su aporte a la materia seca total es bastante

importante. En cambio cuando se considera a las leguminosas se observa que su contribución a la materia seca total es muy escasa (ver cuadro N° 5).

En este momento del ciclo las leguminosas y el Dactylis se encontraban sujetas a una marcada competencia por parte de las gramíneas anuales, en términos fundamentalmente de intensidad lumínica interceptada y nutrientes.

Cuadro N° 5 Porcentaje de Materia Seca del total aportado por las leguminosas al 8 de Diciembre.

TRAT	Alfalfa (%)	T Blanco (%)	MS Total Kg/há
1	3.095	1.398	5643
2	2.813	0.373	5970
3	5.683	3.888	5017
4	3.345	1.445	6080
5	3.118	1.165	6970
DMS	3.407	2.390	1205

* Nivel de significancia 5 %

Las tendencias encontradas en la implantación se mantienen al momento de esta evaluación. Esta tendencia marca que la siembra de leguminosas al voleo y la siembra cruzada con el Trigo a la mitad de su densidad son superiores en términos de Kg. de MS/Há.

En el caso de la alfalfa, se marca una clara tendencia de la siembra de la misma al voleo y

gramíneas alternas, (trat 3) a ser mayor que las demás. Esta misma tendencia se dio en trebol blanco.

Si bien se mantienen los resultados observados en la implantación en cuanto a la tendencia que presentan los tratamientos, para ambas leguminosas en esta evaluación el tratamiento N° 3 se muestra superior a los otros métodos. Esto difiere con lo observado en la implantación donde el tratamiento que se mostraba con mejores resultados era el N° 1, el cual coincide con el tratamiento N° 3 en la siembra de leguminosas al voleo, pero el Trigo en este último tratamiento se encuentra surco por medio. Esta diferencia entre estos dos métodos de siembra no tuvo efectos marcados sobre la performance de ambos tratamientos cuando se realizó la primera evaluación. Esto se atribuye al hecho de que al momento de la misma la competencia ejercida por las gramíneas anuales no era tan importante como lo es al final del ciclo del Trigo y el Raigras.

Si bien el espacio que deja el Trigo al ser sembrado surco por medio es colonizado por el Raigras espontáneo, y cuyo aporte de materia seca es muy importante, parece que la distribución al azar del Raigras otorga mayores ventajas a las leguminosas sembradas al voleo, en términos de espacio, luz, nutrientes, etc. Por esta razón se explica la tendencia del tratamiento tres a ser superior en esta evaluación. Cabe agregar que en términos de materia seca la diferencia entre los tratamientos en cuestión no es significativa. Lo que si varía es la distribución de las gramíneas anuales y esto es lo que causaría las diferencias en las leguminosas, explicadas anteriormente.

Cuadro N° 6 Contrastes entre tratamientos para leguminosas al 8 de Diciembre.

TRAT	Alfalfa	T. Blanco
1 & 2,3,4,5	0.611	0.718
1,2,3 & 5	0.988	0.836
4 & 5	0.886	0.803
2 & 3	0.091	0.008

* Nivel de significancia 5 %

En los contrastes presentados no se observan resultados significativos (ver cuadro N° 6), salvo en el caso del tratamiento de leguminosas al voleo sobre líneas alternas (trat N° 3), contra la siembra en líneas alternas de trigo, con leguminosas mas Dactylis en la otra línea (trat N° 2), para el Trebol Blanco. Con respecto al tratamiento 3, ya se mencionaron las ventajas que este presenta. En el caso del tratamiento 2, las leguminosas se encuentran con el Dactylis en la misma línea, surco por medio. Se considera que la competencia entre plantas de leguminosas y el Dactylis es importante por el excesivo número de plantas en el mismo surco, lo que causa los resultados mostrados. Esta competencia es en términos de nutrientes y luz fundamentalmente. Se considera que este resultado es una evidencia mas de las ventajas de la siembra al voleo del trebol blanco con respecto a las siembras en línea.

Analizando el comportamiento de las Gramíneas se desprende que los tratamientos 1 y 5 son superiores a los tratamientos 3 y 4. Tanto el tratamiento 1 como el 5, tienen al trigo sembrado en una densidad adecuada y en todas las líneas, lo que justifica que haya tenido un comportamiento superior. Si observamos el resto de los tratamientos las condiciones para el trigo no serían las

más adecuadas ya que en uno de los casos el trigo se encuentra en la mitad de la densidad (tratamiento 4), y en los tratamientos restantes se encuentra en líneas alternas, provocando una gran competencia en la línea por una excesiva cantidad de plantas.

Debido a la fuerte interacción que existe entre el Trigo y el Raigras espontáneo sería incorrecto basarse solamente en este análisis, sin considerar los efectos de dicha interacción. Esta relación entre trigo y raigras se agudiza con respecto a la etapa de implantación, mostrando una correlación negativa, es decir que a mayor producción de materia seca de trigo menor producción de materia seca de raigras y viceversa (ver cuadro N° 7). Es importante destacar la invasión de esta especie que se constituyó en un componente de gran importancia en la mezcla, siendo el promedio para todos los tratamientos de más del 36 % de la materia seca total producida.

Cuadro N° 7 Porcentaje de la Materia seca total aportado por las gramíneas.

