



---

FACULTAD DE  
**AGRONOMIA**  
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

**IMPLANTACION Y PRODUCTIVIDAD DE  
VERDEOS INVERNALES INTRODUCIDOS  
EN SIEMBRA DIRECTA, SOBRE TAPICES  
NATURALES MEJORADOS CON LOTUS  
SUBBIFLORUS cv. EL RINCON**

**por**

Federico José GALLINAL URIOSTE  
Juan Diego SCARON HUGALDE

**TESIS**

**2000**

---

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

---



**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**IMPLANTACION Y PRODUCTIVIDAD DE VERDEOS INVERNALES  
INTRODUCIDOS EN SIEMBRA DIRECTA, SOBRE TAPICES NATURALES  
MEJORADOS CON LOTUS SUBBIFLORUS cv. EL RINCON**

**FACULTAD DE AGRONOMIA**

**por**

  
**DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECA**

**Federico José GALLINAL URIOSTE  
Juan Diego SCARON HUGALDE**

**TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo  
(Orientación Agrícola Ganadera)**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2000**

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	iv
I <u>INTRODUCCION</u> .....	1
II <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u> .....	3
1 <u>CARACTERIZACION DE TAPICES</u> .....	3
2 <u>USO DE LA SIEMBRA DIRECTA EN URUGUAY</u> .....	8
3 <u>TECNOLOGIA PARA LA IMPLANTACION DE PASTURAS         MEDIANTE SIEMBRA DIRECTA</u> .....	11
3.1 <u>Alternativas de control de la vegetación</u> .....	11
3.1.1 <u>Pastoreo</u> .....	12
3.1.2 <u>Herbicidas</u> .....	13
3.1.3 <u>Quema</u> .....	18
3.2 <u>Epoca de siembra</u> .....	19
3.3 <u>Densidad de siembra</u> .....	20
3.4 <u>Fertilización</u> .....	22
3.5 <u>Manejo del pastoreo</u> .....	33
3.6 <u>Tecnología de la maquinaria de siembra directa</u> .....	34
4 <u>ROL DE LA SIEMBRA DIRECTA EN PREDIOS AGRICOLAS         GANADEROS</u> .....	38
4.1 <u>Aspectos básicos del comportamiento del suelo bajo siembra directa</u> ....	39
4.2 <u>Ventajas de la siembra directa</u> .....	42
4.3 <u>Desventajas de la siembra directa</u> .....	44
5 <u>ANTECEDENTES SOBRE LOTUS EL RINCON</u> .....	45
5.1 <u>Productividad de los mejoramientos sobre cristalino</u> .....	45
5.2 <u>Usos de los mejoramientos con Lotus cv. El Rincón</u> .....	49
5.3 <u>Introducción de verdeos en mejoramientos de Lotus cv. El Rincón</u> .....	50
6 <u>ESPECIES FORRAJERAS PARA EL MEJORAMIENTO</u> .....	50
6.1 <u>Germinación, establecimiento, e implantación</u> .....	51
6.2 <u>Ciclo de vida (Anuales vs. Perennes)</u> .....	53
6.3 <u>Efectos ambientales</u> .....	54
6.4 <u>Especies utilizadas en el experimento</u> .....	56
6.4.1 <u>Holcus lanatus cv. "La Magnolia</u> .....	56
6.4.2 <u>Lolium multiflorum Raigrás "LE 284"</u> .....	58
6.4.3 <u>Bromus catharticus cv. "Tijereta"</u> .....	59
6.4.4 <u>Avena sativa cv. "INIA Polaris"</u> .....	60
6.4.5 <u>Avena sativa cv. "INIA Tucana"</u> .....	61

6.4.6 Trigo "Buck Charrúa".....	63
6.4.7 Lotus subbiflorus cv. "El Rincón".....	63
<b>III MATERIALES Y METODOS</b> .....	67
<b>1 INSTALACION DEL ENSAYO</b> .....	67
1.1 <u>Historia del potrero</u> .....	67
<b>2 DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO</b> .....	67
2.1 <u>Diseño del experimento</u> .....	68
<b>3 ANALISIS ESTADISTICO</b> .....	68
<b>4 FORMA DE TRABAJO</b> .....	69
4.1 <u>Manejo del tapiz</u> .....	69
4.2 <u>Secuencia de actividades</u> .....	69
<b>5 CONDICIONES AMBIENTALES</b> .....	70
5.1 <u>Pastura residente</u> .....	70
5.2 <u>Clima</u> .....	72
<b>IV RESULTADOS</b> .....	75
<b>1 PRODUCCION DE FORRAJE TOTAL</b> .....	75
1.1 <u>Producción de forraje de las gramíneas sembradas</u> .....	77
1.2 <u>Producción de forraje de Lotus Rincón</u> .....	80
1.3 <u>Producción de forraje de la pastura residente</u> .....	81
1.4 <u>Producción de forraje total</u> .....	82
<b>2 NUMERO DE PLANTAS Y MACOLLAS DE LAS GRAMINEAS SEMBRADAS</b> .....	83
2.1 <u>Conteo de plantas</u> .....	85
2.2 <u>Dinámica poblacional</u> .....	86
2.2.1 Raigrás.....	87
2.2.2 Avena Polaris.....	88
2.2.3 Avena Tucana.....	88
2.2.4 Cebadilla.....	89
2.2.5 Holcus.....	90
2.2.6 Trigo.....	91
2.3 <u>Comparación en el número de plantas y la dinámica poblacional de las gramíneas introducidas</u> .....	92
<b>3 NUMERO DE PLANTAS DE LOTUS RINCON</b> .....	93
<b>V ANALISIS Y DISCUSION</b> .....	94
<b>VI CONCLUSIONES</b> .....	100
<b>VII RESUMEN</b> .....	101
<b>VIII SUMMARY</b> .....	103
<b>IX BIBLIOGRAFIA</b> .....	105
<b>X APENDICES</b> .....	114

**TESIS aprobada por:**

**Director:** Juan Carlos Millot  
(Nombre completo y firma).

Juan José Bologna  
(Nombre completo y firma).

Pablo Boggiano  
(Nombre completo y firma).

**Fecha:**

**Autores:** Federico José Gallinal Urioste  
(Nombre completo y firma).

Juan Diego Scaron Hugalde  
(Nombre completo y firma).

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestras familias, por todo el apoyo recibido durante la carrera.

A los profesores del tribunal, por todas las horas de dedicación a éste trabajo.

A todas las personas que de una forma u otra colaboraron con la realización del mismo.

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro N°	Página
1. Tasas de crecimiento diario de forraje de campo natural sobre B. Cristalino (MS kg/há).....	8
2. Rendimientos anuales de las pasturas naturales del Uruguay (MS kg/há)....	8
3. Adopción de la siembra directa según cultivo.....	9
4. Cultivos de invierno 1996. Estimaciones de área de SD y siembra asociada según cultivo.....	9
5. Cultivos (año agrícola 96-97). Area sembrada por modalidad de siembra....	10
6. Cultivos de verano (año agrícola 96-97). Area sembrada (en miles de hectáreas). Importancia relativa de siembra directa y de segunda.....	10
7. Area (en miles de hectáreas y como porcentaje) según modalidad de siembra para dos cultivos de invierno y superficie pastoreada (año agrícola 98/99).....	11
8. Tiempo efectivo en Horas tractor/há sembrada, en trigo.....	43
9. Producción estacional y anual de las pasturas expresados en MS kg/há y como porcentaje.....	45
10. Producción estacional y total de forraje de Holcus y Raigrás, promedio de tres años (MS kg/há).....	57
11. Digestibilidad "in vitro" de Holcus y Raigrás (%).....	58
12. Producción de materia seca (MS ton/há).....	59
13. Rendimiento de forraje de primer corte y total acumulado en el período de otoño-invierno (MS ton/há).....	60
14. Producción de forraje acumulado en invierno (junio-agosto) en MS ton/há.	61
15. Producción de forraje (MS ton/há).....	62
16. Calendario de actividades.....	69
17. Contribución Específica por Presencia.....	71
18. Producción de forraje total (suma de dos cortes) y sus componentes (MS kg/há y %).....	75
19. Análisis de varianza.....	77
20. Análisis de varianza.....	80
21. Análisis de varianza.....	81
22. Análisis de varianza.....	82
23. Número de plantas en las distintas fechas de conteo (plantas/m <sup>2</sup> ).....	83
24. Número de macollas en las distintas fechas de conteo (macollas/m <sup>2</sup> ).....	83
25. Análisis de varianza.....	85
26. Análisis de varianza.....	86
27. Población de Lotus Rincón (plantas/m <sup>2</sup> ).....	93

28. Análisis de varianza.....	93
29. Tasa de crecimiento diario por estación (MS/há/día).....	94

Figura N°

1. Producción estacional del campo natural (MS kg/há).....	7
2. Efectos de diferentes manejos previos del tapiz en la producción acumulada durante dos años de Holcus y Raigrás.....	12
3. Efectos de la fertilización inicial y refertilización con diferentes nutrientes sobre la producción de forraje de diferentes gramíneas en dos años consecutivos.....	29
4. Respuestas diferentes por parte de gramíneas introducidas, al agregado de nitrógeno.....	31
5. Producción de forraje al primer corte, de dos especies, con distintas dosis de fertilización.....	32
6. Evolución del contenido de agua en los primeros 70 cm. del suelo.....	40
7. Producción estacional en ton. MS/há de dos tipos de suelo sobre Cristalino..	46
8. Digestibilidad de la materia orgánica de los mejoramientos en dos distintos suelos.....	47
9. Composición de la cobertura vegetal en un mejoramiento de Lotus Rincón en un suelo 5.4 sobre Cristalino.....	48
10. Composición de la cobertura vegetal en un mejoramiento de Lotus Rincón en un suelo 5.02b sobre Cristalino.....	48
11. Respuesta del Lotus Rincón a diferentes dosis de fertilización fosfatada y a diferentes densidades de siembra.....	65
12. Registro pluviométrico del año 1998.....	72
13. Temperaturas mensuales año 1998.....	73
14. Número de heladas por mes (año 1998).....	73
15. Precipitaciones en setiembre y octubre de 1998.....	74
16. Precipitaciones y temperaturas serie histórica y año 1998 (mm,y °C).....	74
17. Producción de forraje Total (MS kg/há), cortes 1° (25/09/98) y 2° (10/12/98).....	76
18. Producción de forraje Total y de cada componente en el primer corte (MS kg/há).....	76
19. Producción de forraje Total y de cada componente en el segundo corte (MS kg/há).....	77
20. Producción de forraje acumulada de los distintos cultivares introducidos (MS kg/há).....	78
21. Comportamiento productivo de las gramíneas evaluadas en dos fechas (25/09/98 y 10/12/98).....	79
22. Producción de forraje (MS kg/há), de las especies introducidas en dos estadios, vegetativo (25/09/98) y reproductivo (10/12/98).....	79
23. Efecto del bloque (posición topográfica), en la producción de forraje	

de L. Rincón (MS kg/há).....	80
24. Producción de forraje Total según especie de gramínea sembrada (MS kg/há).....	82
25. Densidad media de plantas de gramíneas introducidas a lo largo del año.....	84
26. Densidad media de macollas introducidas a lo largo del año.....	84
27. Efecto de la fecha de conteo sobre la densidad media de gramíneas intersembradas.....	86
28. Efecto de la fecha sobre la dinámica de cambios en la población de macollas de Raigrás 1998.....	87
29. Efecto de la fecha sobre la dinámica poblacional de Av. Polaris 1998.....	88
30. Efecto de la fecha sobre la dinámica poblacional de Av. Tucana 1998.....	89
31. Efecto de la fecha sobre la dinámica poblacional de Cebadilla 1998.....	90
32. Efecto de la fecha sobre la dinámica poblacional de Holcus 1998.....	90
33. Efecto de la fecha sobre la dinámica poblacional de Trigo 1998.....	91
34. Evolución en el número de plantas de las gramíneas introducidas.....	92
35. Evolución en el número de macollas de las gramíneas introducidas.....	92
36. Relación peso/nº de macollas (MS g/macolla).....	95

## **I INTRODUCCION**

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 procesos de regeneración de la pastura natural, luego de que sufrieron alguna alteración por laboreo. Existe por tanto, un amplio margen para el crecimiento de la producción animal sobre la base del incremento de la producción de forraje.

La siembra directa amplía el espectro de posibilidades disponibles del productor ganadero para encarar un programa de mejoramiento forrajero.

Con la siembra directa no se rotura el suelo. La necesidad de cambio de enfoque productivo, que se sugiere como el obstáculo más difícil que debe superar un agricultor tradicional al adoptar esta tecnología, en el caso del productor ganadero no es tal, ya que tradicionalmente pretende producir sin alterar el tapiz natural.

Esta tecnología se adapta bien al reducido parque de maquinaria de los establecimientos ganaderos.

Resulta además una operación más sencilla frente al mejoramiento convencional, y además sus resultados son más rápidos en la producción de forraje respecto a las coberturas.

El principal recurso forrajero sobre el que se desarrolla el sistema ganadero nacional es el campo natural, el cual se caracteriza por una baja productividad y marcada estacionalidad. La producción de forraje de los campos naturales de Cristalino se sitúa promedialmente en torno a los 3500 kg. de materia seca por há. Se destaca el muy bajo nivel de crecimiento durante los meses de invierno (10 % de la producción anual), y las importantes variaciones en calidad, con un efecto depresivo muy importante sobre la producción ganadera.

Esto se debe a las condiciones climáticas erráticas, principalmente precipitaciones y temperatura, y suelos con bajo porcentaje de fósforo y alta capacidad de fijación del mismo.

Las condiciones antes mencionadas limitan la presencia de leguminosas nativas, lo que determina una pobre inclusión del nitrógeno en el ecosistema. Dicha falta de fertilidad afectaría desfavorablemente la presencia de especies invernales, lo cual se ve agravado aún más por efecto del pastoreo continuo a altas cargas a que es expuesta la pastura nativa.

Para superar estas carencias en la región de cristalino desde algunos años atrás se vienen utilizando tecnologías, como la inclusión de leguminosas, en este caso el *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón, en cobertura sobre tapices naturales. Esta alternativa se caracteriza por su alta productividad, bajo costo, simplicidad y menor riesgo comparado con otras opciones tales como la realización de praderas convencionales. Los mejoramientos con Lotus cv. El Rincón, con niveles adecuados de fósforo (fertilización), se caracterizan por su alta producción de materia seca, persistencia pero también por su gran estacionalidad en la entrega del forraje.

Como un paso posterior luego de haber establecido el mejoramiento y elevado los niveles de fertilidad del suelo por aporte de fósforo como fertilizante y nitrógeno por la leguminosa, surge la posibilidad de incluir gramíneas invernales en el tapiz para mejorar la distribución estacional y la calidad de la pastura, ya que en general los tapices se encuentran dominados por especies estivales de poca calidad y productividad.

La inclusión de gramíneas invernales en los mejoramientos de campo, es actualmente una opción interesante para lograr pasturas más productivas, además de contribuir a cubrir los periodos de déficit forrajeros, mejorando de esta forma la distribución estacional de la pastura.

La idea de plantear una experiencia con la introducción de gramíneas de vida corta, surge de la necesidad que tiene la ganadería de contar con especies que aporten mayores volúmenes de forraje en el corto plazo y en épocas de déficit como el invierno. Es también importante que las especies a introducir sean de fácil y rápida implantación.

Otra razón para introducir las especies en siembra directa es perturbar al tapiz lo menos posible y contar con un suelo resistente al pisoteo, que permita al ganado alimentarse sin necesidad de retirarlo por falta de piso, como ocurre habitualmente en los verdeos sembrados con laboreo convencional.

Se incluirán especies de buen crecimiento en la época de menor producción de las especies nativas del campo natural, especies de alta digestibilidad que desde el punto de vista nutritivo (carbohidratos solubles, fibra) optimicen la relación con proteína; la cual es excesiva en Lotus Rincón; y que a la vez sean capaces de aprovechar mejor el aumento en fertilidad del suelo logrado con la introducción de leguminosas y la fertilización fosfatada.

En el presente trabajo se eligieron algunas opciones para la aplicación de estas tecnologías, así como también se muestran datos sobre implantación y productividad de algunas gramíneas invernales de vida corta introducidas por siembra directa en campos mejorados con *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón.

## II REVISION BIBLIOGRAFICA

### 1 CARACTERIZACION DE TAPICES

Si bien en Uruguay prosperan las especies estivales e invernales, las características de crecimiento y el manejo a que son expuestas las diferentes especies han llevado en la mayoría de los suelos a un neto predominio de las especies de ciclo estival.

Esto se debería fundamentalmente al sobrepastoreo ejercido por los animales sobre las especies invernales más productivas, que sufren la defoliación selectiva particularmente en plena crisis invernal. Por el contrario, las especies estivales escapan a dicho efecto nocivo, ya que normalmente presentan un rebrote atrasado en primavera y su primer crecimiento se produce en un ambiente muy favorable, en momentos de exceso de forraje.

Este comportamiento ha conducido por efectos sucesivos y acumulativos a pasturas predominantemente primavero-estivo-otoñales con una menor producción en invierno, debido a la disminución y aún desaparición de especies de ciclo invernal productivas, muy apetecidas y perseguidas por el ganado tales como: *Bromus auleticus*, *Bromus catharticus*, *Poa lanigera* y *Stipa setigera*.

Otra causa que explicaría el predominio de las especies de tipo C4 en las pasturas del país sería el hecho de que estas plantas usan más eficientemente el N que las especies de tipo C3, sumado a una mayor eficiencia en la utilización de la energía. En consecuencia poseen una mayor adaptación a suelos de baja fertilidad y cuentan con fijadores de N libres y específicos (*Azotobacter*, *Clostridium* y otros). Confirmando este comportamiento, los suelos más fértiles ofrecen una distribución estacional más equilibrada, con una entrega invernal de forraje relativamente superior a la de los suelos pobres (Carámbula et al., 1986; Carámbula, 1997).