TRAT	Dactylis (%)	Trigo (%)	Raigras (%)	Kg MS/há
1	1.083	73.35	18.93	5644
2	1.103	51.76	41.54	5970
3	0.583	38.49	47.42	5017
4	1.848	37.45	53.91	6080
5	1.435	71.20	19.94	6970
DMS	2.210	29.293	28.596	1205

* Nivel de significancia 5 %

En el cuadro anterior se observan las tendencias que siguen una y otra especie en la producción de materia seca. En este se observa claramente que en los tratamientos 4, 3 y 2,

donde el trigo fue sembrado a mitad de densidad (4) y en líneas alternas (2 y 3), los espacios no ocupados por el trigo fueron colonizados por el raigras espontáneo, dando como resultado un mayor aporte de materia seca por parte del raigras.

Si analizamos la materia seca total observamos una clara superioridad de los tratamientos que fueron sembrados en forma cruzada (4 y 5). Una de las posibles causas que explican este comportamiento podría ser la mejor distribución de las plantas en la superficie y por otra parte estaría dado por una mejor respuesta a la mayor fertilización nitrogenada de estos tratamientos. Cuando se contrastan el tratamiento que fue sembrado en forma cruzada con la densidad adecuada (trat 5), contra los tratamientos no cruzados se observa una diferencia significativa en la producción de materia seca a favor de la siembra cruzada, lo que se explica por lo mencionado anteriormente (Ver cuadro N° 8).

Cuadro N° 8 Contrastes entre tratamientos para las Gramíneas al 8 de Diciembre de 1998.

TRAT	Dactylis	Trigo	Raigras	Malezas	MS Total Kg/há
1 & 2,3,4,5	0.846	0.046	0.057	0.542	0.419
1,2,3 & 5	0.734	0.875	0.939	0.506	0.008
4 & 5	0.691	0.027	0.024	0.443	0.133
2 & 3	0.617	0.343	0.662	0.315	0.110

* Nivel de significancia 5 %

4. C EVALUACIÓN AL AÑO DE IMPLANTACION.

Esta evaluación se realizó al año de instalado el ensayo. En el cuadro N° 9 se presentan los análisis estadísticos del aporte de cada especie en la materia seca total. Las diferencias encontradas en evaluaciones anteriores se diluyen al momento de esta evaluación, como se aprecia en los resultados presentados a continuación.

Cuadro N° 9 Aporte en porcentaje de cada especie a la Materia Seca total.

TRAT	Alfalfa (%)	T Blanco (%)	Dactylis (%)	Raigras (%)	MS Kg/há
1	38.49	14.23	31.05	0.00	2112.5
2	46.55	19.74	19.81	2.80	1576.6
3	48.71	20.61	24.10	1.50	2236.6
4	47.13	12.14	21.58	1.47	1844.1
5	50.61	20.60	19.24	0.00	1736.9
DMS	31.75	14.08	13.97	4.43	657.6

* Nivel de significancia 5 %

La tendencia que se identifica y que concuerda con evaluaciones anteriores, es que para las leguminosas el tratamiento con siembra al voleo y gramíneas alternas (trat. N° 3), se muestra con mejores resultados.

Los resultados de esta evaluación, se explican fundamentalmente por las condiciones dadas durante el ensayo, en términos de humedad, producto del régimen de precipitaciones registrado. Las precipitaciones en primavera y verano, que son períodos generalmente deficitarios en

humedad, fueron significativamente superiores a los registros históricos. (ver figura N° 3.1). Este hecho es de fundamental importancia ya que uno de los factores más importantes en la sobrevivencia de las pasturas es el período estival, por lo que en las condiciones en que se desarrolló el ensayo el factor humedad no es limitante para el desarrollo potencial de los tratamientos.

El régimen nutricional, producto de las condiciones de la chacra y de la fertilización aplicada en el ensayo, así como las condiciones hídricas, no fue limitante. Por esta razón las diferencias encontradas en las evaluaciones anteriores en general se diluyeron, no expresándose las posibles ventajas de un método de siembra con respecto a otro, en forma significativa a través de los contrastes.

En cuanto a la producción total de materia seca al momento de esta última evaluación, la misma está compuesta por las leguminosas y el dactylis, ya que las gramíneas anuales no están presentes. No se encuentran diferencias significativas entre los tratamientos. No obstante se identifican ciertas tendencias importantes de analizar (ver cuadro N° 9).

Se visualiza la incidencia que tiene el rendimiento de los verdeos anuales (Trigo y Raigras), sobre las leguminosas y el dactylis, al año de evaluación. Este hecho se determina por la producción de materia seca de los tratamientos 1 y 3 al año, lo que coincide con la menor producción de materia seca de las gramíneas anuales en esos tratamientos. Esto resalta el compromiso que existe entre un buen rendimiento del verdeo anual en detrimento de la performance de la pradera luego de retirado el verdeo. Otro aspecto que se suma a estas consideraciones es la mejor performance de las leguminosas sembradas al voleo en el

tratamiento N° 3, tendencia que se mantiene hasta esta última evaluación.

4.D EVALUACION ENSAYO IMPLANTADO EL 23 DE MAYO DE 1996.

Realizando un análisis de los datos extraídos de este ensayo, cuando la pastura ingresaba a su tercer año de vida y buscando obtener antecedentes para el presente trabajo de tesis, se aprecia que las diferencias encontradas por los autores no se manifiestan en el momento de esta evaluación. Sí se pueden visualizar ciertas tendencias como por ejemplo que el dactylis sigue teniendo buenos niveles poblacionales en el tratamiento donde fue sembrado en forma alterna. Otra tendencia a resaltar es que el Lotus continúa teniendo niveles poblacionales superiores en aquellos ensayos donde fue sembrado al voleo y en forma cruzada, no ocurre lo mismo con el trébol blanco, tendencia que ocurría en forma significativa durante la evaluación realizada por los autores para las dos forrajeras en cuestión. La posible explicación de la permanencia del Lotus ingresando al tercer año de implantación, se debe a que esta forrajera tiene la habilidad de sortear periodos con marcados déficit hídricos gracias a su sistema radicular, lo que no ocurre con trébol blanco.

Cuadro N° 11 Aporte de cada especie a la materia seca total.

TRAT	Lotus	T Blanco	Dactylis	Malezas	MS Kg/há
1	48.46	23.94	3.17	24.43	1184.7
2	22.05	30.30	7.51	40.15	1132.6
3	37.20	22.29	7.88	32.63	1131.2
4	26.56	16.24	24.19	33.01	1265.3
DMS	30.71	18.04	11.69	24.55	

* Nivel de significancia 5 %

Otro aspecto a resaltar es que el enmalezamiento que los autores analizaron en forma detallada debido a su magnitud se ha visto agudizado producto de la alternancia de periodos húmedos y secos donde las malezas tienen mejor habilidad para sobrellevarlos. El más enmalezado dentro de los tratamientos es aquel en el que se sembraron todas las forrajeras en el mismo surco, no obstante las diferencias no son significativas. Esto es razonable ya que la población de leguminosas durante el ensayo fue pobre debido a que el trigo les ejerció mucha competencia, esto dejó espacios libres que colonizaron las malezas.

5. CONCLUSIONES

El año de implantación del ensayo transcurrió en condiciones climáticamente atípicas en términos de régimen hídrico ya que en los meses anteriores a la siembra el balance hídrico fue positivo y posteriormente se superaron los registros históricos en un 22 % en el periodo primavera verano. Esto tiene una incidencia directa en los resultados obtenidos, por lo que las conclusiones presentadas son válidas para estas condiciones y tipo de suelo.

Las condiciones hídricas, térmicas y las características de la chacra provocaron una importante emergencia de raigras espontáneo, el cual interactuó en forma directa con las otras especies y por lo tanto influyó en los resultados obtenidos.

Al momento de la implantación se encuentran diferencias significativas entre tratamientos para las distintas especies, las cuales se van diluyendo a medida que transcurre el tiempo, permaneciendo diferencias en producción de materia seca en aquellos tratamientos donde las leguminosas fueron sembradas al voleo y en forma cruzada con el trigo a mitad de densidad a los 6 meses post siembra.

Los tratamientos con siembras de leguminosas al voleo tuvieron un mejor comportamiento tanto en la implantación así como a los 6 y 12 meses.

El comportamiento de la alfalfa no concuerda con lo encontrado por otros autores, cuyos

resultados muestran que la alfalfa sembrada al surco tiene una mejor implantación. En este ensayo la siembra al voleo de alfalfa obtuvo una mejor respuesta, lo cual es atribuido a las condiciones óptimas de humedad y fertilidad.

El comportamiento del Trébol Blanco fue superior en las siembras al voleo, lo cual concuerda con diversos trabajos experimentales anteriores.

Dada la similitud de los ciclos fenológicos se produjo una relación inversa entre el Trigo y Raigras en términos de producción de materia seca, la cual se fue acentuando al avanzar el ciclo.

Existe un claro compromiso entre la producción de MS del verdeo y la implantación de la pradera, lo cual va incidir en la performance futura de la pastura. A mayor producción de MS del verdeo los efectos depresivos sobre las especies perennes de la pastura serán mayores.

Las siembras cruzadas en términos de materia seca fueron superiores al resto de los tratamientos, fundamentalmente por una mejor distribución espacial de las especies y la fertilización diferencial. Presentando la desventaja de realizar dos pasadas de siembra.

Las evaluaciones del ensayo realizado en 1996, así como las del presente trabajo transcurrieron en condiciones contrastantes (marcado déficit hídrico y altos niveles de humedad respectivamente), en ambos casos las diferencias encontradas en la implantación se diluyeron al cabo de un año, permaneciendo algunas tendencias. Se plantea la interrogante de cuáles serían los resultados en un año en condiciones normales donde se pudiera obtener una adecuada

implantación sin que mediaran efectos tales como déficit hídrico o exceso de humedad con consecuencias como enmalezamiento o pérdidas tempranas de plantas, que pudieran acentuar las diferencias debidas a los distintos métodos de siembra.

6. RESUMEN

El objetivo de este trabajo, es evaluar cinco métodos de siembra de pradera compuesta por: *Medicago Sativa* cv. Chaná, *Trifolium Repens* cv. Zapicán, *Dactylis Glomerata* cv LE Oberon, asociados a *Triticum Aestivum* (Trigo forrajero) cv Buck Charrúa, en siembra directa.