Coincidentemente Bermúdez et al. (1996), señalan que las especies de crecimiento primavero-estivo-otoñal (C4) presentan aproximadamente el doble de eficiencia que las otoño-inverno-primaverales (C3) para convertir al N y el agua en materia seca.

La región de basamento cristalino ocupa una superficie aproximada de 2,5 millones de hectáreas (15,5% del territorio del país). (Milot et al, 1987).

Las pasturas de dicha zona en general son poco densas, existiendo nichos que pueden ser ocupados por especies introducidas.

Las pasturas naturales sobre cristalino presentan un marcado predominio de las especies estivales sobre las invernales, lo que lleva a una tendencia de disponer de mayor producción de forraje en el periodo primavera-estivo-otoñal. Es así que las especies invernales presentes, resulten de gran valor para sobrellevar la crisis invernal, debiéndose favorecer en todos los casos su desarrollo.

Como se mencionó anteriormente, las especies residentes en los campos naturales están adaptadas a las condiciones prevalentes de clima, suelo y manejo de la región, lo que ha llevado a que prosperen plantas de tipo C4 capaces de sobrevivir en un ambiente de baja fertilidad. Si se mejoran estas condiciones es posible que algunas de las especies más eficientes en el uso de los nutrientes prosperen, pero el avance de las mejor adaptadas a un nivel de fertilidad mayor (C3) puede ocurrir muy lentamente. Si bien es cierto que en estos tapices la fertilización con N y P promueve mayores rendimientos y aumentos en la digestibilidad del forraje, la distribución estacional de las C4 permanece incambiada, sin llegar a cubrir la demanda de las producciones animales por una mayor producción de forraje de elevado valor nutritivo (Carámbula, 1995; Carámbula, 1997).

Esto determina la necesidad de incluir en el tapiz gramíneas productivas de invierno tipo C3 (Bermúdez et al, 1996).

Según Carámbula et al. (1986) y Carámbula (1991), los tapices vegetales nativos formados básicamente por gramíneas necesitan el apoyo de leguminosas que, tanto por efecto directo como indirecto, aporten el N necesario para elevar la producción de las pasturas en cantidad y especialmente en calidad. Este incremento de la fertilidad conjuntamente con un manejo adecuado debería promover una mayor contribución por parte de las gramíneas nativas y subespontáneas deseables y productivas presentes en el tapiz, o crearía las condiciones apropiadas para la inclusión de éstas por interseembra, conformando una posible segunda etapa de estos mejoramientos (Carámbula et al., 1986; Carámbula, 1997).

Es deseable que estas nuevas especies (C3) a incluir presenten buen crecimiento en invierno o que su forraje producido en épocas favorables pueda ser diferido en pie hacia el invierno sin perder calidad (Carámbula, 1995; Carámbula, 1997).

La siembra de gramíneas se hace necesaria cuando el tapiz esta compuesto predominantemente por especies de baja calidad y la producción de forraje es insuficiente.

La introducción de gramíneas de mayor potencial forrajero complementará la producción de campo natural (Milot et al, 1987; Carámbula, 1991; Fernández et al, 1994).

Risso y Berretta (1995), señalaron para los campos de la zona de cristalino una importante carencia de gramíneas invernales que exploten la mejora de fertilidad que ocurre con la fertilización y siembra de leguminosas, corrigiendo la distribución estacional y reduciendo el déficit invernal. Por lo que consideran que la inclusión de gramíneas invernales en mejoramientos ya establecidos ofrece un importante potencial, con relación al rendimiento total y estacional de forraje.

Al respecto White (1971), señala que el objeto de sembrar gramíneas es para complementar a las leguminosas, introduciendo especies que superan en rendimiento a las ya presentes en el tapiz, en particular de gramíneas activas en la estación fría que mejoren la producción invernal.

Existen controversias respecto al momento de introducción de las gramíneas en el campo natural. Por un lado se sostiene la introducción conjunta con las leguminosas, pero la baja fertilidad de un suelo sembrado de esta forma determinan menores porcentajes de implantación. Otra postura sugiere postergar la siembra de las gramíneas para un momento posterior luego de aumentada la fertilidad, pero es de esperar que la mayor disponibilidad de N aumente la agresividad del tapiz nativo (dependiendo de dosis y época), perjudicando la implantación de las gramíneas por competencia (Cullen, 1969; White et al, 1972; White, 1981; Fernández et al, 1994).

En Uruguay, Bermúdez et al, (1996) y Carámbula (1997), confirman lo anterior y señalan que la incorporación de gramíneas productivas de invierno (C3) puede efectuarse conjuntamente con las leguminosas, presentando problemas de implantación y/o producción, dada la baja fertilidad de los suelos de la región. Otro caso sería, constituyendo una segunda etapa luego de que la población de leguminosas haya incrementado la fertilidad del suelo. Sin embargo en mejoramientos muy vigorosos, dada la competencia que ejercen las leguminosas, su inclusión puede resultar problemática especialmente en el segundo año de la pastura.

En lugares donde la competencia es muy débil, es probable que la mejor época sea la inicial junto con las leguminosas, aunque la fertilidad del suelo sea baja, ya que la competencia de la vegetación existente es mínima. Sin embargo cuando la cubierta es densa y la competencia es considerable, es conveniente realizar la siembra varios años después de haber introducido las leguminosas, cuando la fertilidad del suelo es mayor, reduciendo previamente la competencia de la vegetación existente y de las leguminosas mediante el pastoreo (White, 1971).

Millot (1994), señala como aspecto complementario para el mejoramiento de la pastura nativa en suelos de cristalino, con bajas proporciones de gramíneas invernales (15-20% entre los que se destaca la muy baja frecuencia de especies productivas), la incorporación de gramíneas luego que se ha conseguido una primera mejora con siembras de leguminosas.

El manejo de los mejoramientos favoreciendo a las especies sembradas provoca un cambio cualitativo de la vegetación a través de la evolución hacia un tapiz con una proporción mayor de especies invernales y en consecuencia una mejora en la estacionalidad de la pastura. Este incremento de especies invernales, especialmente gramíneas, podría ser acelerado mediante la siembra en el tapiz de gramíneas nativas como *Bromus auleticus* (Cebadilla) y/o naturalizadas como *Lolium multiflorum* (Raigrás) y *Holcus lanatus* (Pasto Lanudo) que encontrarían el hábitat adecuado una vez elevada la fertilidad (Millot et al, 1988; Carámbula, 1991; Carámbula, 1993).

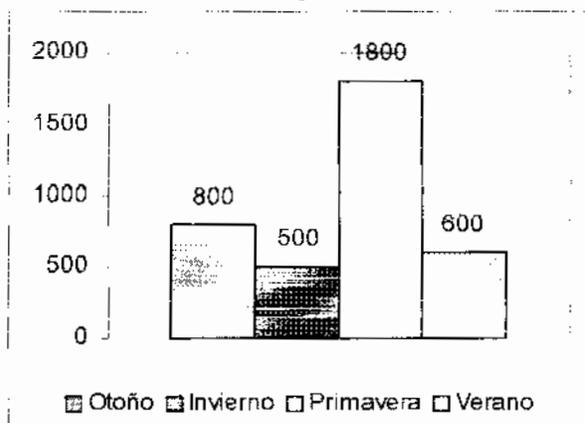
Estas gramíneas se instalarían con ventajas en pasturas previamente mejoradas con leguminosas, con alto contenido de N, avanzando hacia pasturas más estables (Carámbula, 1977; Millot et al, 1987; Fernández et al, 1994; Bermúdez et al, 1996; Carámbula, 1997).

Parece adecuado entonces, la introducción de gramíneas de mayor potencial productivo que exploten la fertilidad proporcionada por las leguminosas. Este manejo permitirá lograr pasturas no solo más productivas, sino más estables, con una mejora en la producción invernal, un mayor equilibrio frente a condiciones climáticas adversas y un mejor balance gramínea-leguminosa (Cook et al, 1974; Ayala y Carámbula, 1995).

La mayoría de las gramíneas que forman las pasturas nativas de la región son de ciclo primavera-estivo-otoño. Se trata de especies adaptadas a niveles bajos de fertilidad y en algunos casos, ineficientes para responder a niveles altos de nitrógeno y fósforo. De ahí entonces, la necesidad de complementar a las leguminosas con gramíneas que respondan a niveles mayores de fertilidad y presenten básicamente crecimiento rápido en otoño, en especial antes de que ocurran las condiciones desfavorables de invierno.

La estrategia de las siembras sobre el tapiz consiste en utilizar la pastura natural como soporte principal, siendo complementada por la inclusión en el tapiz de especies forrajeras cultivadas. Esta combinación de especies conduce a un mejor aprovechamiento del medio ambiente y en consecuencia a alcanzar producciones de materia seca que fácilmente duplican y triplican las del campo natural (Carámbula, 1997).

**Figura 1. Producción estacional de campo natural sobre B. Cristalino (MS kg/há.)**



Fuente: Carámbula, M (1991).

Las especies invernales brotan luego de las primeras lluvias de otoño, adquieren vigor desde abril y su crecimiento invernal depende de la intensidad de las temperaturas bajas, aunque presentan lozanía frente a heladas. Su máximo crecimiento se produce en primavera, floreciendo desde setiembre hasta noviembre, pero reducen el mismo al mínimo en verano. Su producción en esta época depende de la intensidad del reposo, delimitado fundamentalmente por la humedad (Rosengurtt, 1946).

Los géneros de gramíneas invernales más destacables son: *Agrostis*, *Briza*, *Bromus*, *Chascolytrum*, *Danthonia*, *Hordeum*, *Lolium*, *Melica*, *Piptochaetium*, *Poa*, *Stipa* y *Vulpia*.

Las especies estivales brotan con los calores invernales, adquieren vigor desde octubre a diciembre y crecen en verano según la disponibilidad de agua, presentando lozanía durante las sequías normales. Florecen desde octubre hasta abril, ofrecen su máxima producción en otoño y reducen su crecimiento con las temperaturas frías y heladas, siendo su reposo invernal definido y completo. Entre los principales géneros de gramíneas estivales deben citarse: *Andropogon*, *Aristida*, *Axonopus*, *Bothriochloa*, *Bouteloua*, *Chloris*, *Coelorhachis*, *Cynodon*, *Digitaria*, *Echinochloa*, *Eleusine*, *Eragrostis*, *Panicum*, *Paspalum*, *Schizachyrium*, *Setaria* y *Sporobolus* (Carámbula, 1997).

**Cuadro 1. Tasas de crecimiento diario de forraje de campo natural sobre B. Cristalino (MS kg/há/día).**

	<b>Verano</b>	<b>Otoño</b>	<b>Invierno</b>	<b>Primavera</b>
<b>Cristalino</b>	7,2 +/- 3,9	13,2 +/- 11	6,6 +/- 4,9	15,6 +/- 12,3

Fuente: De Souza P. (1985).

**Cuadro 2. Rendimientos anuales de las pasturas naturales del Uruguay (MS kg/há).**

<b>Cristalino superficial</b>	1800
<b>Cristalino profundo</b>	2100

Fuente: Carámbula (1978)

## **2 USO DE LA SIEMBRA DIRECTA EN URUGUAY**

La siembra sin laboreo en Uruguay tiene como primer antecedente la distribución al voleo sobre tapices naturales arrasados con pastoreo, de semillas de leguminosas forrajeras inoculadas y peleteadas, junto al fertilizante fosfatado (García F, 1998).

En la década del cincuenta se comenzaron a desarrollar diferentes técnicas con la finalidad de mejorar los tapices naturales: siembras en cobertura (Sukling, 1951; Madelen, 1952), destrucción parcial del tapiz mediante rastreos y siembra posterior (Bailey, 1952; Cross y Glenday, 1956) y siembra directa por máquinas abresurcos especializadas (Wagner, 1956; Blackmore, 1958).

En cultivos, los trabajos experimentales pioneros fueron realizados por los Ing. Agr. Nelson Oudry (1977) y Jose Lavalleja Castro en La Estanzuela a mediados de los años 70. Estos trabajos ya mostraban la posibilidad de buenas instalaciones de cultivos de verano con el uso de Glifosato, pero no existían en el mercado máquinas apropiadas (en dichos experimentos se realizaron adaptaciones de sembradoras convencionales) y principalmente el precio del herbicida estaba fuera de alcance (García F, 1998).

Con el vencimiento de la patente Roundup y la aparición en el mercado de máquinas de siembra directa, principalmente de fabricación brasileña, un número creciente de productores comenzó a interesarse en la nueva tecnología a fines del 80. La fundación en el año 1991 de AUSID (Asociación Uruguaya de Siembra Directa) por parte de un grupo de productores y técnicos de la zona de Mercedes (departamento de Soriano), significó el inicio de una etapa de difusión, realización de experiencias e intercambio de las mismas y demanda de investigación a las instituciones públicas (INIA, Facultad de Agronomía).

En 1995, Laco y Thompson publicaron nueva información proveniente de una consulta efectuada a técnicos y productores de las principales zonas agrícolas del litoral del Río Uruguay. Indican que el 6% de la superficie de los cultivos de invierno y el 10% de los cultivos de verano se realizaban con siembra directa; la superficie total incluye tanto cultivos graníferos como forrajeros. Lo anterior indica que la siembra directa empezaba a mostrarse como una tecnología de difusión rápida para la realización de cultivos de verano de segunda.

La información más reciente obtenida por DIEA del MGAP, sobre "modalidad de siembra" (1998):

**Cuadro 3. Adopción de la siembra directa según cultivo.**

Cultivo	Area Total (ha)	% de Siembra Directa
Trigo, 1996	250264	10
Cebada, 1996	146121	9,5
Maíz, 96/97	61300	5,4
Girasol 1ra, 96/97	31800	6
Girasol 2da, 96/97	65000	53
Sorgo, 96/97	38800	24,5
Trigo, 1997	245427	14,6*
Cebada, 1997	118917	14,8*
Mejoramientos, 97	473000	12,1

\* En la encuesta 1997/1998, el término siembra directa incluye mínimo laboreo.

Según información de AUSID, se indica que estamos en el período de adopción de la nueva tecnología, y que se sigue en muchos casos usando la siembra directa como una técnica aislada y no como componente de un sistema de producción, incluyendo por ejemplo a los cultivos de segunda.

**Cuadro 4. Cultivos de invierno 1996. Estimaciones de área de SD y siembra asociada según cultivo.**

Cultivo	Area sembrada (ha)	Siembra asociada (ha)	Siembra directa (ha)	Siembra asociada (%)	Siembra directa (%)
Trigo	250264	86664	25061	34,6	10
Cebada	146121	45325	13952	31	9,5

Fuente: Ex DIEA. Dirección de Censos y Encuestas.

La adopción creciente de la siembra directa, constituye una práctica novedosa registrada en la agricultura nacional, en especial vinculada a la siembra de los cultivos de verano. Como se observa en el cuadro 5, más de la mitad del girasol de segunda (52,9%) y casi el 25% del sorgo son sembrados bajo esa modalidad, en tanto solo el 10% del área de trigo y cebada se vincula a esta practica (DIEA, 1998).

Profundizando en los cultivos de verano, se observa en el cuadro 6, la alta asociación que existe entre las siembras de segunda y el uso de la siembra directa. El 95% de girasol sembrado con directa corresponde a girasol de segunda, y que prácticamente el 70% del maíz y sorgo sembrados con directa también esta asociado a siembras de segunda (DIEA, 1998).

**Cuadro 5. Cultivos (año agrícola 96-97). Area sembrada por modalidad de siembra según cultivo.**

<b>Cultivo</b>	<b>Total (miles de ha.)</b>	<b>Directa (miles de ha.)</b>	<b>Convencional (miles de ha.)</b>	<b>Directa (%)</b>
<b>Trigo</b>	250,3	25,1	225,2	10
<b>Cebada cerv.</b>	146,1	14	132,2	9,5
<b>Maíz</b>	61,3	3,3	58	5,4
<b>Girasol 1ra.</b>	31,8	1,9	30,1	5,9
<b>Girasol 2da.</b>	65	34,4	30,6	52,9
<b>Sorgo</b>	38,8	9,5	29,3	24,4

Fuente: DIEA-MGAP

**Cuadro 6. Cultivos de verano (año agrícola 96-97). Area sembrada (en miles de hectáreas). Importancia relativa de siembra directa y de segunda.**

<b>Cultivo</b>	<b>Total</b>	<b>Directa</b>	<b>De segunda. Total</b>	<b>De segunda. Directa</b>
<b>Maíz</b>	61,3	3,3	10,1	2,3
<b>Girasol 1ra.</b>	31,8	1,9	0	0
<b>Girasol 2da.</b>	65	34,4	65	34,4
<b>Sorgo</b>	38,8	9,5	10,1	6,3

Fuente: DIEA-MGAP.

Indicadores técnicos de cultivos de invierno (año agrícola 98-99):

El 22% del área total de trigo y el 15% de la correspondiente a cebada se reporta como siembra directa, conformando un total de 54000 has., como se observa en el cuadro 7. Esto marca un aumento porcentual considerable con respecto al área total para

el cultivo de trigo, en comparación con el 14,6% del año anterior. En la cebada, el porcentaje sembrado en directa permanece prácticamente incambiado (DIEA, 1998).

**Cuadro 7. Area (en miles de hectáreas y como porcentaje) según modalidad de siembra para dos cultivos de invierno y superficie pastoreada (año agrícola 98/99).**

Cultivo	Area sembrada total	Area sembrada total en directa	Area sembrada en directa (%)	Area sembrada asociada total	Area sembrada asociada (%)	Sup. past.	Sup. past. (%)
Trigo	193,3	43,2	22,3	69,8	36,1	12,1	6,3
Cebada cerv.	72,8	10,7	14,7	23,6	32,1	14,7	1,4

Fuente: DIEA-MGAP.

Existe un aumento creciente de la siembra directa en los cultivos de invierno frente a aumentos en el tamaño de siembra, especialmente en trigo.