El ensayo se instaló en un establecimiento lechero próximo a la localidad de Sarandí Grande, sobre un Brunosol éutrico típico de las unidades Carolina y San Gabriel-Guaycurú de la región Basamento cristalino. El trabajo de campo se desarrollo en el periodo Mayo 1998- Mayo 1999. Este periodo se caracterizo por un régimen hídrico atípico, dado que los registros de precipitaciones superaron ampliamente los registros históricos, fundamentalmente en primavera-verano, lo que tiene una incidencia directa en el comportamiento de las distintas especies. El diseño experimental fue de 4 bloques con parcelas al azar con cinco tratamientos.

Las condiciones de humedad y de temperaturas cálidas ocurridas en la época de emergencia del raigras, sumado a las condiciones de la chacra (sin laboreo, fertilidad natural alta e importante banco de semillas en el suelo), provocaron una emergencia importante de Raigras el cual se torno un componente de mucho peso en la mezcla de especies.

La primera evaluación se realizó a los 70 días posteriores a la siembra, la misma consistió en el conteo de plántulas de leguminosas y macollos de gramíneas. Los resultados obtenidos muestran a las leguminosas sembradas al voleo con un mayor stand de plántulas que en los

demás tratamientos. En el caso de la alfalfa, los resultados difieren con los presentados por varios autores quienes muestran la siembra al surco de la alfalfa como aquella de mejor comportamiento. Esta diferencia en los resultados se atribuye a las condiciones de humedad dadas en el periodo en el que se desarrollo en ensayo. Esto sumado a las condiciones no limitantes de fertilidad y del rastrojo muestran a la siembra al voleo de la alfalfa como la más conveniente. El Trébol blanco, como era de esperarse mostró un mejor comportamiento cuando fue sembrado al voleo.

La segunda evaluación se realizó a los 200 días de sembrado el ensayo, previo al corte del trigo y raigras. Las determinaciones realizadas consistieron en la materia seca aportada por cada especie. En cuanto a las leguminosas, se mantiene la misma tendencia que en la primera evaluación, aunque las diferencias significativas encontradas se diluyeron al momento de esta evaluación, salvo en el caso del trébol blanco. En esta evaluación se marca una clara interferencia entre el trigo y el raigras, mostrando una relación directa e inversa entre la materia seca aportada por el trigo y el raigras. Los espacios dejados por el trigo fueron colonizados por el raigras, y en las parcelas en donde el raigras no tuvo una aparición importante el trigo se desarrollo capitalizando esta ventaja.

En cuanto a la producción total de materia seca, la misma tuvo un mayor rendimiento en los tratamientos de siembra cruzada por una mejor distribución de las especies, a profundidades adecuadas para cada especie, y una fertilización diferencial para gramíneas y leguminosas.

Al año de implantación se diluyen las diferencias encontradas anteriormente, permaneciendo

algunas tendencias leves. También la aparición de raigas interfirió en los resultados obtenidos. Las tendencias encontradas muestran una clara incidencia de la producción de los verdeos anuales en detrimento de la pradera instalada. En los tratamientos en los que hubo mayor producción de trigo y raigrás, las leguminosas tendieron a tener más baja producción de materia seca.

En el ensayo una tesis anterior a esta se dio un marcado déficit hídrico en el primer verano que además de provocar un importante enmalezamiento, no produjo diferencias importantes entre los métodos de siembra, ya que se diluyeron las diferencias encontradas al principio del ensayo. Estos dos trabajos de tesis transcurrieron en condiciones hídricas contrastantes, por lo que queda la inquietud de evaluar estos métodos de siembra en condiciones normales, de manera de poder encontrar diferencias mayores entre ellos.

7. SUMMARY

The objective of this work is the evaluation of five methods of sowing a pasture made up by *Medicago Sativa* cv. Chaná, *Trifolium Repens* cv. Zapicán, *Dactylis Glomerata* cv. L.E Oberon, associated to *Triticum Aestivum* (fodder wheat) cv Buck Charrúa, in direct sowing.

The trial was installed in a dairy farm near the town of Sarandí Grande, in a Brunosol éutrico típico soil, in the units Carolina and San Gabriel-Guaycurú, a region over Crystalline base. The fieldwork was carried out from May 1998 to May 1999. Said period had an unusual hydric regimen, as the records of precipitation were much higher than the historical records, mainly in spring-summer. The high precipitations had a direct effect in the behavior of the different species. The experimental design had 4 blocks with random plots with five treatments.

The humidity and the warm temperatures that occurred when the rye grass was emerging and the characteristics of the farm (no plowing, high natural fertility and an important seed bank in the soil) caused an explosive emergence of the rye grass. Because of that, it became an important component of the mixture of species.

The first evaluation was carried out 70 days after sowing. The leguminous plants and the bunches of gramineae were counted. The results show that there were more leguminous plants sowed al voleo than any other treatment. In the case of the alfalfa, the results are different from the ones presented by many authors. They found that the alfalfa has the best behavior when it is sowed in the furrow. The difference in the results may be due to the humidity in the period when the trial was carried out. Because of that, and the conditions of high fertility and of the stubble

field, sowing the alfalfa *al voleo* is the most convenient method. As it was expected, the white clover showed a better result when sowed *al voleo*.

The second evaluation was made 200 days after sowing, before the wheat and rye grass were cut. The dry matter of each species was determined. The leguminous plants kept the same trend they had shown in the first evaluation. However, there were no significant differences in this evaluation, except for the white clover. A clear interference between the wheat and the rye grass appeared in this evaluation – there was a direct and inverse relation between the dry matter of the wheat and the rye grass. The spaces left by the wheat were taken by the rye grass; and in those places where the rye grass did not have an important presence, the wheat took advantage and had a great development.

As for the total production of dry matter, there was a higher yield in those treatments with *siembra cruzada* due to a better distribution of the species, with depths appropriated to each species, and a different fertilization –6 units of nitrogen more than in the other treatments.

One year after the sowing there are no differences, and only some slight trends can be found. This could be caused by the unusual hydric conditions of that year, in addition to the fertilization –which took into account the requirements of each species. The appearance of rye grass also interfered in the results obtained. The trends found show a clear repercussion of the production of annual pastures to the detriment of the established pasture. In those treatments with a high production of wheat and rye grass, the leguminous plants tended to have a lower production of dry matter.

In the trial of a thesis previous to this one there was a great hydric deficit, which produced an important woodening and did not show big differences in the sowing methods, as the differences found at the beginning of the trial faded. These two thesis were carried out in extreme hydric conditions, so there is still the question of the evaluation of those sowing methods in normal conditions to find bigger differences among them.

8. BIBLIOGRAFIA

ABELLA CIGANDA, I. INDARTE GIANONI, F. 1997. Comparación de cuatro formas de instalación de praderas consociadas en siembra directa. Tesis Ing. Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomía. Pp 67.

ALLMARAS, R.R., G.W. Langdale, P.W. Unger, R.H. Dowdy y D.M. Van Doren (1991). Adoption of conservation tillage and associated planting systems. In R. Lal y F.J. Pierce (Eds.) Soil management for sustainability, SWCS, p: 53-83.

AMARANTE, P; ABELLA, F; INDARTE, F; GARCIA PRECHAC, F y PEREZ BIDEGAIN, M. 1997. Alternativa de siembra directa de praderas consociadas. Jornada de siembra directa. VII Cong nac. de ing. Agr; AIA Uruguay, pp 95 – 97.

AMARANTE, P; GARCIA PRECHAC, F y PEREZ BIDEGAIN, M. 1996 y 1997. Siembra directa en sistemas lecheros y ganaderos de la region centro y sur del pais. Curso de actualizacion sobre siembra directa y conservacion de suelos. F Garcia Prechac ed; Fac de Agronomia (UDELAR) Unidad de educacion Permanente. Pp 73- 86.

AMARANTE, P; GARCIA PRECHAC, F; PEREZ BIDEGAIN, M. 1999. Principales resultados obtenidos utilizando la tecnologia de siembra directa con pasturas perennes. Cangue 16: 13-16.

AUGSBURGER, H.K.M. 1998 Maquinaria para Siembra Directa en Sistemas Agrícolas-

ganaderos, I.N.I.A La Estanzuela. Serie técnica N° 99, 89p. Uruguay.-

BACANS, M. y GUERRA, S. Persistencia productiva de mejoramientos de pasturas con laboreo convencional y siembra directa (cobertura). Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay. 1992.

BERMUDEZ, R.; CARAMBULA, M y AYALA, W 1996. Introduccion de gramineas en mejoramientos extensivos. Produccion animal, unidad experimental palo a pique, INIA Treinta y Tres, serie activ. De dif. N° 110 pp 33 - 43.

BLEVINS, R.L. Y W.W. FRYE (1993). Conservation tillage: an ecological approach to soil management. Adv. in Agronomy, vol. 51, p. 33-78.

CARAMBULA, M.; AYALA, W.; BERMUDEZ, R.; CARRIQUIRY, E.; 1996. Verdeos de invierno asociados. INIA Treinta y Tres. Boletín de divulgación N°58. 19p. Uruguay.

CARAMBULA, Milton 1974. Produccion y manejo de pasturas sembradas. Reimpresion. Montevideo. Uruguay. Hemisferio Sur. 464p.

CARAMEÑO DA COSTA Maria Lourdes. 1998. Evaluacion del efecto del tipo de abresurcos de sembradoras de siembra directa en el crecimiento inicial de cebada. Tesis Ing Agr. Montevideo. Uruguay. Facultad de Agronomia. 44p.

CASTGLIONI, E. Y BENITEZ, A. 1997. Incidencia de isocas según el manejo del suelo y el rastrojo. VII Congreso nacional de ingeniería agronómica.

CIGANDA, V. 1996. Manejo de la fertilización nitrogenada en siembra directa de pasturas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 70p.

COLE, D.J. 1982. The mode of action of glyphosate. Proceedings of the 1982 British Crop Protection. Conference-Weed, pp. 309-315.

CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA (VII. 1997. Montevideo) 1997. La adopción de la siembra directa en el establecimiento agrícola-ganadero "La sorpresa". Montevideo. Uruguay. A.I.A. 9-11

CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA AGRONÓMICA (VII, 1997. Montevideo)1997. Control de malezas previo a la siembra de trigo en sistemas de siembra directa. Montevideo. Uruguay. A.I.A 45-51.

CONGRESO NACIONAL DE SIEMBRA DIRECTA (III, 1994, Villa Giardino, Córdoba) 1994. Estrategias para una producción sustentable. Mendoza 1851/53 -- (2000) Rosario – Santa Fe – Argentina. Editorial Amalevi. 324p

CHAO, L. Y UTERMARCK, M. 1989. Sistemas de laboreo y manejo de barbecho para Trigo. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.