### 3 TECNOLOGIA PARA LA IMPLANTACION DE PASTURAS MEDIANTE SIEMBRA DIRECTA

#### 3.1 Alternativas de control de la vegetación

El control de la vegetación ha sido reconocido como esencial para lograr un buen establecimiento, tanto en siembras de leguminosas como de gramíneas (Cullen, 1971; Chapman et al., 1985).

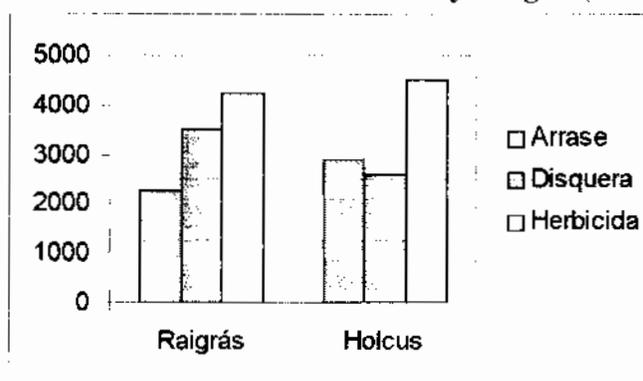
La supresión de la competencia de la vegetación residente por medios físicos o químicos antes de sembrar, y el manejo posterior de la pastura, favorecen la sobrevivencia y el tamaño de las plántulas del mejoramiento (Curll y Gleesen, 1987).

Los efectos que se buscan mediante el control previo de la vegetación son: favorecer el contacto semilla-suelo; disminuir la competencia post-siembra de las especies nativas por el espacio edáfico y aéreo; facilitar los trabajos en las siembras; y homogeneizar la cobertura del campo (Carámbula, 1977). La modificación de la vegetación existente y de las especies del suelo antes de la siembra en cobertura de nuevas especies, es a menudo de vital importancia para el establecimiento exitoso, en especial de gramíneas (White, 1981).

Entre los métodos de acondicionamiento del tapiz pueden citarse el pastoreo, los métodos mecánicos, la quema y los herbicidas. Cualquiera de ellos no solo debe ejercer un control adecuado de la competencia, sino también conservar la humedad del suelo, proteger las plántulas y en lo posible proveer forraje mientras se registra la implantación de las especies introducidas (Carámbula, 1997).

La introducción de gramíneas en tapices vigorosos resulta difícil si no se utilizan herbicidas o un pastoreo intenso. El problema no es tanto que la semilla no germine, sino el bajo número de plantas que sobreviven a la competencia del tapiz. Por lo tanto, funcionará cualquier método que disminuya o elimine la competencia de la vegetación residente (Cullen, 1969).

**Figura 2. Efectos de diferentes manejos previos del tapiz en la producción acumulada durante dos años de *Holcus* y *Raigrás*(MS kg/há).**



Fuente: Risso (1991).

Es necesario recordar que las diferencias entre métodos tienden a desaparecer luego del primer año, mientras que se vuelven relevantes las características productivas de las especies y un manejo adecuado del pastoreo (Millot et al., 1987; Risso, 1991).

### 3.1.1 Pastoreo

Bamhart y Wedin (1982), citados por Curl y Gleesen (1987), sostienen que el beneficio de la defoliación se debería a que ésta aumentó la intensidad lumínica para el establecimiento de las plantas. Según Dowling et al., (1971), el sombreado durante el establecimiento reduce la sobrevivencia durante el primer verano.

Dicho efecto fue también reconocido por Harper (1977), como un factor crítico que impide el desarrollo de las plántulas bajo vegetación.



Para las condiciones de Uruguay, pastoreos mixtos con dotaciones altas desde mediados de la primavera previa, alternando con descansos importantes, contribuirán a disminuir la competitividad del tapiz así como a una conformación de la estructura vegetal que facilite el contacto semilla-suelo en la siembra. No es necesario ni conveniente arrasar completamente el campo, ya que algunos restos secos y cierta altura del forraje protegerán las plántulas que comienzan a desarrollarse (Millot et al., 1987; Risso, 1994). Este manejo previo del tapiz es coincidente con Carámbula et al. (1994), excepto por su duración, en la medida que este autor lo plantea desde el verano.

Millot et al. (1987), sostienen que en caso de no hacer remociones importantes de suelo se puede continuar con pastoreos luego de la siembra, lo que favorecerá el contacto semilla-suelo, y retrasará el rebrote del tapiz, el que además será lento por el bajo nivel de reservas que posee y la época del año. Este autor destaca que, el manejo de la pastura desde que se toma la decisión de realizar el mejoramiento, aparece como factor clave.

El pastoreo intenso se muestra superior al pastoreo poco frecuente sobre la germinación y sobrevivencia de las gramíneas y aunque no afecta la germinación de las leguminosas, aumenta su sobrevivencia. Además, el pastoreo reduce la competencia del tapiz natural sin dañar las plántulas (Cullen, 1970).

La utilización de pastoreos o la aplicación de cortes en combinación con pastoreos para favorecer la implantación de las especies en las pasturas naturales ha sido exitosa en climas húmedos, pero en general no ha habido respuestas a este tratamiento en climas secos. En las zonas húmedas parecería que el factor limitante más destacable para la instalación de las plántulas es la competencia por luz y nutrientes, lo cual puede ser controlado por pastoreos oportunos, pero en zonas secas o en temporadas de sequía la desecación se convierte en el principal problema y resulta esencial la búsqueda de buenas áreas cubiertas, manteniendo la vegetación existente con pocas modificaciones (Carámbula, 1997).

El pastoreo puede resultar también de mucha utilidad si se usa como complemento de otros métodos de acondicionamiento del tapiz. En tal sentido, este tratamiento facilita el pasaje de la maquinaria mediante laboreos superficiales y la siembra directa, así como permite una mayor eficiencia en la acción de los herbicidas. Las gramíneas sufren en mayor grado la competencia del tapiz en comparación con las leguminosas (Carámbula, 1997).

### **3.1.2 Herbicidas**

Tanto el establecimiento como la sobrevivencia de las plántulas en siembras de forrajeras templadas sobre el tapiz, pueden ser significativamente mejoradas a través de un tratamiento previo del sitio con herbicidas, reduciendo la competencia de la

vegetación existente (Dowling et al., 1971). Su éxito es dependiente del herbicida usado, la época de aplicación con relación a la siembra, la duración del control de la vegetación y la competencia de las malezas (Malik y Wadlington, 1989; citado por Ferenczi et al., 1997) por lo cual el control químico debe definirse para cada situación en particular.

Los métodos para reducir la competencia de la vegetación en zonas donde no se laboreo han variado, siendo las aplicaciones de herbicidas previos a la siembra los más promisorios para Charles y Lewis (1962), y Campbell (1962, 1964, 1968), citados por Dowling et al. (1971).

Macforlane y Bonish (1986), encontraron que para maximizar el establecimiento es necesario utilizar herbicidas, pero con un buen manejo del pastoreo y pisoteo, fue posible lograr un establecimiento cercano a los dos tercios del logrado con herbicidas.

El uso de herbicidas para reducir la competencia del tapiz natural y facilitar el establecimiento de nuevas especies forrajeras ha sido propuesto por numerosos investigadores.

En opinión de Carámbula, este método presenta ventajas importantes al permitir controlar rápidamente en forma parcial o total la competencia ejercida por las especies del tapiz natural. Al mismo tiempo los restos secos de dichas especies, luego de la aplicación del herbicida, constituyen una cubierta efectiva que reduce la erosión y el arrastre de las semillas, y promueve un microclima favorable para la semilla introducida, protegiéndola de cambios bruscos de humedad y temperatura, así como de vientos desecantes.

Sin embargo el mismo autor en 1994 escribió que el tapiz natural debe ser acondicionado con tratamientos intensos de debilitamiento (fundamentalmente pastoreo), reservando el uso de herbicidas para casos extremos de crecimiento de la vegetación, realizando las aplicaciones con productos que solo detengan el crecimiento del tapiz. De lo contrario se corre el riesgo de perder mucho forraje, ocasionar la muerte de especies perennes y promover la aparición de anuales invernales de escasa producción, así como favorecer un incremento de malezas.

El incremento en la disponibilidad de luz por supresión de la vegetación, con aplicaciones de paraquat (Barnhart y Wedin, 1981; citados por Byers y Templeton, 1988) y por medio del pastoreo (Taylor y Allison, 1983), mejoraron el vigor aparente de las plántulas de leguminosas en una pastura. Herbicidas como el paraquat y el glifosato pueden utilizarse para deprimir las especies residentes al momento de la realización del mejoramiento sin laboreo (Cromack et al., 1978; Van Keusen y Triplett, 1970; Squires, 1976; y Taylor et al., 1964; citados por Kunelius et al., 1982; Olsen et al., 1981; citado por Dovel et al., 1990).

Los estudios anteriormente mencionados realizados por Carámbula et al. (1994), han demostrado que mientras la instalación de las leguminosas se ve favorecida por tratamientos intensos de debilitamiento del tapiz, en las gramíneas este proceso se ve facilitado en forma notable por el uso de herbicidas.

El período a considerar para el control de la vegetación puede ser un factor crítico en siembras sobre el tapiz. Welty et al. (1981), citados por Rogers et al. (1983), lograron los mejores resultados en la reducción de la competencia de la vegetación con la aplicación de glifosato 28 días previos a la siembra, y al reducir dicho período disminuía el establecimiento de alfalfa. Por otra parte Carámbula et al. (1994), hace hincapié en la necesidad de que entre la época de aplicación del herbicida y la siembra transcurra un período de tiempo prudencial, que permita una mayor descomposición de la vegetación muerta y un mayor contacto semilla-suelo, ya que de lo contrario puede registrarse un efecto negativo.

Otros efectos negativos sobre la germinación y el establecimiento han sido asociados a productos químicos derivados de la degradación de residuos del cultivo o vegetación anterior y de materia orgánica del suelo (Guenzi et al., 1967; Kimber, 1967, 1973, y Patrick, 1971; citados por Davies y Davies, 1981), tales como ácido acético (Lynch, 1978; citado por Davies y Davies, 1981), taninos o compuestos fenólicos (Habeshaw, 1979; citado por Davies y Davies, 1981). El efecto puede ser transitorio o tener residualidad, en cuyo caso puede efectuarse la resiembra del mejoramiento (Kimber, 1967 y Patrick, 1971; citados por Davies y Davies, 1981).

Moshier y Penner (1978), en estudios con paraquat y glifosato demuestran que los efectos inhibitorios en el crecimiento inicial se pueden deber a residuos del herbicida aplicado, capaces de permanecer en la capa de restos vegetales.

Davies y Davies (1981), utilizando los mismos herbicidas no descartan esta misma posibilidad.

Trabajos de Adas Wales (1979), citados por Davies y Davies (1981), indican marcadas reducciones del establecimiento con intervalos presiembra menores a 14 días, pero un período de tiempo fijo no puede ser aplicable para todo producto químico y condición climática.

Para poder manejar estas situaciones, es necesario conocer los factores involucrados y de que forma pueden actuar. Según Davies y Davies (1981), el modo de acción del herbicida es relevante. Sostienen que el glifosato, dada su alta tasa de biodegradación y alta afinidad con partículas del suelo, carece de actividad en la preemergencia. Señalan que el paraquat en cambio, se inactiva solamente en contacto con el suelo, manteniéndose activo luego de la adhesión momentánea con materia orgánica, por lo que puede afectar a las especies sembradas. Agregan como otro aspecto

diferencial la velocidad de acción de estos productos, mientras que el forraje tratado con paraquat solo demora de dos a tres días en desecarse, el glifosato demora en el orden de catorce días para alcanzar un estado similar.

En base a los diferentes estudios referidos, puede afirmarse que la presencia de restos vegetales en la superficie del suelo en ciertas condiciones, puede constituir un factor desencadenante de problemas en la etapa inicial de siembras sobre el tapiz. Esto puede darse por liberación de sustancias fitotóxicas durante la descomposición de los restos y/o a través de la interacción de la cubierta vegetal con los herbicidas.

En el experimento más antiguo, donde se alternaron y repitieron aplicaciones de paraquat y glifosato desde 1994, se instaló un verdeo mezcla de avena strigosa y raigrás. Los resultados indican que el glifosato produjo mayor control del tapiz que paraquat, creciente con la dosis, y la producción del verdeo estuvo correlacionada con la magnitud del control logrado. El tapiz estaba dominado por gramíneas C4 por estar sobre un suelo Alfisol (Alfisol arenoso), localizado en La Magnolia, INIA Tacuarembó (citado por García F, 1998).

En síntesis, a mayor control, mayor dosis y más frecuentemente, mayor respuesta productiva del verdeo de invierno.

La producción de cultivos con siembra directa es mayor con mejores controles del tapiz. Este efecto es debido, entre otros factores, a la disminución de la competencia que la vegetación natural hace al cultivo. Cuanto más agresivo sea el control del tapiz realizado, en términos de tipo de herbicidas, dosis o frecuencia de aplicación, mayor es el efecto sobre la producción de forraje, aumentando esta en forma importante (Marchesi et al., 1997).

En opinión de Marchesi C (1997), los tratamientos con glifosato fueron más efectivos que los de paraquat, teniendo mayor efecto a medida que se aumenta la dosis. De los herbicidas estudiados, el glifosato en dosis moderadas y altas produce una depresión importante de la vegetación natural, traduciéndose esto en mayores rendimientos. Por otro lado esta situación produce grandes cambios en el tapiz que se recupera luego de terminado el ciclo del cultivo. Existe una asociación directa entre el control de la vegetación que se logra mediante el uso de herbicida y la producción del cultivo implantado.

Carámbula et al. (1994), encontró que el glifosato (Roundup 2,5 lts./ha) afectó a las especies estivales productivas del tapiz, sustituyéndolas por gramíneas invernales de escasa producción (*Gaudinia*, *Vulpia*) e incrementó la población de malezas enanas. El paraquat (Gramoxone 2,5 lts./ha) en cambio detiene el crecimiento por un periodo prolongado pero sin afectar la composición florística del tapiz. Este autor sostiene que se

debe evitar que el herbicida mate a las gramíneas perennes, lo que provocaría disminución de la producción y desequilibrio en la pastura.

Otro estudio citado por García F, (1998), en un suelo no profundo de basalto, encontró al invierno del segundo año menor proporción de gramíneas nativas en los tratamientos con glifosato y con las dosis mayores. Lo mismo fue observado al otoño del tercer año.

Con 4lts/ha de glifosato, repetido los tres años, desaparecieron todas las gramíneas perennes quedando solamente gramíneas anuales de ciclo estival (*Digitaria sp.* y *Setaria geniculata*), *Coniza bonaerensis* y *Eryngium horridum*. Esto indica un estado de sucesión dominado por anuales, semejante al que produce un laboreo del suelo.

De lo expuesto queda claro que no es sustentable incluir verdeos de invierno con siembra directa en suelos con tapices estivales si todos los años se aplican herbicidas sistémicos, ya que desaparecerían las especies productivas estivales y se anualizaría la composición de dicho tapiz, con especies de menor producción y dominio de malezas.

El uso de desecantes, aún en el caso de repetirse todos los años, produciría menores cambios en la composición del tapiz.

Con respecto a lo anterior, en opinión de Berretta (1997), las principales especies que contribuyen a la producción de campo natural se ven disminuidas o eventualmente desaparecen. Estudios anteriores (1994), del mismo autor, muestran un aumento de especies estivales y disminución de las especies invernales. Es importante destacar que las especies que conforman el tapiz luego de los tratamientos son diferentes a las originales. Con glifosato en la medida que aumentamos la dosis (de 1 a 4lts/há) ocurre un aumento de las especies anuales (10 y 17%) y estoloníferas (19 y 20%), una disminución de las cespitosas (33 y 21%) y de las plantas de raíces engrosadas.

Los cambios más importantes se producen cuando se aplican los tratamientos tres años consecutivos (alta frecuencia). Se da un aumento en las especies anuales y en las estoloníferas fundamentalmente el pasto horqueta (*Paspalum notatum*). Dosis altas y consecutivas de glifosato ocasionan su desaparición.

Para el caso de las plantas cespitosas y raíces engrosadas los tratamientos consecutivos de herbicidas reducen en gran medida su contribución al recubrimiento del suelo.

Cuando se utilizan herbicidas en particular glifosato, en forma consecutiva y en alta dosis, el número de especies se reduce, concentrándose el recubrimiento de la vegetación a dos o tres especies que constituyen aproximadamente el 90% del mismo.

Por lo visto anteriormente esta situación se asemeja a la de un campo que deja de ser cultivado, con una importante frecuencia de especies anuales como *Digitaria sp.* (Pasto blanco) y *Setaria geniculata*, perenne de ciclo corto. Este tipo de enmalezamiento puede transformarse en un problema cuando el cultivo siguiente es de ciclo estival o si volvemos a un "campo natural".

En trabajos de Amarante et al. (1997), se obtuvieron los siguientes resultados: significativa disminución de gramíneas estivales, mayor con glifosato que con paraquat y creciente con la dosis de herbicida empleada. Igual tendencia en gramíneas invernales, pero no llegó a ser significativa.

Ferenczi et al. (1997), registraron que el análisis de los cambios en la composición botánica evidenció que el glifosato redujo la población de gramíneas nativas de ciclo estival, mientras que las especies de ciclo invernal tendieron a ser afectadas por ambos herbicidas (paraquat y glifosato). Otra consecuencia de la aplicación de dichos herbicidas fue el incremento de las malezas.

Al disminuir la competencia del campo natural el cultivo se ve beneficiado, obteniéndose mayores niveles productivos. La obtención de una producción de forraje invernal elevada, esta pues, relacionada a una importante disminución y eventual eliminación del tapiz natural, la conservación de una parte importante de las especies nativas depende de aplicaciones de paraquat o glifosato en dosis bajas y alternadas, lo cual hace que la producción del verdeo invernal sea menor (Berretta et al., 1997).

Resulta de interés el trabajo de Campbell et al., (1981), quienes con diferentes dosis de glifosato y amitral establecieron que el período de supresión de crecimiento del tapiz residente fue el factor más importante en el desarrollo de las especies sembradas.