CURSO DE ACTUALIZACION SOBRE SIEMBRA DIRECTA Y CONSERVACION DE SUELOS. (1997, Cerro Largo). 1997. Dinámica de nutrientes y fertilización en Siembra Directa. Montevideo. Facultad de Agronomía. 121 pp.

DERPSCH, R. 1994. Estrategias de rotaciones de cultivo, en el sistema de siembra directa. In Congreso de Siembra Directa, (III, 1994, Villa Giardino)

DONALD, W.W. Y PRATO, T. 1991. Profitable, effective herbicides for planting-time weed control in no-till Spring Wheat (*Triticum aestivum*). Weed Science 39 : 83-90.

DOTTI GAVIRONDO Juan Mauricio, PECULIO FAN Alejandro David. 1997. Interferencia de Raigras (*Lolium Multiflorum*) en el cultivo de Trigo (*Triticum Aestivum*) y eficiencia de control de Gramicida (Piroxofop-propinil+cloquintocet-mexil) en sistemas de Siembra Directa y Convencional. TESIS Ing. Agr. Montevideo, URUGUAY. Facultad de Agronomía. 41p.

R.bras.Ci.solo, Campinas,20:163-169, 1996

FERENCZI, M.E.; JAURENA, M.A. y LABANDERA, C.M. 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. 70 p.

FERNANDEZ, C.H. AND BAYER, D.E. 1977. Penetration, translocation and toxicity of glyphosate in Bermudagrass (*Cynodon dactylon*). *Weed Science* 25 (5) : 396-400.

FOX, R.H. Y V.A. BANDEL (1988). Nitrogen utilization with no-tillage. In M. Sprague y G. Triplett (Eds.) No-tillage and surface-tillage agriculture, The tillage revolution, J. Wiley & Sons, p: 117-148

GARCÍA, Jaime A. 1995. Gramilla y praderas. INIA La Estanzuela. Serie Técnica N° 67, 15p. Uruguay.

GARCÍA PRÉCHAC, F. y C. Clérico (1996). Utilización del modelo USLE-RUSLE en Uruguay. Anales en CD-ROM del XIII Cong. Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Aguas de Lindóia, SP, Brasil.

GARCÍA PRÉCHAC Fernando. 1998a. Fundamentos de la siembra directa y su utilización en Uruguay. <http://www.rau.edu.uy/agro/uepp/>.

GARCÍA PRÉCHAC Fernando. 1998b. Siembra directa de Pasturas. <http://www.rau.edu.uy/agro/uepp/>

GARCÍA PRÉCHAC, Fernando. 1992. Propiedades físicas y erosión en rotaciones de cultivos y pasturas. *Rev. INIA Inv. Agr.* N° 1, Tomo I, 127-140.

GARCIA PRECHAC, F; TERRA, J.A. y BLANCO, F. 1996 y 1997. Uso de elementos de la tecnología de siembra directa en producción forrajera en suelos de lomadas del este. Curso de actualización de siembra directa y conservación de suelos, García Prechac, F ed., Fac de Agronomía (UDELAR), unidad de educación permanente, pp 87 – 100.

GASSEN, D. N. Manejo de plagas asociadas á cultura de milho. Passo Fundo: Aldeia Norte, 1996. 134p.

GOULD,N.S; PEAKE, D.C; DALGLIESH,N.P. 1996. No-tillage planters for heavy-textured Alfisols in the semi-arid tropics of Australia. Australian Journal of Experimental Agriculture.36:957-970.

GRIFFITH, D.R., J.V. MANNERING y J.E. BOX (1986) Soil and moisture with reduced tillage. *In* Sprague, M.A. y G.B Triplett, eds.,No-tillage and surface-tillage agriculture, the tillage revolution, John Wiley & Sons, p:19-58.

LACO, A. Y M. THOMPSON (1995). Siembra directa en explotaciones agrícola-ganaderas. Plan Agropecuario-MGAP, p: 1-5.

LEE, G.A. 1973. Influence of time of application and tillage on the herbicide performance of glyphosate.

Proceedings of the Western Society of Weed Science 26, 37-38.

MADDALENA VIDAL María Andrea. 1994. Propiedades Físicas del Suelo en Siembra Directa y Laboreo Convencional y sus efectos sobre el Trigo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 85 p.

MARCHESI, C; PEREZ GOMAR, E y GARCIA PRECHAC, F. 1997. Lotus consociado con avena en siembra directa vs lotus en cobertura, con distintos tipos y dosis de herbicida sobre suelos de basalto. Jornada de siembra directa. VII Cong Nac. de Ing. Agr., AIA Uruguay, pp 119 – 121.

MARTINO, D. (1995). El herbicida glifosato: su manejo mas allá de la dosis por hectárea. INIA-La Estanzuela, Ser. Téc. No. 61, 27 p.

MARTINO L. Martino .1981. Agricultura Sostenible y Siembra Directa. INIA Serie tecnica N°50. 29p.

MAY FERRES, Z Y SCHMITZ, S. 1997. Efecto de la edad de chacra y secuencia de laboreo sobre el crecimiento y rendimiento de Sorgo granífero. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía.

OGG, A.G. Y YOUNG, F.L. 1991. Effects of preplant treatment interval and tillages on herbicides toxicity to Winter Wheat *Triticum aestivum*. Weed Technology 5: 291-296.