### 3.1.3 Quema

La quema deberá realizarse con suelo húmedo y con vientos tales, que el fuego corra rápidamente a los efectos de impedir que las altas temperaturas durante tiempos inadecuados afecten no solo la base de la vegetación existente sino también el banco de semillas del suelo (Carámbula, 1997).

En Uruguay, sobre Basamento Cristalino, Medero (1958), en ensayos de campo con pastoreo normal, campo arrasado por pastoreo y campo quemado previo a la siembra, observó superioridad del tratamiento campo quemado sobre el arrasado y a su vez sobre campo en pastoreo normal, en la implantación de las especies sembradas. Los porcentajes de germinación fueron iguales, muriendo un menor número de plantas en el campo quemado. Esto indica que el efecto principal de la quema fue el de eliminar la

competencia ejercida por el tapiz natural y no tanto el de permitir un mejor contacto semilla-suelo.

La quema además de ayudar el contacto semilla-suelo, elimina los efectos beneficiosos de la cobertura. Estos dependerán de la densidad del tapiz natural, del tipo de siembra, y de las condiciones ambientales existentes en el momento de la implantación. Un factor favorable de la quema es el aumento de la disponibilidad de nutrientes, debido a que queda un manto de cenizas rico en minerales e induce a una mineralización de la materia orgánica (Douglas, 1967).

Un aspecto en el tratamiento, que lo puede transformar en un fuerte factor de degeneración es cuando se lo utiliza en forma continua, debido a que se quema parte de la materia orgánica de la superficie del suelo y plantas de valor forrajero. Esto se ve agravado si los nuevos brotes son sobrepastoreados por el ganado (Rosengurtt, 1977).

La quema puede provocar problemas de promoción de malezas agresivas tales como Cardilla (*Eryngium horridum*) y Mio-Mio (*Bacharis coridifolia*), (Carámbula, 1997).

### **3.2 Época de siembra**

De la revisión que hacen del tema Bologna y Hill (1992), surge que la fecha de siembra es una de las variables más importantes a considerar en la planificación de la estrategia de mejoramiento del campo natural.

Rosengurtt (1977), destaca como época adecuada para la siembra de especies invernales sobre un tapiz establecido, los meses de marzo y abril, donde se dan las mayores probabilidades de haber finalizado las sequías y anticipándose a la ocurrencia de heladas.

Carámbula (1977), asegura que las mejores condiciones para este tipo de siembras se logran cuando el medio ambiente asegura temperaturas adecuadas y las mayores probabilidades de disponer de un balance apropiado entre la humedad dada por lluvias, rocíos y neblina, y la evapotranspiración las semanas siguientes a la siembra. Ideales serán niveles sostenidos de humedad y temperatura apropiada a nivel del suelo, entre 15 y 25°C, que permitan una germinación rápida y uniforme de la semilla y que según Campbell (1968), favorezcan la inmediata penetración de la radícula.

Las instalaciones tempranas en otoño tienen el inconveniente de que las plántulas deben competir con un tapiz estival en activo crecimiento, hecho al que se suman temperaturas altas y posibles riesgos de deficiencias hídricas importantes. Por el contrario, un atraso en la siembra hacia el invierno, enlentecen los procesos de germinación y nodulación, así como el crecimiento inicial de las plántulas, debido a las

bajas temperaturas, a la reducción en la actividad biológica dentro del suelo, debido a falta de oxígeno resultado se la saturación del mismo con agua. Otro factor sería el congelamiento de plántulas en condiciones ambientales que determinen heladas.

Mientras que los tapices abiertos en épocas tempranas favorecen una rápida instalación, la misma situación en épocas tardías resulta desfavorable al dejar demasiado expuestas las plántulas a bajas temperaturas.

En el caso del trigo, al igual que en casi todas las especies, a medida que se atrasa la fecha de siembra, se reduce la producción de forraje por disminución de la temperatura. Asimismo se alarga el período de siembra primer pastoreo y a su vez disminuye el período de utilización de forraje.

Según INIA La Estanzuela (1993), para que el trigo pueda ser pastoreado debe sembrarse en épocas tempranas, aumentando de esta forma la probabilidad de infección de manchas foliares (*Septoria* sp., *Helminthosporium* sp.). La defoliación disminuiría su incidencia, directamente a través de la remoción de forraje, e indirectamente por el atraso en la floración del cultivo. Al atrasar la fecha de espigazón y maduración, debería aumentar la probabilidad de enfermedades que prevalecen en épocas más tardías como las royas.

### **3.3 Densidad de siembra**

Según Carámbula (1982), la población deseada puede lograrse con diferentes combinaciones de métodos y densidades de siembra que permitan obtener una distribución apropiada de las plantas y alcanzar los mayores rendimientos. Para dar con la población óptima en cada situación será necesario considerar algunos factores clave. Entre estos deben citarse: la especie o variedad, la disponibilidad de fertilidad y humedad del suelo, el grado de enmalezamiento y la longevidad pretendida del mejoramiento. No obstante, la importancia de los factores antedichos, en muchos casos el tipo de maquinaria disponible prevalece para fijar circunstancialmente el método y densidad de siembra.

Con excepción de algunos casos específicos, la mayoría de las especies de gramíneas responden mejor al método de siembra en líneas distanciadas que al voleo. Este comportamiento ha sido observado tanto en gramíneas tropicales y subtropicales como en gramíneas templadas.

Las densidades de siembra deberán ser ajustadas teniendo en cuenta que los porcentajes de implantación de los mejoramientos son bajos cuando se comparan con los registrados en siembras convencionales. Se deberá aumentar la densidad en suelos pobres, tapices densos y coberturas al voleo. La densidad de siembra depende del tamaño de la semilla pero también de otros aspectos de gran incidencia. Aparentemente

la respuesta de las diferentes especies a las diferentes densidades depende de dos factores inherentes a las mismas: a) capacidad de macollaje y b) capacidad de autorraleo. Ambos caracteres pueden o no coexistir en la misma especie. El primer carácter permite realizar siembras con densidades relativamente bajas en especies de macollajes activos, por lo que se obtiene sin dificultad poblaciones adecuadas. El segundo carácter en contraposición al primero, permite instalar densidades altas, ya que al poseer las plantas un proceso de dominancia apical muy marcado se produce un porcentaje elevado de mortandad de macollos y tallos secundarios vegetativos y en consecuencia una disminución en la población total.

Donel et al. (1954), trabajando con gramíneas anuales, *Lolium multiflorum*, constato la importancia de las densidades de siembra y determino que si bien los máximos rendimientos en producción de forraje y semillas se alcanzaban a densidades moderadas, si se efectuaban siembras a densidades muy altas, los primeros se mantenían pero los segundos decrecían progresivamente.

Pritsch y Rosell (1979), también trabajando con *Lolium multiflorum* a tres densidades de siembra (10, 15 y 20 kg/há), observaron que el máximo potencial productivo se lograba con las densidades moderadas o intermedias. Si las siembras son densas la competencia es muy grande y esto se refleja en una mortandad apreciable de plantas y en un proceso de macollaje lento; contrariamente, si las siembras son ralas, el porcentaje de supervivencia es alto y las plántulas crecen vigorosamente.

Además de la especie y variedad, otras de las variables que influyen radicalmente sobre las densidades de siembra a ser utilizadas son la fertilidad y la capacidad de retención de agua en el suelo.

La población de plantas de un cultivo puede ser determinada a través de dos variables muy importantes: densidades de siembra y espaciamiento. Con respecto a densidad de siembra parecería que las plantas forrajeras poseen un alto potencial de ajuste de población y que bajo condiciones ambientales favorables para un buen establecimiento, es posible obtener buenos semilleros con densidades de siembra relativamente bajas. Cualquiera sea la densidad y el espaciamiento adoptado, la profundidad de siembra depende del tamaño de la semilla y de la textura del suelo. Las profundidades mayores corresponden a semillas grandes como Cebadilla y las menores a semillas pequeñas como Pasto lanudo (Carámbula, 1982).

En la intersemebra de especies en pasturas establecidas puede resultar conveniente emplear mayores densidades que en siembras convencionales, debido a condiciones menos favorables (Risso, 1990) ya sea enfermedades, condiciones climáticas o de manejo (Mc Koll, 1972).

Con respecto a la densidad de siembra del trigo, aumentos en esta y disminuciones en la distancia entre hileras, incrementan la producción de forraje, por lo

que mayores tasas de macollaje en bajas densidades, no compensarían totalmente las deficiencias iniciales de plantas para la producción temprana de forraje.

### **3.4 Fertilización**

#### **Dinámica de nutrientes**

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 (de 1 a 5cm de espesor) en la superficie de suelos minerales luego de varios años de manejo bajo cero laboreo.

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

El contenido de nitrógeno en gramíneas y leguminosas se incrementa durante los doce primeros días de crecimiento lo cual indica la capacidad de utilizar este nutriente tempranamente (La Paz et al., 1994).

Debido al efecto del cero laboreo en la temperatura del suelo, en EEUU normalmente se recomienda el uso de fertilizante P o N-P "starter" en bandas cerca de la semilla.

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

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 en el largo plazo a una mayor cantidad y continuidad de macroporos (poros realizados por mesofauna y canales dejados por raíces), 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).

Como es esperable debido a la mayor humedad, a la menor fluctuación de temperatura diaria, y a la mayor acumulación de residuos orgánicos en la superficie del

suelo, usualmente hay mayor actividad microbiana en superficie, normalmente también una mayor presencia de bacterias anaerobias lo cual resulta en menor potencial de oxidación y mayores pérdidas de  $\text{NO}_3$  por desnitrificación en suelos no laboreados (Linn y Doran, 1984).

Las pérdidas por volatilización de  $\text{NH}_3$  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.

La dosis de fertilizante nitrogenado a agregar a un cultivo debe determinarse en base a la diferencia existente entre lo requerido por el cultivo y lo suministrado por el suelo (Bordoli, 1997).

Las menores temperaturas del suelo tienden a retrasar la germinación, emergencia y crecimiento temprano de los cultivos en siembra directa. Esto indicaría que el fraccionamiento del fertilizante nitrogenado sería más importante en siembra directa para mejorar el uso del mismo al acompañar la disponibilidad de nitrógeno con los mayores requerimientos del cultivo.

En opinión de Bordoli (1997), la falta de incorporación de las aplicaciones en superficie de fertilizantes fosfatados y potásicos y de los residuos de los cultivos, junto con el ciclaje de nutrientes a través de la absorción de los cultivos desde capas más profundas del suelo, produce estratificación de estos nutrientes inmóviles en la superficie del mismo.

Existe preocupación de que la acumulación de P y K cerca de la superficie pueda resultar en menores disponibilidades para las plantas dada la mayor probabilidad de condiciones secas del suelo en superficie.

Otro problema asociado a esta estratificación de nutrientes inmóviles es la profundidad de muestreo de suelos para estimar disponibilidades de nutrientes. Se ha sugerido una profundidad de muestreo de 0 a 7,5 cm. como forma de no subestimar la disponibilidad para los cultivos.

Ismail et al., (1994), reportan un contenido de P disponible mayor bajo siembra directa comparado con laboreo convencional en los primeros 5 cm. de suelo. Como en no laboreo se agregan cantidades importantes de residuos en superficie, esto puede aumentar la biomasa microbiana y por lo tanto una mayor proporción del P del suelo es reciclado bajo formas orgánicas. Esto puede resultar en una mayor acumulación de P orgánico bajo no laboreo (Weil et al., 1988). Otra importante consideración respecto al no laboreo es que una proporción menor del P aplicado como fertilizante es convertido a formas no disponibles debido a que está concentrado en la superficie. El aumento en la disponibilidad del P en la superficie parece ser el resultado de varios factores: menor

mezclado del P del fertilizante con el suelo, mayor contenido de P orgánico y la posible saturación de lugares de adsorción de P (Shomberg et al., 1994), citado por J.Sawchik (1996). En condiciones de siembra directa no tendríamos situaciones de deficiencia de este nutriente, siendo diferente en condiciones de déficit hídrico.

Es conveniente aplicar la totalidad del fósforo que requiere el cultivo junto a la semilla, más lo que se puede fijar en el suelo. Este debe quedar localizado para favorecer la nutrición de las plantas y evitar mayores pérdidas por fijación (Crovetto, 1992).

De la información registrada, surge que cuando la fertilización se realiza en bandas (zapata, siembra directa etc.), y se coloca el fósforo junto a la semilla, es aconsejable el uso de fertilizantes como fosforita molida, para evitar efectos nocivos de los mismos sobre las semillas ubicadas en el surco (Echeverría et al., 1993).

La influencia efectiva del tipo de fertilizante fosfatado a usar, y el tipo de reacción con el suelo, dependerá de las características de las especies presentes en el tapiz y de las especies a sembrar, junto al tipo de suelo; se observa que las formas menos solubles se presentan más efectivas en suelos ácidos que en suelos alcalinos (Silcook, 1982).

La fertilización con fosfatos en pasturas que no han sido fertilizadas, según datos de La Estanzuela (CIAAB, 1973), requieren del empleo de dosis elevadas de fertilizantes. La fuente que mostró la mayor eficiencia en la zona de cristalino, fue con la utilización de Hiperfosfato.

La presencia de aluminio ( $Al^{+3}$ ) extractable o libre en los suelos cultivados origina una elevada fijación de los fosfatos solubles al agua, especialmente válido para los monocalcicos como fosfato de amonio, superfosfato triple y superfosfato normal. Los dos primeros poseen un 98% soluble al agua, mientras que el superfosfato normal un 32%. Por esta razón, este último presenta menos pérdidas de fósforo comparativamente en suelos ácidos (Crovetto, 1992).

### **Fertilización nitrogenada**

El fraccionamiento de la fertilización nitrogenada sería más importante en siembra directa debido a que las menores temperaturas del suelo tienden a retrasar la germinación, emergencia, y crecimiento temprano de los cultivos. La forma, fuente y momento de aplicación del fertilizante nitrogenado toma mayor relevancia al aumentarse las potenciales pérdidas por inmovilización de fertilizantes en superficie por los residuos, volatilización de amonio ( $NH_3$ ) y lixiviación de nitrato ( $NO_3$ ) (Bordoli, 1997).

Podría ser conveniente la aplicación de nitrato de amonio ( $NH_4 NO_3$ ), en vez de urea para reducir posibles pérdidas por volatilización de amonio, si el aumento en

eficiencia justifica el mayor costo de la unidad de nitrógeno proveniente de esta fuente (Bordoli, 1997).

La cantidad y tipo de nitrógeno a aplicar con la sembradora dependerá de varios factores como los que se indican: clase de suelo, acidez, cultivo a sembrar, clima y época de siembra. Todos tienen directa relación con las posibles pérdidas de nitrógeno por lixiviación y desnitrificación (Crovetto, 1992).

En cero laboreo existe la tendencia a la inmovilización del nitrógeno por la presencia de los rastrojos, además que no siempre se agregan las cantidades adecuadas a la siembra. También es importante considerar que las raíces del cultivo anterior (no leguminosas) en descomposición van a extraer nitrógeno que se ha aplicado con la sembradora en perjuicio de la disponibilidad de este nutriente para las plantas.

Los resultados en producción de materia seca en forraje de avena en siembra directa sobre campo natural, muestran una fuerte limitación de nitrógeno en el suelo. Esto posiblemente se deba en parte a la inmovilización de este nutriente por los microorganismos encargados de la descomposición vegetal, originado por el predominio de gramíneas con alta relación carbono/nitrógeno (J.Sawchik, 1996).

Una adecuada fertilización inicial de nitrógeno a los cultivos proporciona condiciones de mayor vigor inicial acortando su período de plántula y con ello superar problemas de bajas temperaturas, excesos de humedad, enfermedades y plagas de los cultivos (Crovetto, 1992).

Según Boletín de divulgación de INIA La Estanzuela, las curvas de producción de materia seca y de absorción de nitrógeno son de naturaleza sigmoide y revelan la acumulación extraordinaria que hace el cultivo de trigo de este nutriente hasta el encañado, como reserva para el crecimiento posterior. En el estadio de crecimiento de 2 nudos visibles el cultivo ha extraído la mitad del total del nitrógeno que absorbe durante todo el ciclo, mientras que solo ha producido un cuarto de la materia seca.

La fertilización nitrogenada es una variable de manejo que permite aumentar en forma significativa los rendimientos de materia seca y grano en el cultivo de trigo, aunque en general, su efecto en las características del cultivo es menor que el efecto de las defoliaciones.

El fraccionamiento de la fertilización nitrogenada es una medida necesaria para aumentar su eficiencia. Este criterio adquiere mayor importancia en siembras tempranas de trigo para pastoreo. El fertilizante aplicado a la siembra está expuesto durante más tiempo a pérdidas por lixiviación y desnitrificación debido a que el período que va desde la siembra hasta fin de macollaje se alarga.

Se obtiene mayor eficiencia en el uso del nitrógeno para producción de forraje en otoño que en invierno, debido a las mejores condiciones de crecimiento, dadas por mayores temperaturas. Por lo tanto para obtener una buena disponibilidad de forraje a inicio de invierno, es necesario tener un buen suministro de nitrógeno a la siembra. Las precipitaciones pueden disminuir la eficiencia del uso del nitrógeno por excesos o por deficiencia. Con estrés hídrico severo se han llegado a registrar respuestas tan pobres como 0,41 kg de MS/kg de nitrógeno.

Cuanto más tiempo se deja transcurrir entre la fertilización y el pastoreo, mayor es la eficiencia en el uso del nitrógeno, porque con el pastoreo se detiene el crecimiento y por lo tanto aumentan las chances de pérdida.

En la siembra en general, debido a las condiciones de nuestros suelos, no existe muchas veces un adecuado contacto semilla suelo y además si el suelo esta húmedo puede existir compactación lateral del surco. Esto dificulta el desarrollo radicular inicial y crea condiciones poco favorables para la absorción de nutrientes en estados jóvenes. Es importante la colocación del fertilizante por debajo de la semilla y el contacto de la misma con el suelo, como forma de mejorar el desarrollo inicial del cultivo (J.Sawchik, 1996).

Según experiencias realizadas por Bordoli (1997), no se detectaron diferencias entre las formas de aplicación de urea incorporada a la siembra y al macollaje; incorporada a la siembra y al voleo al macollaje; y al voleo a la siembra y al macollaje. No existieron interacciones entre fuentes (urea y nitrato de amonio) y forma de aplicación de urea con las dosis aplicadas.

Los resultados anteriores discrepan con algunos reportados en Brasil por Selet et al. (1997), que concluyen que la importante inmovilización microbiana del fertilizante nitrogenado aplicado en cobertura es la responsable de la menor disponibilidad de nitrógeno observada en cultivos en siembra directa y que esta puede evitarse aplicando el fertilizante 3 cm. por debajo de la superficie del suelo. Debido a esto deben seguir evaluándose los posibles beneficios del uso del nitrato de amonio (para evitar pérdidas por volatilización de amoníaco de la urea) o de la incorporación de la urea (para evitar pérdidas por inmovilización en los rastrojos superficiales, lixiviación por flujo preferencial y volatilización del amoníaco).

En lo que se refiere al nitrógeno, las cantidades de N disponible condicionan el éxito inicial en la instalación de las gramíneas. Para mejorar dicha situación se hace ineludible la presencia de cantidades adecuadas de este elemento, las que podrán ser aportadas por fertilizaciones iniciales efectuadas conjuntamente con la siembra o mediante la promoción de una mayor disponibilidad del nutriente a través de la siembra previa de leguminosas.

Los métodos de siembra y fertilización nitrogenada en surcos, para implantar gramíneas resultan ser ventajosos ya que permiten enfrentar sin dificultades la muy factible competencia por parte del tapiz nativo. Se deberá tener en cuenta que dosis mayores de 12 a 15 kg/há de N en el surco pueden causar problemas a las plántulas (Carámbula, 1997).

Haystead y Marriott (1979), sugieren que la utilización de dosis relativamente bajas de N (20 a 40 kg./há) aplicados al voleo como arranque en el momento de la siembra en cobertura podría no acelerar el crecimiento de las especies introducidas, siendo posible que dosis más altas (100 kg./há) aplicados cuando las plántulas se encuentren capacitadas para absorber rápidamente dicho nutriente lleven a un mayor efecto. Este comportamiento podría ser favorable cuando la aplicación se produce en el momento en que la mayoría de las especies del tapiz natural (normalmente de crecimiento estival) entran en receso con los primeros fríos.

Existen casos en la literatura donde se citan efectos perjudiciales del nitrógeno en siembras en cobertura. Roberts (1960), citado por Ferenczi et al. (1997), concluyó que en siembras en tapices dominados por gramíneas el uso del nitrógeno debe ser retrasado hasta que las plántulas estén suficientemente desarrolladas como para utilizarlo. Este efecto puede ser eliminado o reducido mediante la localización del fertilizante próximo a la semilla y/o mediante el control del tapiz. Por otra parte el nitrógeno, a su vez, interacciona con el fósforo y en este sentido Olson y Dreler (1956), encontraron que el fertilizante nitrogenado aumento el uso del fertilizante fosfatado en un 50%.

La fertilización preferentemente amónica ( $\text{NH}_4^+$ ), puede bajar el pH, debido a que los procesos de nitrificación generan iones hidrógeno ( $\text{H}^+$ ), que acidifican, convirtiéndose en la principal causa de la acidificación de los suelos (Crovetto, 1992).

En suelos levemente ácidos, neutros o alcalinos, humedad insuficiente, temperatura relativamente alta y especialmente aplicaciones superficiales, se pueden producir pérdidas importantes de nitrógeno por gasificación de amoníaco ( $\text{NH}_3$ ), el cual puede ser además fitotóxico. El amonio puede ser absorbido por las plantas en menores cantidades que el nitrato, no obstante que la mayor parte y por acción de los microorganismos nitrificantes, oxidan el amonio y lo transforman rápidamente en nitrato ( $\text{NO}_3$ ), agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ) y dos iones de hidrógeno ( $2\text{H}^+$ ). Este hidrógeno liberado es el responsable en gran medida de la acidificación de los suelos, además de la pérdida de bases o cationes tales como: Calcio ( $\text{Ca}^{++}$ ), Magnesio ( $\text{Mg}^{++}$ ), Potasio ( $\text{K}^+$ ), Sodio ( $\text{Na}^+$ ) y otros (Crovetto, 1992).

La fertilización en bandas junto a la semilla generalmente es útil, aunque hay que agregar que la concentración de un fertilizante como los amoniacales y los amónicos puede influir negativamente bajo ciertas condiciones de humedad y temperatura, y pueden llegar a ser tóxicos para las semillas y plantas en germinación.

En Chequen (Rep. Argentina), la aplicación de 150 kg/há de urea en siembra de avena de invierno (mayo) la afectó fuertemente. La causa fue probablemente el desprendimiento de gases amoniacales durante los procesos de transformación de la urea.

R.D.Meyer, R.A.Olson y H.F.Rhoades, del Departamento de Agronomía de la Universidad de Nebraska, citados por Thorup (1984), citado por Crovetto (1992), expresan que la urea debe ser incorporada al suelo para asegurar su máxima eficiencia o en su defecto debe existir lluvia o riego inmediatamente después de su aplicación superficial.

Lewis B.Nelson, citado por Thorup (1984), citado por Crovetto (1992), afirma que nunca se debería aplicar urea en la superficie del suelo sin una inmediata incorporación de esta.

Debido a los problemas, a que el uso de la urea conlleva cuando es aplicada al voleo en superficie sin incorporación, los especialistas recomiendan sustituirla por nitrato de amonio o preferentemente nitrato de amonio cálcico (Thorup, 1984; citado por Crovetto, 1992), para así evitar el uso de fertilizantes que contribuyan a la acidificación de los suelos, reemplazándolos por aquellos que tengan reacción neutra o ligeramente alcalina.

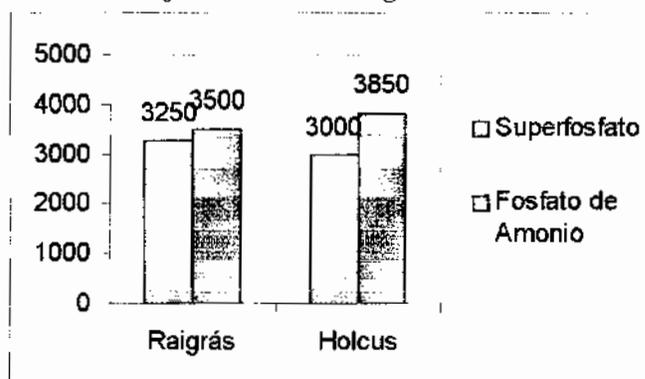
Con respecto a la época de aplicación, la fertilización con fósforo y nitrógeno, se recomienda realizarla en otoño, de manera de hacerla con anticipación para asegurar su presencia al comienzo de la estación de crecimiento, y suficientemente tarde para evitar la competencia de las gramíneas de crecimiento estival (CIAAB, 1974; Carámbula, 1977).

De nada sirve el mejor acondicionamiento del tapiz ni el método más apropiado en siembra, ni las densidades más adecuadas, si el nivel nutritivo del suelo es incorrecto.

En las pasturas naturales no ocurre la alta mineralización de la materia orgánica que logra un laboreo, en donde se liberan cantidades apreciables de nutrientes. La incorporación de la materia orgánica se procesa lentamente a través del reciclaje mediante la descomposición de los restos secos de las plantas (parte aérea y raíz) y de las deyecciones de los animales (Zamalvide, 1997). Este hecho constituye una limitante para la implantación de nuevas especies.

Bermúdez et al. (1996), han demostrado que aun en mejoramientos de Lotus de tres años la inclusión de gramíneas responde a la presencia de fertilizantes binarios (NP).

**Figura 3. Efectos de la fertilización inicial y refertilización con diferentes nutrientes sobre la producción de forraje de diferentes gramíneas en dos años consecutivos.**



Fuente: Bermúdez et al., 1996.

Si posteriormente a la siembra de los mejoramientos extensivos se logra incrementar la cantidad y calidad de forraje, la cantidad de materia seca devuelta al suelo se elevará progresivamente y será más rica en nutrientes, lo cual permitirá el desarrollo de una masa microbiana mayor que supone una mejor tasa de mineralización y liberación de nutrientes para las plantas (Zamalvide, 1997).

La aplicación de dosis moderadas de N para favorecer la implantación de las leguminosas ha sido sugerida por algunos autores quienes sostienen que dicho efecto se lograría a través de un mayor crecimiento inicial de las radículas, lo cual promoverá la presencia de un mayor número de sitios disponibles para la nodulación (Vallis, 1978).

Hallsworth (1958), apoyando lo anterior, lo explicó por un aumento del área foliar, lo cual promueve a su vez un aumento en la disponibilidad de metabolitos hacia los nódulos.

Carámbula (1997), observó que el agregado de dosis bajas de N en el momento de la siembra no afectaba el número de nódulos, ni el rendimiento de materia seca del trébol subterráneo sembrado en cuatro suelos contrastantes.

La presencia libre de este nutriente resultará también beneficiosa para que las leguminosas enfrenten una posible deficiencia del mismo como consecuencia de retrasos en el proceso de nodulación temprana por bajas temperaturas o baja población de risobios por semilla.

Es importante destacar que la aplicación de fertilizante nitrogenado a la siembra, beneficia el establecimiento de las gramíneas y puede ser de importancia para las leguminosas durante los primeros momentos de desarrollo en condiciones de baja temperatura y poca nodulación (Mc Williams et al, 1970).

Sin embargo altas dosis de N podrán afectar la implantación de leguminosas al interferir en el proceso de nodulación y promover un mayor efecto competitivo por parte de las gramíneas presentes en el tapiz (Carámbula, 1997).

Vallis (1978), ha demostrado que las leguminosas pueden sufrir competencia por dicho nutriente en las primeras etapas de su desarrollo cuando la nodulación aun es inefectiva.

No se debe olvidar que normalmente las pasturas naturales presentan cantidades muy limitadas de N y por lo tanto las gramíneas introducidas son las especies mas afectadas.

Si se siembran gramíneas sin el aporte de N se producirá de todas maneras una dominancia notable por parte de la leguminosa, ya que sólo ciertas especies adaptadas a tenores relativamente bajos de este nutriente como *Holcus* (*Holcus Lanatus*) y *Dactylis* (*Dactylis Glomerata*) podrían mantenerse activas.

Dado que en los mejoramientos el N es ubicado superficialmente, su eficiencia sobre el crecimiento de las plántulas puede perderse, al menos en parte, no solamente debido al lavado por lluvias sino también a volatilización en forma de amoníaco por la ocurrencia de altas temperaturas y rocíos (Carámbula, 1997).

En este sentido, el N cedido por las leguminosas se presentaría como más eficiente al ser más independiente de las condiciones ambientales que el agregado en forma de fertilizante. En esta ultima situación la ocurrencia de bajas temperaturas o en condiciones de escasa humedad la absorción podría ser casi nula.

Rosengurtt (1977), señala que en el ecosistema campestre es preferible nitrogenar el suelo por medio de leguminosas adecuadas, en lugar de aplicar fertilizantes nitrogenados que pueden estimular sorpresivamente a las malezas, además de ser más caras.

**Figura 4. Respuestas diferentes por parte de gramíneas introducidas, al agregado de N.**



Fuente: Ayala y Carámbula, 1992.

La transferencia de nitrógeno de las leguminosas hacia las gramíneas se concreta como consecuencia de la muerte y descomposición de su parte aérea, raíces y nódulos, aspecto que normalmente aparece como el cambio ecológico más importante que se produce en los suelos, debido a la introducción de estas especies en el tapiz natural (Carámbula, 1997).

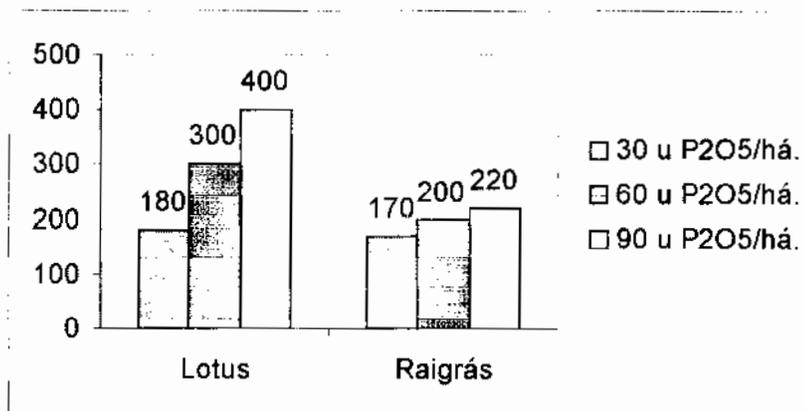
De acuerdo con Gracia et al. (1994); citado por Carámbula (1997), el nitrógeno fijado por diferentes leguminosas en un período dado de tiempo dependerá mucho más de su producción total de forraje y de la distribución estacional del mismo, que de las diferencias inherentes en parámetros simbióticos. En tal sentido, en su estudio los resultados demostraron que teniendo en cuenta el total de forraje producido en el año, puede considerarse que por cada tonelada de materia seca de leguminosa se fijan en promedio 30 kg. de nitrógeno y que con la excepción del verano y principios de otoño las leguminosas obtienen alrededor del 90% del nitrógeno de la atmósfera.

Cuando la introducción del verdeo invernal se realiza sobre suelos de alta fertilidad o promocionados previamente con la siembra de leguminosas, el nitrógeno logrado por fijación simbiótica permitirá asegurar en gran parte un buen desarrollo de las gramíneas, utilizando volúmenes menores de nitrógeno como fertilizante y un mejor equilibrio entre especies (Carámbula, 1997).

### Fertilización fosfatada

El establecimiento de las leguminosas se ve notablemente favorecido por la fertilización fosfatada. El género Lotus muestra una gran eficiencia en la utilización de este nutriente aun a bajas concentraciones (Caradus, 1980). No obstante, Carámbula et al. (1994), observaron que las respuestas mayores fueron registradas cuando la fertilización inicial paso de 30 a 60 kg./ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

**Figura 5. Producción de forraje al primer corte, de dos especies, con distintas dosis de fertilización.**



Fuente: Carámbula et al., 1994.

Se detecta un comportamiento diferencial entre el Lotus (leguminosa) y Raigrás (gramínea). Las primeras manifiestan respuestas positivas a niveles crecientes de fertilización fosfatada inicial, las segundas no registran incrementos en producción de forraje a niveles de fertilización superior a 30 kg./ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Las gramíneas compiten mejor que las leguminosas por el fósforo, por lo cual estas últimas podrían sufrir su deficiencia aun a niveles aceptables para las primeras.

Se debe recordar también que existe una interacción importante entre la fecha de siembra y la dosis inicial de fósforo, por lo cual la eficiencia de este nutriente se hace menor a medida que aquella se atrasa.

Para mantener una buena población de leguminosas en el tapiz es más importante realizar refertilizaciones, que aplicar dosis altas de fósforo iniciales. En general, se puede sugerir que la aplicación de fósforo, para el género Lotus, los niveles iniciales no deberían ser superiores a 40 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha con refertilizaciones anuales de 30 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha.

Con respecto a la ubicación del fósforo en la instalación de siembras en el tapiz, se hacen menores los procesos de fijación e inmovilización al encontrarse el P concentrado en superficie. Estas condiciones favorecen el crecimiento inicial de la leguminosa (Carámbula, 1997).

### **3.5 Manejo del pastoreo**

Quizás el factor más relevante, o de mayor efecto en la producción sea el manejo de la defoliación: momento, frecuencia (intervalo entre cortes), intensidad o severidad (altura) de pastoreo.

La producción total de forraje cosechado aumenta con: 1) mayores intervalos entre pastoreos; 2) por mayor número de pastoreos; 3) menores intensidades de pastoreo.

La defoliación paraliza el crecimiento, las raíces dejan de crecer por aproximadamente 15 días y disminuyen su peso. Cuanto mas severo es el corte más lenta es la recuperación.

El rebrote se realiza a expensas de las reservas de carbohidratos que se encuentran generalmente en los entrenudos basales y en la base de las vainas de las hojas y de las plantas.

Cuanto mayor sea la severidad de la defoliación mayor deberá ser el intervalo entre pastoreos, pues el cultivo requerirá mayor periodo para recomenzar su crecimiento.

El retraso en el pastoreo también enlentece el rebrote, ya que el área foliar remanente va a estar constituida por material muerto y en senescencia debido a la gran acumulación de materia seca con poca actividad fotosintética. Con respecto a la severidad se han registrado reducciones de hasta 50 % en pastoreos severos con respecto a moderados.

La defoliación afecta de modo variable el macollaje pues este depende de diversos factores ambientales y de manejo. El macollaje tiende a aumentar más en defoliaciones tempranas que en tardías.

De acuerdo con Balph y Malecheck (1985), citado por Carámbula (1997), el ganado en pastoreo afecta las comunidades de plantas de varias maneras interrelacionadas, incluyendo defoliación, remoción y redistribución de nutrientes a través de las deyecciones e impactos mecánicos por pisoteo sobre el suelo y el material vegetal.

La defoliación por pastoreo es de las formas más simples de reducir el área foliar lo cual a su vez afecta el nivel de reservas, el proceso de macollaje, la velocidad de

aparición de hojas y el crecimiento de las raíces. La defoliación por pastoreo también afecta la interrelación entre las especies debido a diferencias en selectividad y en el ritmo de crecimiento de las diferentes forrajeras que constituyen una pastura (Harris, 1978).

La defoliación conjuntamente con la selectividad propia del pastoreo y el retorno desigual de nutrientes a la pastura ejercen efectos importantes sobre la competencia entre especies y la composición de la pastura (Pearson e Ison, 1994; citados por Carámbula, 1997).

El pastoreo puede hacer variar no sólo la productividad sino también la composición botánica de la pastura (Harris, 1978; Gillingham, 1980; citados por Carámbula, 1997).