O'KEEFFE, M.G. Y MAKEPEACE, R.J.1994. Environmental and Plant Factors affecting glyphosate uptake, movement and activity. In.: Grossbard, E. and Atkinson, D. The herbicide glyphosate. 1 de. UK. Butterworth and Co. (Publishers) Ltd. pp. 418.

OLARAN, G Y PIÑEYRUA, S. 1996. Efecto de la intensidad de laboreo y manejo del rastrojo en la secuencia agrícola sobre el rendimiento del Trigo y las propiedades físico-químicas del suelo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía.

ONSTAD, C.A. Y W.B. VOORHEES (1987). Hydrologic soil parameters affected by tillage. In Logan, T.J. et al. (Eds.) Effects of conservation tillage on groundwater quality, nitrates and pesticides, Lewis Publishers, p: 95-112.

PERDOMO, C. (1997). Fertilización N de cultivos de invierno. In Manejo de la fertilidad en producciones extensivas (Cereales y pasturas), Fac. de Agron. de la UDELAR, Un. de Ed. Perm., p: 68-71

RIOS, A, GIMENEZ, A, GARCIA, A. 1992. Malezas problema en cereales de invierno. INIA. Boletín de divulgación nº 26. pp 12.

ROSS, J. 1995.Efecto de aplicaciones de glifosato en preparación de sementeras y en distintas épocas del año. Tesis de Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Montevideo. Uruguay.

RUSSELL, R.S. (1977). Plant root systems. Mc Graw-Hill, London, 298 p.

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.

SPRANKLE, P. ; MEGGIT, W.F. Y PENNER, D. 1975. Absortion, action and translocation of glyphosate. *Weed Science* 23 (3) : 235-240.

TERRA, J, A y GARCÍA PRÉCHAC, F. 1997. Uso de la tecnología de siembra directa en renovación de pasturas degradadas con gramilla (*Cynodon ~~Dactylon~~*), en lomadas del este del Uruguay. Jornada de siembra directa. VII Cong de Ing. Agr., AIA Uruguay pp133 – 136.

TERRY, P.J. 1994. Environmental and Plant Factors affecting glyphosate uptake, movement and activity. In: Grossbard, E. and Atkinson, D. The herbicide glyphosate. 1 de. UK. Butterworth and Co. (Publishers) Ltd. pp. 375.

TROSSERO, T. 1994. Rotación de cultivos y la ganadería en siembra directa. In Congreso de Siembra Directa, (III, 1994, Villa Giardino).

WÜNSCHE, W.A. Y J.A. VELLOSO (1982). Situação, importância e aplicação do cultivo reduzido no Rio Grande do Sul. In Caballero, H. y R.M. Díaz (Eds.) Labranza reducida en el Cono Sur, HCA-CIAAB, La Estanzuela, Colonia, ROU, p: 16-22

9. ANEXO

Cuadro N° 1. Precipitaciones correspondientes al periodo del ensayo y sus promedios historicos.

	AÑO 1998						
	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct
Promedio Historico	71.2	81.9	86.9	102.3	91.9	102.1	104.4
Ensayo	85	43	56	165	32	53	55

	AÑO 1998		AÑO 1999				
	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May
Promedio Historico	78.8	87.0	95.3	123.4	118.9	71.2	81.9
Ensayo	95	144	128	196	145	53	41

Cuadro N° 2 Numero de plantas / 0.1m² al 31 de julio de 1998 (Implantación).

Blo	Tra	Alfalfa	T Blanco.	Dactylis (mac)	Trigo (mac)	Raigras(mac)
1	1	7.88	7.55	15.1	39.1	52.87
1	2	5.77	1.33	17.4	76.55	17.55
1	3	9.77	4.77	11.1	66	16.55
1	4	11.66	4.88	32.33	40.11	64
1	5	8.33	2.22	20.66	83.66	24.11
2	1	12	5.33	18.77	34.11	49.44
2	2	5.22	1	27.88	59.11	38.11
2	3	8	5.11	4.44	43	89.88
2	4	6.88	5.44	12.55	19.22	85.44
2	5	6.88	2.55	16.33	60	59.11
3	1	10.4	5.66	18.44	49.66	34.22

3	2	5.33	4.22	19.55	60.22	19.44
3	3	10.55	7.66	8.88	47.11	38.22
3	4	8.66	3.88	22.44	39.11	46.11
3	5	5.11	2.33	11.33	69	23.22
4	1	11	4.55	5.22	72.66	55.55
4	2	7	3.33	18.77	69.77	29.66
4	3	7.11	5	3.11	23.22	70.88
4	4	11.44	5.33	27.11	28.22	33.66
4	5	9.55	1.88	12.11	61.44	63.22

CUADRO N° 3. Proporción de MS y Kg MS/ha al 8 de Diciembre de 1998 (200 días post siembra).