De acuerdo con Snaydon (1981), citado por Carámbula, (1997), el efecto más importante del pastoreo en la composición botánica es en la relación gramínea-leguminosa. Así los pastoreos frecuentes favorecen la proporción de leguminosas bajas y estoloníferas en detrimento de las erectas, y Wickevy (1981), demostró que mientras manejos aliviados favorecen a las gramíneas de porte erecto, manejos intensos promueven a las especies postradas. Por su parte Carámbula (1977), expresa que las especies menos sensibles a una defoliación son las que presentan una mayor área foliar remanente de alta eficiencia fotosintética luego del pastoreo.

### **3.6 Tecnología de la maquinaria de siembra directa**

De acuerdo con Hyder et al (1961) y Range Seeding Equipment Commitle (1965), citados por Vallentine (1989), citado por Carámbula (1997), las siguientes características son consideradas ideales para máquinas de siembra directa en el campo:

- \_ Habilidad para contrarrestar condiciones adversas de suelo (piedras, rocas, malezas arbustivas) con el mínimo de mantenimiento y rotura.
- \_ Cajones separados para semillas grandes, semillas chicas y fertilizantes.
- \_ Agitador en los cajones para prevenir obstrucciones, y fondo de los cajones redondeados para facilitar el trabajo.
- \_ Alimentadores forzados y no por gravedad.
- \_ Distribución adecuada de las semillas en los cajones aun frente a desniveles o pendientes pronunciadas.
- \_ Mecanismos para fijar rápidamente y en forma confiable las densidades de siembra.
- \_ Equipo eficiente de apertura del suelo con reguladores de profundidad.
- \_ Flexibilidad individual de los abresurcos que se ajusten a las irregularidades del terreno.

Existe una amplia gama de diseños de máquinas sembradoras que interaccionan con el tipo de suelo y factores climáticos, produciendo diversos grados y formas de

perturbación del suelo alrededor de la semilla (Baker y Mai, 1982, Tessier et al, 1991, Ward et al, 1991, citados por Martino, 1994).

El funcionamiento se basa normalmente en un corte que realiza un disco frontal seguido de dos discos que simultáneamente siembran y fertilizan. Estos se introducen linealmente en el surco que ha hecho el disco frontal, el cual corta rastrojos y raíces formando así una angosta cama de semillas que facilita el desarrollo radicular y vegetativo de las plantas (Crovetto, 1992).

Los tipos de cuchillas cortadoras, abresurcos y ruedas compactadoras son importantes en la determinación de la profundidad de siembra, la distribución de la semilla, el contacto semilla-suelo, la compactación del suelo alrededor de la semilla y la forma de la línea de siembra, entre otros efectos (Ihouhary y Baker, 1981, Ward et al, 1991, citados por Martino, 1994).

### **Mecanismos abresurcos**

Con esta denominación, Quincke et al (1997), se refiere al conjunto de elementos del tren de siembra que tienen por finalidad abrir un surco en la tierra para que en él quede colocado el fertilizante y/o la semilla.

Los abresurcos de discos ruedan sobre el suelo y penetran en el mismo por presión (proveniente del peso de la máquina) y el filo de los mismos, realizando un corte con el avance de la sembradora. A fin de que la semilla y el fertilizante puedan caer hasta el fondo del mismo, los discos deben abrir el surco, desplazando levemente el suelo para los costados.

Según como estén dispuestos los discos para realizar el trabajo, se pueden distinguir los siguientes diseños:

\_ Triple disco: Una cuchilla delantera va realizando el corte de los residuos y del suelo, mientras que detrás se encuentran alineados un par de discos en forma de "V" los cuales van abriendo el surco para la semilla y el fertilizante.

\_ Doble disco desfasado: El par de discos en "V" ha sido dispuesto con cierto desfasaje, de manera que el primero de ambos también cumple la función de la cuchilla cortadora, pudiéndose suprimir esta última.

\_ Monodisco: Consiste en una única cuchilla dispuesta con un pequeño ángulo respecto a la dirección de avance y también con respecto a la vertical. Detrás de este disco se ubica la bota sembradora, la que mantiene el surco abierto mientras caen la semilla y el fertilizante. El trabajo es completado además con una pequeña rueda que aprieta la semilla contra el fondo del surco, antes de que este sea cerrado.

En general se coincide en que las máquinas de discos, y dentro de ellas las de disco desfasado y las de monodisco, son las que producen la menor perturbación del suelo, cualidad que resulta ventajosa.

Los abresurcos de puntas, púas o zapatas penetran en el suelo básicamente por succión, y en la misma reja surcadora están dispuestos los tubos que conducen la semilla y el fertilizante. La baja presión de zafe (la protección contra ruptura) conspira contra una buena profundidad de siembra.

En ciertas condiciones especiales, el mayor movimiento de suelo que realizan las sembradoras de puntas puede resultar en una ventaja; cuando el suelo se encuentra muy húmedo y está muy frío, la germinación mejora considerablemente, ya que dicho movimiento acelera el aumento de temperatura del suelo y mejora su aireación.

Bajo condiciones de abundantes rastrojo es necesario que estas máquinas de puntas cuenten con discos cortadores de residuos, de lo contrario las puntas tenderán a arrastrar y acumular el rastrojo.

Según Crovetto (1992), el disco frontal puede ser liso, dentado, rizado y ondulado. El disco rizado se usa básicamente en sembradoras para granos finos (p.ej. trigo). El disco ondulado remueve un área mayor de suelo y el fabricante lo recomienda en siembras de grano grueso (p.ej. maíz). El disco liso es poco común en sembradoras cero labranza equipadas con discos triples: uno cortador frontal y los otros dos conforman el conjunto sembrador abonador. El uso del disco dentado, diseñado en Chequen, ha comprobado tener una mayor capacidad de penetración que los otros modelos y está especialmente indicado en siembras sobre rastrojos densos como maíz, trigo, lupino. Con respecto a los discos cortadores frontales, se ha encontrado que los lisos dentados son más eficientes que los rizados y ondulados.

Ciertos fabricantes proveen sus sembradoras sin el disco cortador, el cual ha sido reemplazado por un juego de discos dobles descentrados dispuestos en forma de "v": con este sistema, un disco va más adelante que otro, lográndose así un mejor corte y penetración.

El juego de dos discos dobles por unidad sembradora permite colocar el abono en surco aparte de la semilla, lo que es una notable ventaja cuando se usan fertilizantes amónicos en siembras con alta humedad y temperatura sobre 15°C, puesto que en estas condiciones, si la semilla queda junto al fertilizante, pueden haber pérdidas por fitotoxicidad.

Algunos fabricantes de sembradoras cero labranza, han diseñado un modelo de discos descentrados dentados, los cuales tienen buena capacidad de penetración en suelos más duros que reemplazan eficientemente al disco cortador frontal. También se

fabrican sembradoras con un sólo disco por unidad sembradora, el cual corta los rastrojos, raíces, profundiza lo suficiente, y además siembra y fertiliza. El disco es de mayor tamaño (45 cm.), y está dispuesto en un ángulo de 7°, característica que le permite cortar y a la vez tapar la semilla. Este diseño es adecuado en suelos livianos y débilmente estructurados.

Martino (1994), señala que el diseño de abresurcos de triple disco (el más común en el país) posee las siguientes limitaciones: a) los discos compactan las paredes laterales de la línea de siembra. b) pobre contacto semilla-suelo. c) en rastrojos densos los discos tienden a empujar los residuos vegetales dentro del surco. d) en suelos con alto contenido de arcilla y en condiciones húmedas los surcos de siembra tienden a permanecer abiertos. e) el fertilizante es colocado en contacto con la semilla lo cual puede causar problemas de toxicidad.

Los nuevos diseños de doble disco desencontrado y el uso de ruedas tapadoras de hierro fundido han contribuido a reducir los problemas de enterrado de residuos en el surco y cierre del mismo (García F, com. pers., 1996).

### **Control de profundidad**

La profundidad máxima a la que puede llegar cualquier tren de siembra de discos está dada por la presión que se logre transmitir sobre cada cuerpo de siembra. Esto se regula en la mayoría de las máquinas con el control hidráulico de profundidad, lo que determina que si en la chacra hay partes más duras que otras, lo cual generalmente ocurre, la profundidad de siembra podría ser muy despareja. Para ello existen los limitadores de profundidad, los cuales tienen por objeto determinar en forma independiente el máximo de penetración de cada cuerpo de siembra. Se pretende copiar el terreno.

En opinión de Crovetto (1992), las sembradoras deben poseer un sistema que les permita ubicar las semillas a una profundidad controlada de acuerdo a su tamaño y ser capaces de seguir el microrrelieve del terreno. Generalmente las sembradoras más tradicionales se comercializan con bandas de control de profundidad entre 25 y 45 mm.

Ruedas "compactadoras" o "tapadoras" de surco: no sólo es importante que la semilla quede cubierta por el suelo, sino que además debe quedar apretada en el suelo; o sea se debe cerrar el surco y la tierra que se soltó debe ser compactada nuevamente en el mismo, a fin de asegurar un buen contacto semilla suelo.

Se han difundido mucho las ruedas compactadoras de hierro, que trabajan con peso y presión sobre el borde del surco y desmoronan una de las paredes, dejando la semilla bien tapada y apretada.

Las ruedas de compactación son útiles en suelos de textura liviana (franco arenosos o limosos), con los que se logra un mejor contacto de la semilla con el suelo, favoreciendo su germinación. En suelos de textura fina pueden no ser necesarias las ruedas de compactación mencionadas.

Se puede distinguir dos tipos de sembradoras de labranza cero: a) acoplables al sistema de tres puntos de levante hidráulico del tractor. b) acoplables a la barra de tiro del tractor. Las primeras son eficientes en suelos planos. Las sembradoras acoplables a la barra de tiro del tractor poseen cilindros hidráulicos que permiten subir o bajar la máquina o los cuerpos sembradores, lo que los independiza de sus movimientos con el tractor, permitiendo así una mejor adaptación a topografías accidentadas.

#### **4 ROL DE LA SIEMBRA DIRECTA EN PREDIOS AGRICOLAS-GANADEROS**

Por diversos motivos, la siembra directa, se ha ido adoptando en los sistemas productivos, incluyendo los agrícolas ganaderos.

En opinión de García F (1998), la creciente adopción de este sistema de siembra directa se basa en:

- 1) Graves problemas de erosión y sustentabilidad de la producción, en sistemas bajo agricultura continua y suelos con alta pendiente, en suelos livianos, y en suelos con problemas de estructura.
- 2) Fuerte reducción en costos de herbicidas, tras el vencimiento de la patente del glifosato y el consiguiente aumento de la competencia entre compañías.
- 3) Disponibilidad de mayor tecnología en equipos, tanto en el caso de las pulverizadoras, como en el caso de la diversidad de oferta de sembradoras, con diferentes sistemas de abresurcos, colocación y distribución de semillas y fertilizantes.
- 4) Mayor eficiencia en el uso del agua del suelo.
- 5) Menor capital invertido en maquinaria comparado con un equipo convencional.

La siembra directa ofrece posibilidades para la mejora productiva de los establecimientos de producción animal. Entre las ventajas se destacan las siguientes;

- 1) Incrementar la oferta forrajera sembrando, tanto cultivos forrajeros como pasturas perennes, en 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 de exceso de agua, sin comprometer seriamente la 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 más frecuente y es imprescindible su 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.

#### **4.1 Aspectos básicos del comportamiento del suelo bajo Siembra Directa**

La mayoría de los cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas que ocurren en los nuevos sistemas de siembra directa, en relación al laboreo convencional, tienen su origen en la presencia de importantes cantidades de residuos sobre la superficie del suelo.

La intercepción de las gotas de lluvia y la disipación de su energía cinética por la cobertura del suelo con residuos, junto con la reducción del escurrimiento superficial, conforman los efectos más importantes del no laboreo y el laboreo reducido en términos de conservación de suelos (García F, 1999).

Además del efecto de la cobertura vegetal, el no laborear el suelo también contribuye a disminuir la erosión (Blevins y Fyre, 1993).

De diversos estudios se desprende que la siembra directa elimina prácticamente la erosión (85-100% respecto al laboreo convencional), cuando comparamos el sistema de siembra directa contra el sistema de laboreo convencional (Sawchik y Quintana citados por García F, 1992; García y Clerici, 1996; Terra y García; citados por García F, 1998).

#### **Efecto de la temperatura**

Cuanto mayor sea el volumen ocupado por aire en el suelo (menor compactación y/o contenido de agua), menor es su calor específico (requiere ganar menos energía para calentarse) y menor la transmisión del calor recibido desde la superficie a la profundidad durante el día y desde la profundidad a la superficie durante la noche.

Lo opuesto es cierto; si el suelo tiene alto contenido de agua o está más compactado, tiene más calor específico y conductividad térmica.

A pesar de que el suelo bajo residuos recibe menor calor durante el día, pierde menor calor durante la noche y mantiene mayor temperatura. Pero el aire en contacto con un suelo cubierto de residuos recibe menor calor de aquel. Esto explica una

observación común, que las heladas son más intensas en suelos con siembra directa (García F, 1999).

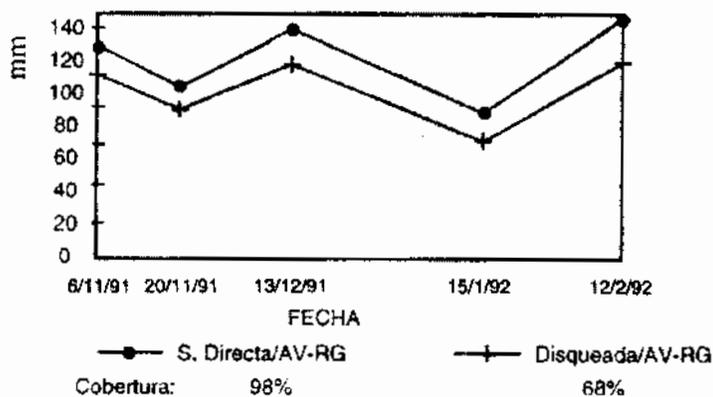
Se observa la disminución de la amplitud térmica (diferencia entre máxima y mínima) del suelo cubierto por residuos frente al descubierto. Las temperaturas máximas son menores y las mínimas son mayores en el suelo cubierto.

También se observa que la temperatura del suelo no compactado es siempre superior que la del compactado. La presencia del residuo amplía algo esta diferencia.

### Régimen hídrico

Los suelos bajo cobertura vegetal muerta mantienen mayores contenidos de agua que los suelos sin dicha cobertura (García F, 1999).

**Figura 6. Evolución del contenido de agua en los primeros 70 cm. del suelo.**



Fuente: Perez Gomar y García, 1993

Un suelo cubierto por residuos pierde menos agua por evaporación que el mismo suelo descubierto. Esto explica la tendencia del suelo bajo residuos a tener mayor contenido de agua que el suelo descubierto, por el lado de las pérdidas del sistema. Por el lado de las ganancias, es frecuente encontrar en la literatura que los suelos cubiertos por residuos vegetales tienen una mayor relación infiltración/escurrimiento que los suelos descubiertos (Griffith et al, 1986); los suelos bajo sistemas de laboreo conservacionista tienen mayor relación infiltración/escurrimiento que los suelos bajo sistemas de laboreo más convencionales.

García F (1999), opina que es importante indicar que en comparación con el laboreo convencional, los sistemas de laboreo conservacionista se equilibran en

contenidos de materia orgánica más altos. Además de los efectos positivos sobre el desarrollo de la estructura, es sabido que la materia orgánica aumenta la capacidad del suelo de retener agua en el rango disponible para las plantas.

Por lo tanto, menor evaporación y mayor infiltración explican la mayor cantidad de agua en el suelo bajo sistemas de laboreo conservacionista, en particular siembra directa, de la cual una mayor proporción está retenida en el rango de disponibilidad para las plantas. Esto es particularmente beneficioso durante períodos de déficit en el balance hídrico del suelo, pero suele ser también un inconveniente en los períodos de exceso.

### **Compactación**

Diversos estudios han demostrado, que en situaciones bajo siembra directa, en los horizontes superficiales, la resistencia a la penetración es mayor, con lo que se tendrían mejores condiciones para realizar trabajos como puede ser la siembra en fecha de cultivos, así como también la cosecha de los mismos, o sea se tendría mayor posibilidad de pasaje de maquinarias sin tener problemas mayores (Pérez Gomar, 1993; Pérez Gomar et al, 1996 y 1997; Amarante et al, 1996 y 1997; García et al, 1996 y 1997; Terra y García, 1997).

También se puede observar una mayor posibilidad de pastoreos, lográndose una mejor utilización de los cultivos.

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.

Es bien conocido que el uso del laboreo conduce a mediano plazo a un deterioro de la estructura y a la densitrificación o compactación del suelo (García, 1992). Lo anterior junto con la erosión, la pérdida de materia orgánica y de la capacidad de suministro de nitrógeno, conforman la degradación del suelo, que no hace sustentable la agricultura continua con laboreo convencional (Díaz, 1992, García, 1992).

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, pero que los valores se emparejan nuevamente luego de la cosecha. También se muestra, cuando los sistemas tienen algunos años de establecidos, que la cantidad de bioporos (macroporos originados por acción biológica), es muy superior bajo siembra directa.

## **Disponibilidad de Nitrógeno**

El suelo en condiciones de siembra directa tiende a estar más húmedo, más frío, menos aireado y más ácido (Blevins y Frye, 1993). La materia orgánica se descompone más lentamente, disminuyendo la tasa de mineralización del nitrógeno (Daran, 1980, citado por Blevins y Frye, 1993) señalo que la biomasa microbiana es mayor bajo siembra directa que bajo laboreo convencional, pero también mas anaeróbica. Estos autores señalan que el resultado esperado es menor mineralización, nitrificación y mayores inmovilización y desnitrificación. Bajo siembra directa el nitrógeno tiende a permanecer más como  $\text{NH}_4^+$ , una forma retenida en las posiciones de intercambio catiónico, menos susceptible a ser lixiviada que el  $\text{NO}_3^-$ ; pero por otro lado se incrementa el peligro de pérdidas por desnitrificación.

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

Estos mismos autores, Blevins y Frye citados por García (1998), señalan que la materia orgánica de una leguminosa, puede así actuar como un fertilizante nitrogenado, de liberación lenta.

Como la materia orgánica es mayor bajo siembra directa, aunque la tasa de mineralización es menor, igual se pueden alcanzar buenos niveles de N disponible (García F, 1998). Para que ocurra esto, el sistema de siembra directa debe haberse equilibrado.

Con respecto a la degradación del suelo, se ha visto que en chacras bajo el sistema de siembra directa, el contenido de materia orgánica aumenta. Además se presenta una mayor actividad biológica, modificando la porosidad y modificando el movimiento del agua en el suelo, aumentando su infiltración y su pasaje a través del suelo, y disminuyendo su escurrimiento superficial.

### **4.2 Ventajas de la Siembra Directa**

1) En opinión de Laco, 1995, las ventajas de la siembra directa serían: un mejor aprovechamiento del recurso suelo; a) en el caso de sistemas agrícolas, al no tener períodos de laboreo podemos realizar mayor cantidad de cultivos por año o en el caso de pasturas usarlas durante más tiempo. b) mayor área de siembra por potrero: al realizar el laboreo químico, se siembra todo el potrero, eliminando desagües, curvas de nivel, terrazas o desperdicios, en definitiva se agranda el campo. c) incorporación de nuevas áreas agrícolas: al no mover, los campos sin aptitud agrícola con problemas de profundidad y topografía (excesivas pendientes) pueden mediante la siembra directa de

cultivos o pasturas, entrar en un proceso de mejora obteniéndose mayores producciones a consecuencia de una tecnificación e intensificación de la explotación.

2) Una mejor utilización de las pasturas en la etapa pastoril como consecuencia de tener siempre " piso ".

Esto es válido tanto para verdes anuales como para praderas permanentes, debido a que hay una mayor infiltración del agua dentro del perfil del suelo y a que el mismo no fue movido.

De esta manera también evitamos trastornos nutricionales en la dieta de los animales de engorde y leche producidos por lluvias o temporales.

3) Mayores oportunidades de siembra, al no mover tierra, hay más posibilidad de sembrar en fecha óptima.

4) Se provoca una reducción en los tiempos operativos: el laboreo tradicional es sustituido por una aplicación de herbicidas y la siembra, y por lo tanto una vida útil mucho mayor de los tractores.

**Cuadro 8. Tiempo efectivo en Horas Tractor / há. sembrada, en trigo.**

	Horas	
	Laboreo Convencional	Siembra Directa
<b>Laboreo Mecánico</b>	3.8	0
<b>Refertilización</b>	0.2	0.4
<b>Corte</b>	0	0.25
<b>Barbecho Químico</b>	0	0.28
<b>Control Pos Siembra</b>	0.28	0.28
<b>Siembra</b>	1.2	1.5
<b>TOTAL</b>	5.48	2.71

Fuente: Laco y Thompson, 1995.

De acuerdo a los datos presentados en el 1º Seminario Internacional del Sistema de Plantío Directo (Passo Fundo, Agosto, 1995), la demanda de combustible en las zonas donde se realiza la siembra directa se ha reducido en un 74 %, así como de repuestos en un 63 %.

5) Menor inversión en maquinaria, como consecuencia del punto anterior, se necesitan menos HP/há.

En el caso de Brasil: 58 % del total de tractores actual para realizar la misma área (Luis Gentil, Brasil, 1995).

El equipo agrícola se reduce al tractor, sembradora, pulverizadora y pastera.

6) Mejora la fertilidad de los suelos: al dejar los rastrojos o restos muertos sobre el suelo aumenta la materia orgánica y la vida del mismo (lombrices, insectos, etc).

7) Eliminación o reducción de la erosión.

8) Mayor contenido de agua en el suelo.

9) Nuevas posibilidades de mejoramientos forrajeros y renovaciones de pasturas con la máquina de siembra directa y los herbicidas (Laco et al., 1995).

#### **4.3 Desventajas de la Siembra Directa**

1) Control de enfermedades: al dejar los rastrojos en superficie hay mayor riesgo de enfermedades de hongos por lo que se hace esencial la rotación de especies en los sistemas agrícolas para cortar el ciclo de las enfermedades. Además se incrementa la probabilidad de generar fitotoxicidades.

2) Menor disponibilidad de Nitrógeno en el suelo, al no mover la tierra, baja la mineralización de la materia orgánica y por lo tanto baja la disponibilidad de nitratos en el suelo, debiendo aumentar la dosis de nitrógeno.

3) Menor temperatura del suelo, por lo cual en general es conveniente adelantar la fecha de siembra de especies de crecimiento otoño-invierno-primaveral, y atrasar la fecha de siembra de las especies de crecimiento estival.

4) Compactación del suelo, aunque este problema no se soluciona, sino que se incrementa con el laboreo convencional.

5) El control de las malezas depende del uso de herbicidas.

6) Menor producción de materia seca, aunque el aprovechamiento de esta por parte de los animales es mayor.

7) Los costos del cultivo manejados en siembra directa con respecto a laboreo convencional son iguales o inferiores. Es importante considerar que hay una mayor concentración en los gastos, fundamentalmente herbicidas, que repercute en problemas financieros puntuales.

Hay un cambio en la composición de los insumos, se sustituyen los gastos de personal, combustible, lubricantes, reparaciones y depreciación de maquinaria por un uso mucho mayor de herbicidas y fertilizantes nitrogenados (Laco et al., 1995).

## 5 ANTECEDENTES SOBRE LOTUS EL RINCON

### 5.1 Productividad de los mejoramientos sobre cristalino

El Lotus *subbiflorus* cultivar El Rincón se adapta muy bien a los mejoramientos en suelos sobre cristalino. Esta especie hace un aporte de forraje muy importante, lográndose en algunas experiencias triplicar la producción del campo natural (Gaggero, C; Risso, D; 1995).

**Cuadro 9. Producción estacional y anual de las distintas pasturas expresados en MS kg/há y como porcentajes.**

Tipo de pastura	Primavera		Verano		Otoño		Invierno		Anual	
	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%	Total	%
CN (1)	1225	35	1155	33	630	18	490	14	3500	100
CLR (2)	4523	40,9	3895	35,2	1656	15	983	8,9	11057	346
CLC+TB(2)	3367	34,8	3831	39,6	1756	18,1	728	7,5	9682	277

(1) Promedio de 6 años.

(2) Promedio de 2 años.

CN Campo Natural.

CLR Cobertura de Lotus Rincón.

CLC + TB Cobertura de Lotus Corniculatus y Trébol blanco.

Fuente: Utilización de mejoramientos extensivos en cristalino. Gaggero C. y Risso D (1995).

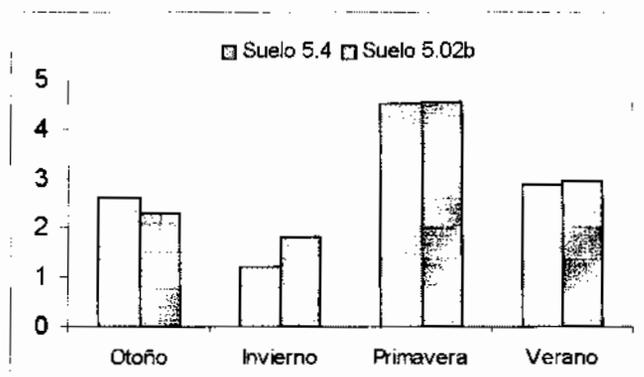
De este y otros estudios también se puede ver la distribución de esa producción de forraje, siendo mayoritariamente en las estaciones de primavera y verano, y menor en otoño e invierno, como ya lo habíamos señalado.

Además del aporte que hace la propia leguminosa, favorece la aparición de otras especies como puede ser *Lolium multiflorum*; *Stipa setigera*; *Piptochaetium sp.*; *Bromus auleticus*; *Vulpia sp.*; *Gaudinia sp.*; *Paspalum* y *Cynodon dactylon*.

Dependiendo del tipo de suelo en que se encuentre instalado el mejoramiento, va a depender de la mayor o menor aparición de estas especies y del aporte de forraje que hagan estas especies.

En un estudio realizado por Peñagaricano, J (1995), sobre dos suelos distintos sobre cristalino, se podía ver la distinta contribución y producción de las especies nombradas y del Lotus, en los dos tipos de suelo (5.4 y 5.02b).

**Figura 7. Producción estacional en MS ton/há. de dos tipos de suelo sobre Cristalino.**



Fuente: Peñagaricano, J (1995).

En primavera y verano la producción en ambos suelos es similar.

Se encuentran diferencias entre los dos suelos, en otoño y en invierno.

En otoño se ve una mayor producción en el suelo profundo (5.4), debido a la presencia de *Paspalum dilatatum* y *Cynodon dactylon*.

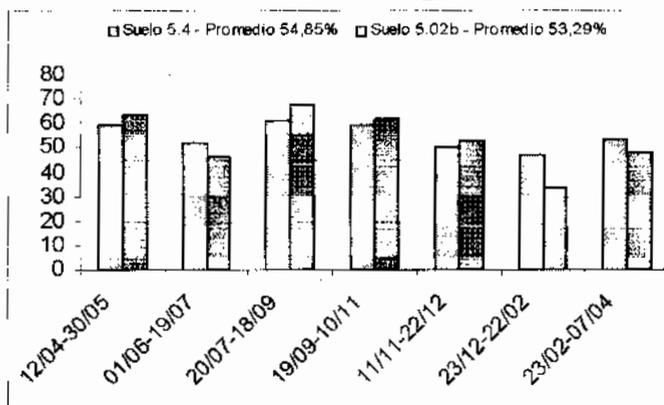
En cambio en los suelos superficiales se ve un mayor aporte en invierno, debido a la presencia de *Vulpia sp.*; y *Gaudinia sp.*.

Además del aporte de forraje, que hace la leguminosa, en los mejoramientos se ve un aumento de la calidad. Podemos ver dos características, por un lado la digestibilidad y por otro la proteína.

Si tenemos en cuenta la proteína, vemos que el mejoramiento presenta porcentajes mayores a los que presenta el campo natural (8,4 a 16,5 el mejoramiento; 6,2 a 11 para el campo natural).

Si tenemos en cuenta la digestibilidad del forraje, vemos que a lo largo del año los valores de digestibilidad se ubican en el entorno de 53 y 54% (promedio anual para los dos suelos del estudio), superando a las del campo natural que se ubican en 39% para estados de madurez, y 55% para estados vegetativos (Peñagaricano, J; 1995).

**Figura 8. Digestibilidad de la materia orgánica de los mejoramientos en dos distintos suelos (% de digestibilidad).**



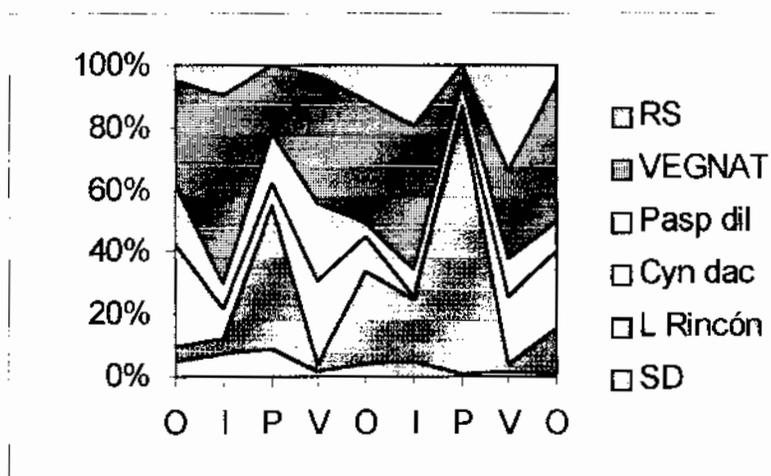
Fuente: Peñagaricano, J (1995).

También acá se ve alguna diferencia en cuanto al tipo de suelo. El descenso de digestibilidad del verano, se da en los dos suelos, es mayor en los suelos superficiales, debido a que el aporte de las especies estivales es menor.

La mayor digestibilidad se logra desde el mes de julio hasta mediados de noviembre.

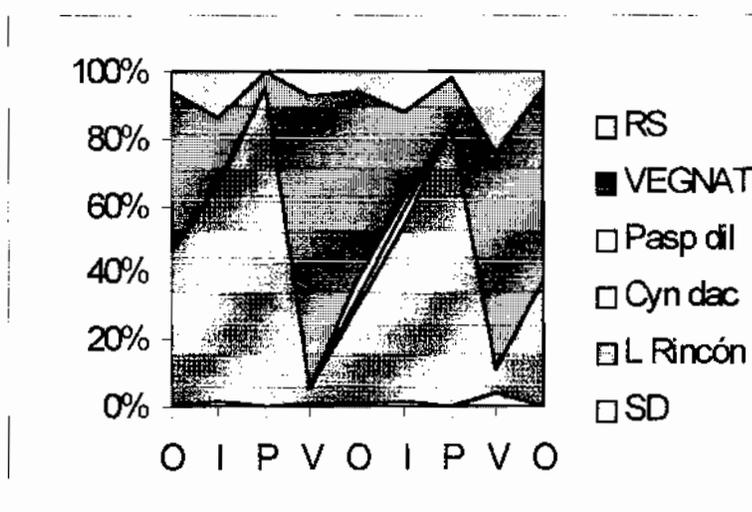
Además de las diferencias respecto al aporte de los suelos, se pueden ver diferencias en cuanto a la composición de la vegetación en los dos suelos, como las distintas especies ocupan diferentes espacios proporcionalmente en el suelo.

**Figura 9. Composición de la cobertura vegetal en un mejoramiento de Lotus Rincón en un suelo 5.4 sobre Cristalino.**



Fuente: Formoso, D (1995).

**Figura 10. Composición de la cobertura vegetal en un mejoramiento de Lotus Rincón en un suelo 5.02b sobre Cristalino.**



SD	Suelo desnudo	L Rincón	Lotus Rincón
Cyn dac	Cynodon dactylon	Pasp dil	Paspalum dilatatum
VEGNAT	Vegetación nativa	RS	Restos secos

Fuente: Formoso, D (1995).

Según el trabajo de este autor (Formoso, D; 1995), se puede ver una mayor presencia de *Cynodon dactylon* y *Paspalum dilatatum*.

La presencia de *Cynodon* hacia el verano y otoño, significa que esta especie ocupa áreas que habían sido ocupadas por Lotus cv. El Rincón, y cuando este desaparece la vegetación natural no tiene la suficiente agresividad para ocupar dichos espacios, y son ocupados por *Cynodon dactylon*.

Además de esta diferencia, en el suelo profundo se ve una mayor proporción de suelo desnudo, que para el suelo superficial.

En el suelo superficial la incidencia de *Cynodon* es más pequeña, con lo que el tapiz natural sigue mostrando la capacidad para colonizar los espacios que deja libre el Lotus cv. El Rincón cuando desaparece.

## **5.2 Usos de los mejoramientos con Lotus cv. El Rincón**

Los mejoramientos con Lotus cv. El Rincón han mostrado buenos resultados en distintos sistemas de producción.

Existen hoy en el país, diversos estudios donde se pueden comprobar muy buenos resultados físicos, como puede ser producción de carne vacuna, utilizando distintas categorías de animales; así como en sistemas de producción mixta, recría de vacunos y cría de lanares (Folle, A; 1993); como también hay evaluaciones sobre producción intensiva de lana sobre coberturas de Rincón (Oficialdegui, R; Peñagaricano, J; Capurro, G; 1996), obteniéndose buenos resultados.

Además su curva de crecimiento, acompaña a la curva de requerimientos del rodeo de cría, pudiéndose usar la cobertura en este tipo de producción.

Otro uso que se ha evaluado es la realización de reservas forrajeras, lográndose resultados del orden de 2.500 a 3.500 kg.MS/há en fardos de cola de cosecha en el caso de semilleros de la leguminosa; y resultados de 5.000 y 7.500kg.MS/ha en el caso de forraje entero (Gayo, J; 1998).

Por todas estas características mencionadas anteriormente, y sumadas otras como el comportamiento altamente probado en condiciones del país, es un mejoramiento de bajo costo; seguridad en la instalación sobre tapices naturales, facilidad del manejo y adaptación a distintos sistemas de pastoreo; presenta una alta persistencia; disminuye la extensividad en áreas ganaderas; por todas estas razones ha ido aumentando su utilización en predios comerciales sobretodo en los últimos años.

### **5.3 Introducción de verdeos en mejoramientos de Lotus cv. El Rincón**

Los campos sobre cristalino, presentan mayoritariamente gramíneas de ciclo estival, y un bajo aporte invernal.

Además presentan como limitante los bajos contenidos de P y N. Entonces se plantea como importante, primero incorporar la leguminosa, en este caso el Lotus cv. El Rincón, y de esta forma mejorar el ambiente, y luego en el tercer año de la leguminosa aproximadamente incorporar la gramínea invernal (Risso, D 1995).

De esta forma se podría lograr una sincronización de los ciclos productivos entre las especies introducidas y obtener un mejor aporte de forraje.

## **6 ESPECIES FORRAJERAS PARA EL MEJORAMIENTO**

Según Millot (1987), las especies destinadas para las siembras en el tapiz tienen que poseer una serie de atributos especiales que les permitan una colonización rápida y una destacable persistencia productiva.

Este mismo autor en 1994, citado por Ferenczi et al. (1997), sostiene que en las siembras en cobertura el medio presenta características netamente definidas que pueden imponer límites al logro de una implantación exitosa. Algunas de estas características son: competencia por parte del tapiz natural, mineralización limitada de nutrientes, baja capacidad de almacenamiento de agua, suelo compactado, presencia de cepas salvajes de rhizobium, ocurrencia de enfermedades y plagas (principalmente hormigas). Por lo tanto en cada etapa de desarrollo del mejoramiento, diferentes factores afectan la población de semillas y plántulas, de la cual una minoría sobreviviente contribuye a la productividad de la pastura.