Blo	Tra	Proporción de MS	MS / há
1	1	0.707	5621
2	1	0.646	4756
3	1	0.706	6818
4	1	0.606	5380
1	2	0.73	5916
2	2	0.709	5544
3	2	0.658	6326
4	2	0.693	6095
1	3	0.674	7187
2	3	0.618	4283
3	3	0.643	4970
4	3	0.577	3628
1	4	0.677	7578
2	4	0.564	5253
3	4	0.701	6740
4	4	0.575	4750
1	5	0.906	8642
2	5	0.693	5488
3	5	0.727	7484
4	5	0.706	6268

CUADRO N° 4. Proporción de cada especie a la MS total al 8 de Diciembre de 1998. (200 días post siembra).

blo	trat	Alf	TB	Dac	Tri	Rai	Mal
1	1	0.57	0.00	0.99	79.86	18.02	0.57
1	2	1.35	0.00	0.90	59.62	34.87	3.26
1	3	1.84	0.00	0.61	88.86	5.41	3.27
1	4	0.91	0.00	0.68	77.54	18.24	2.62
1	5	0.73	0.00	0.00	89.49	5.83	3.95
2	1	6.36	3.89	1.14	32.64	48.39	7.59
2	2	2.98	1.19	1.55	42.91	46.48	4.89
2	3	11.89	7.70	1.36	11.33	63.42	4.30
2	4	2.52	1.63	0.89	0.00	94.96	0.00
2	5	5.65	2.91	3.74	56.53	25.77	5.40
3	1	2.02	0.25	0.51	97.22	0.00	0.00
3	2	4.97	0.30	1.43	82.02	11.29	0.00
3	3	2.18	2.75	0.00	44.50	45.31	5.26
3	4	4.60	4.15	5.49	33.83	48.96	2.97
3	5	1.73	1.30	0.36	80.63	14.54	1.44
4	1	3.43	1.45	1.69	83.67	9.30	0.47
4	2	1.95	0.00	0.53	22.50	73.52	1.51
4	3	6.82	5.10	0.36	9.28	75.52	2.91
4	4	5.35	0.00	0.33	38.43	53.47	2.42
4	5	4.36	0.45	1.64	58.13	33.61	1.82

CUADRO N° 5. Contribución de cada especie (en %) a la MS total al año de implantación.

Blo	Trat	AA	D	M	RG	TB
1	1	48.092	29.262	14.249	0.000	8.397
1	2	53.101	24.031	6.977	0.000	15.891
1	3	61.202	19.672	0.000	6.011	13.115
1	4	51.064	26.809	7.660	0.000	14.468
1	5	27.654	18.765	16.790	0.000	36.790
2	1	0.000	36.232	42.029	0.000	21.739
2	2	25.000	25.000	23.707	2.586	23.707

2	3	58.427	24.345	6.742	0.000	10.487
2	4	69.937	9.810	18.196	0.000	2.057
2	5	73.551	6.159	0.000	0.000	20.290
3	1	61.111	20.833	5.208	0.000	12.847
3	2	59.712	1.799	12.230	8.633	17.626
3	3	45.620	25.912	1.460	0.000	27.007
3	4	36.713	13.986	34.615	0.000	14.685
3	5	61.252	30.182	3.551	0.000	5.016
4	1	44.743	37.897	3.423	0.000	13.936
4	2	48.406	28.406	1.449	0.000	21.739
4	3	29.596	26.457	12.108	0.000	31.839
4	4	30.820	35.738	10.164	5.902	17.377
4	5	40.000	21.875	17.813	0.000	20.313

CUADRO N° 6. Porcentaje de MS y MS total al año de implantación.

Trat	Bloque	% de M S	MS/ Total
1	1	21.22	1782.51
1	2	21.73	2216.1
1	3	15.97	2333.75
1	4	18.26	2117.63
2	1	21.78	1600.22
2	2	27.25	1529.49
2	3	19.07	1715.13
2	4	17.77	1461.58
3	1	25.68	3468.14
3	2	24.62	2036.75
3	3	18.61	2120.25
3	4	16.17	1321.25
4	1	25.14	1765.13
4	2	22.86	1604.66
4	3	20.51	2007.88
4	4	19.43	1998.78
5	1	21.69	1987.96
5	2	19.94	1672.65
5	3	15.80	1681.48
5	4	17.15	1605.69

Cuadro N° 7. Aporte de cada especie (%) al total de MS en el ensayo implantado el 23 de mayo de 1996. (Tercer año de vida).

TRAT.	REPET.	Lotus	Trebol	Dactylis	Malezas
1	1	48.193	20.964	7.711	23.133
1	2	27.865	32.135	1.798	38.202
1	3	69.323	18.725	0.000	11.952
2	1	17.321	37.875	17.321	27.483
2	2	40.603	23.920	3.417	32.060
2	3	8.214	29.107	1.786	60.893
3	1	33.247	31.948	5.974	28.831
3	2	35.824	29.890	3.297	30.989
3	3	42.524	5.049	14.369	38.058
4	1	28.791	24.568	23.608	23.033
4	2	24.740	9.115	27.083	39.063
4	3	26.154	15.043	21.880	36.923

CUADRO N° 8. Porcentaje de MS y Kg de MS / ha del ensayo implantado el 23 de mayo de 1996. (Tercer año de vida).

Tra	Rep	% MS	MS/há (kg)
1	1	45.9	1052.2
1	2	42.2	1173.5
1	3	51.9	1328.6
2	1	46.1	1018.4
2	2	41.2	1126.5
2	3	51.7	1253.1
3	1	44	1016.3
3	2	50.1	1465.3
3	3	45.5	912.2
4	1	41.2	1193.9
4	2	47.8	1459.2
4	3	46.8	1142.8