Es necesario que las especies destinadas a siembras en el tapiz posean una serie de atributos especiales que les permitan una colonización rápida de la zona. A tales efectos Carámbula (1977) cita: a) gran persistencia por resiembra. b) alta tolerancia al pastoreo. c) buena habilidad para competir con las especies nativas. d) tolerancia a niveles bajos de nitrógeno y e) estación larga de crecimiento.

En tanto Millot et al., (1987) y Risso (1991), al momento de la elección de la especie consideran de interés aspectos como: velocidad de germinación y crecimiento inicial, ciclo productivo, características de semillazón (proporción de semillas duras y capacidad de resiembra) especialmente en las anuales. Otro aspecto a considerar son los requerimientos de fertilidad, en especial de fósforo.

En opinión de Carámbula (1997), cualquiera sea la situación, se debe recordar que la gran mayoría de las especies que se utilizan para efectuar mejoramientos extensivos han sido seleccionadas para condiciones de laboreo convencional, por lo que resulta imprescindible enfatizar que en todos los casos existe la imperiosa necesidad de cuidar y facilitar al máximo el proceso de implantación en este tipo de mejoras.

### **6.1 Germinación, establecimiento, e implantación**

El porcentaje de semilla sembrada que finalmente se establece y sobrevive es comúnmente muy bajo (Charleton et al 1977, Macforlane y Bonish, 1986).

Según Mc Williams 1970, el porcentaje de establecimiento esta muy influenciado por la tasa de germinación, pero el vigor de las plántulas, que a su vez esta frecuentemente correlacionado con la tasa de germinación, es probablemente un factor de igual o mayor importancia en la determinación del establecimiento alcanzado.

Como en todas las formas de establecimiento, el éxito depende de la habilidad de las plántulas de llegar a ser completamente autotróficas, pero en siembras sobre el tapiz debe además superarse la competencia de la vegetación ya establecida, en un ambiente en general hostil.

Según Cook (1980), el establecimiento de una especie puede dividirse en dos etapas: a) germinación y emergencia, fase en la cual la semilla absorbe agua, germina, penetra la radícula en el suelo y comienza el crecimiento. b) crecimiento de los brotes y supervivencia de los mismos, presentándose como fundamental la influencia que posean los factores climáticos y la competencia de la vegetación existente en el tapiz.

Un establecimiento exitoso, depende de hacer coincidir los requerimientos de la germinación y el crecimiento de las plántulas, con las condiciones dadas por el ambiente en forma natural. Las diferentes formas de establecerse las especies se relaciona con la habilidad a resistir el estrés impuesto por el medio ambiente y la competencia del tapiz (Dowling et al., 1971).

Sheldon (1974), establece que la fase de germinación es más peligrosa que la fase de establecimiento. Luego de que la radícula este apta para penetrar el suelo, la chance de establecimiento es elevada, pero después de iniciada la germinación, la velocidad de penetración de la radícula es fundamental para evitar la deshidratación.

Con respecto al vigor inicial, existen diferencias entre especies. Esto significa que desde el momento de la siembra y en igualdad de condiciones, teniendo en cuenta un período post-siembra similar, las especies con mayor vigor inicial, tendrán mayor capacidad de competencia con el tapiz vegetal, frente a factores de crecimiento tales como agua, luz o nutrientes. El tamaño o peso de la semilla afecta la tasa de crecimiento

inicial de las plántulas (parte aérea y radicular), principalmente en el periodo posterior a la germinación (Argelaguet, 1985).

Linhart (1976), en siembras sobre el tapiz para lograr una mayor probabilidad de sobrevivencia, se puede aumentar la cantidad de semillas a sembrar, de manera que se produzca una mas rápida ocupación de los espacios favorables para la germinación, por un mayor numero de individuos relacionados que formen un grupo competitivo frente a otros ya establecidos.

Según Carámbula (1997), para lograr el éxito en la implantación de los mejoramientos extensivos resulta imprescindible cubrir ciertos aspectos fundamentales que pueden ser incluidos en los siguientes objetivos:

- \_ Proveer un micro ambiente adecuado.
- \_ Controlar la competencia del tapiz natural.
- \_ Elevar la disponibilidad de fósforo.
- \_ Sembrar en la época más favorable.
- \_ Utilizar el método de siembra más apropiado.
- \_ Aplicar técnicas adecuadas de inoculación y peleteado.
- \_ Sembrar en un periodo en que el suelo este tibio y húmedo.
- \_ Favorecer el contacto semilla-suelo.
- \_ Utilizar las especies apropiadas.
- \_ Aplicar las mejores técnicas del manejo inicial y del correspondiente pastoreo.

Para que las especies pratenses a ser introducidas en los mejoramientos de campo puedan colonizar y extenderse sobre el tapiz natural es imprescindible que la vegetación presente pequeños espacios, huecos o aberturas que faciliten la instalación de las nuevas plántulas. Estos espacios libres, a los que también se les da en llamar nichos, deben ser poseedores de características tales que provean condiciones adecuadas para una buena germinación y desarrollo de las plántulas.

Uno de los caracteres más importantes de los nichos es proveer condiciones tales en que la competencia por parte de las especies residentes haya sido eliminada o reducida convenientemente por un período prudencial.

Para la implantación de las especies puede ser tan contraproducente la vegetación cerrada como la presencia de áreas desnudas, sin vegetación. Se debe comprender que el nicho no solo debe ofrecer condiciones de baja competencia sino además proveer luz, humedad y temperatura adecuada que faciliten la germinación de las semillas y la sobrevivencia de las pequeñas plántulas (Carámbula, 1997).

## **6.2 Ciclo de vida (Anuales vs. Perennes)**

En general existe una variación considerable en la habilidad de las especies forrajeras para instalarse mediante siembras en el tapiz (Termezana, 1978).

Las especies anuales deberían ser recomendadas principalmente para aquellos suelos superficiales y medios con baja capacidad de almacenaje de agua y donde es factible que se registren sequías estivales. En suelos con buena capacidad de almacenaje de agua es muy posible que las especies anuales no superen a las especies perennes, aun en condiciones de sequías circunstanciales, no presentando ventajas en producción estacional invernal y dejando nichos libres en verano que pueden ser asiento de malezas.

En general los trabajos consultados parecen coincidir en atribuir ventajas en la capacidad de adaptación de las especies, que por su hábito de vida, anuales y/o bianuales, tienen un mayor vigor inicial.

En general las especies anuales (tanto gramíneas como leguminosas) poseen una mayor velocidad de crecimiento inicial que les permite un rápido establecimiento, en comparación con las especies perennes (Blackmore, 1958).

Las especies anuales comúnmente utilizadas pueden ser catalogadas como especies ruderales competitivas (Grime, 1982). Estas especies poseen estrategias que les permiten adaptarse a sitios de alta productividad, sin limitantes importantes en lo que refiere al suministro de factores de crecimiento, en las que el efecto de la competencia se ve reducido por condiciones climáticas (sequías estacionales) o de otro tipo, tales como pastoreo intenso en las diferentes épocas.

El éxito o fracaso en la adaptación de una especie anual, dependerá fundamentalmente de la capacidad de la misma para producir semillas en dichas condiciones (Castells, 1980).

Bologna y Hill (1992), publican sobre el tema que de utilizarse especies anuales, deberá extremarse el manejo para asegurar una adecuada producción de semillas, debiendo ajustarse también el pastoreo al otoño siguiente para crear nichos que permitan la regeneración de la población.

Carámbula (1977), opina que las especies anuales presentan inconvenientes asociados a su alta dependencia a las condiciones ambientales para regenerarse a partir de semillas, por lo que el aporte de forraje que realizan es altamente variable entre años. En caso de darse condiciones favorables para el rebrote del campo natural, se puede afectar la producción de semilla, luego de veranos húmedos, la vegetación se mantiene activa hasta entrado el otoño, retrasando la germinación de las semillas.

Termezana y Carámbula (1971), citado por Carámbula (1977), trabajando en suelos sobre basalto, registraron valores de instalación mayores en especies anuales como por ejemplo Raigrás, que en especies perennes como Festuca y Falaris. Esto puede explicarse, debido a que las forrajeras anuales luego de la germinación tienen mayor tasa de extensión de las raíces que especies perennes, por lo que su establecimiento en suelos de textura grosera podría ser mayor (Mc Williams et al, 1970).

Si se pretenden aumentos en la producción de forma inmediata, es necesario la inclusión de especies que tengan rápida emergencia y vigoroso crecimiento inicial como Raigras. Considerando mejoras sostenidas a más largo plazo, se presenta como una alternativa interesante la inclusión de gramíneas perennes dado que pueden aportar mayor estabilidad a la pastura. Estas especies, aún presentando menores porcentajes de establecimiento y vigor inicial se destacan por su alta persistencia (Blackmore, 1958).

La siembra de pastos finos perennes da mayor seguridad que la de especies anuales, por el dominio permanente que adquiere sobre el terreno compitiendo con el desarrollo de malezas y pastos inferiores (Rosengurt, 1946).

Las especies perennes pueden ser ruderales competitivas o competidoras tolerantes a las restricciones. Las primeras desarrollan rizomas o estolones muy resistentes y muestran gran capacidad para la rápida propagación vegetativa. Estas especies una vez establecidas en condiciones fértiles, hacen una rápida expansión lateral a través de brotes vegetativos. La vida de un brote es generalmente menor a un año. Esta característica unida a la vigorosa y a menudo compleja proliferación y fragmentación de rizomas o estolones, trae una nueva distribución espacial de los brotes en cada estación sucesiva de crecimiento. Se puede citar a modo de ejemplo a *Trifolium repens*, con este tipo de estrategia. Las especies perennes competidoras tolerantes a las restricciones se caracterizan por poseer un lento crecimiento inicial, pero una vez que se establecen se apropian del espacio utilizando muy eficientemente los recursos disponibles (Grime, 1982).

Millot et al., (1987), cita a gramíneas de los géneros *Bromus*, *Poa*, *Holcus* y *Lolium*, como prioritarios para siembras sobre tapices, además de *Paspalum dilatatum*.

### **6.3 Efectos ambientales**

En estudios realizados en el área basáltica para dos años consecutivos, se observó que el clima era fundamental para lograr la implantación de especies introducidas en el tapiz natural. En estos se comprobó, que el efecto año está influyendo en mayor grado que los métodos de siembra (Carámbula, 1977). Datos presentados por CINVE (1980), citados por Carámbula et al., (1986) muestran que en años normales el cuarenta por ciento de las siembras presentan problemas de instalación, mientras que en años malos esa cifra alcanza el 67%. Carámbula et al., (1994), confirman que el efecto año es uno de

los factores que más afectan el proceso de implantación, señalando la importancia de la variación entre especies, y destacando que prácticamente es la única variable involucrada que escapa al control del productor.

Romo et al (1991), menciona que el efecto de la temperatura sobre la implantación interactúa con la disponibilidad de agua durante el período. La respuesta plástica de las diferentes especies a la temperatura sugiere que la instalación de las poblaciones sembradas en cobertura estaría más severamente controlada por las condiciones hidricas.

Sobre el tema, Bologna y Hill (1992), opinan que en condiciones de adecuado suministro de agua, la alternancia de temperatura en un determinado rango específico, interactuando con la intensidad de la luz y el fotoperíodo, determina no solo la eventual germinación de las semillas y el establecimiento sino también la velocidad con que lo hacen y el ritmo de crecimiento de las plántulas resultantes.

Harper y Benton (1966), citados por La Paz et al (1994), publican que es importante un buen contacto semilla-suelo, ya que las semillas sólo pueden absorber agua por aquella fracción en directo contacto con el suelo, mientras que el resto de su superficie pierde humedad hacia el medio, por lo que las semillas grandes tendrían una mayor área de exposición y pérdida de agua estando en desventaja relativa frente a aquellas más chicas.

Welch y Hafer Kamp (1980), citados por Ferenczi et al (1997)), apoyan lo anterior y mencionan que la siembra directa coloca la semilla a una mejor profundidad que la cobertura.

También dentro de las familias existen diferencias en su comportamiento. Así por ejemplo, *Festuca* requiere mayor disponibilidad de humedad que raigrás que prácticamente germina cerca del punto de marchitez permanente (Mc Williams et al, 1970).

Watt (1982), establece que las especies nativas generalmente requieren condiciones más húmedas que las exóticas. Mientras las primeras germinan en períodos húmedos, las segundas comienzan a germinar a contenidos bajos de humedad disponible agotándose las reservas de agua antes de que se encuentren totalmente establecidas.

Otro elemento por el cual deben competir las especies es por luz. Las especies a ser introducidas en el tapiz deben enfrentar tal situación mediante una destacable habilidad para escapar a las condiciones iniciales de sombra. Para ello deben presentar un grado elevado de plasticidad morfológica a través de la extensión rápida de sus órganos aéreos tales como hipocótilos, entrenudos, peciolos y láminas, lo que les permitirá, competir con las plantas residentes (Carámbula et al., 1994).

## **6.4 Especies utilizadas en el experimento**

### **6.4.1 *Holcus lanatus* cv. "La Magnolia"**

Gramínea anual, bianual o perenne de vida corta según cultivares o poblaciones, de ciclo invernal, que pertenece a la tribu Avenae. Es cespitosa, con raíces fibrosas, y presenta un alto potencial de producción en el período crítico otoño-invernal y alto poder de diseminación natural por semillazón. Florece desde octubre y sazona en diciembre-enero y lo normal es polinización cruzada.

*Holcus* "La Magnolia":

Posee un sistema radicular agresivo con raíces profundas y puede desarrollar raíces superficiales; este crecimiento radicular altamente competitivo permite a la planta extraer nutrientes sobre todo en aquellos suelos de bajos niveles, como es el caso de los Luvisoles. Por otro lado la sequía prolongada de verano, junto con las altas temperaturas afectan a *Holcus* en especial cuando se llega sin material foliar remanente a diciembre-enero (Bemhaja, 1993).

La población de "La Magnolia" está adaptada a condiciones de suelos pobres de areniscas de Tacuarembó con pH ácidos de 5.2-6.2; 1,9 a 2,1% de materia orgánica; 4 a 7% de cic (m.eq/100g), 1 a 3 unidades de fósforo (Bemhaja, 1993).

Crece en una amplia variedad de suelos, desde suelos pesados hasta suelos arenosos, en condiciones de humedad o seca (Whyte et al, 1959).

Esto lo corroboran Formoso y Allegri (1984), afirmando que se presenta persistente en suelos arenosos con elevado potencial de producción de forraje otoñal.

Por lo anterior, esta especie se considera útil bajo condiciones desfavorables para otras, según lo observado en arenales costeros marítimos y campos pobres adyacentes a los mismos (Rosengurtt, 1946).

La respuesta de *Holcus* a niveles crecientes de nitrógeno y fósforo es muy importante biológicamente.

Bemhaja (1985), encontró una alta respuesta al agregado de nitrógeno y un excelente comportamiento asociado a las leguminosas que le suministran dicho nutriente, por lo que destaca la importancia en la forma de reducir el nitrógeno mineral aplicado.

Si bien todas las especies responden favorablemente a medida que se eleva el nivel de fertilidad del suelo (nitrógeno) se debe destacar al *Holcus* como una especie que se adapta muy especialmente a suelos pobres (Ayala y Carámbula, 1995).

Resultados de Watt (1976), demostraron que las semillas de *Holcus* pueden germinar en un amplio rango de temperaturas del suelo inmediatamente que alcanzan la madurez. *Holcus* presenta las más altas tasas de crecimiento en un amplio rango de temperaturas de 12 a 29 °C (Mitchell, 1956 y Mitchell y Lucanus, 1962).

Ayala y Carámbula (1995), a lo anterior le agrega que presenta una muy buena capacidad de diseminación, cualidad muy deseable en los mejoramientos extensivos.

La densidad óptima es de 4 kg. de semilla viable por hectárea, como la óptima para utilizar en siembras en mezclas. A nivel de semillero se recomienda la siembra de 6 kg./ha para las condiciones de suelos arenosos (Bemhaja, 1993).

Ensayos parcelarios en "La Magnolia" en 1982; de cultivo puro y evaluados bajo corte mostraron que *Holcus* produce un 20% del total en otoño y 35% en invierno. La producción acumulada de otoño e invierno de *Holcus* es levemente superior a la de Raigrás, a la que supera ampliamente en la producción de primavera temprana.

*Holcus* se establece bien de inicio con una buena contribución y producción el primer año y la mantiene a pesar que baja su producción en el segundo año.

**Cuadro 10. Producción estacional y total de forraje de *Holcus* y Raigrás, promedio de tres años (MS kg/há).**

	Otoño	Invierno	Primavera temprana	Primavera tardía	Total
<b>Holcus</b>	1327	2377	1751	1279	6734
<b>Raigrás</b>	902	2685	713	944	5243

Fuente: Serie técnica 32.INIA. Marzo 1993.

En el año de siembra no hay diferencias entre la producción de monocultivo y la mezcla. Las mejores respuestas se encuentran para ambos cultivos, en los tratamientos de cuatro semanas de intervalo entre defoliaciones.

**Cuadro 11. Digestibilidad "in vitro" de Holcus y Raigrás (%).**

	<b>Holcus (parcela 1)</b>	<b>Holcus (parcela 2)</b>	<b>Raigrás (parcela 1)</b>	<b>Raigrás (parcela 2)</b>
<b>Julio (estadio vegetativo)</b>	75,5	73,4	72,7	75,3
<b>Octubre (comienzo de floración)</b>	74,5	72,1	71,7	72,4

Fuente: Serie técnica 32. INIA. Marzo 1993.

#### **6.4.2 Lolium multiflorum Raigrás "LE 284"**

Es una gramínea anual invernal, diploide, muy macolladora, de floración temprana y sin mayores requerimientos de frío. Su origen es a partir de selección masal partiendo de materiales introducidos de Brasil (INIA).

Tiene muy buena capacidad de implantación aunque su vigor inicial es relativamente lento. El estado de plántula es bastante sensible a los déficit hídricos (INIA).

Se adapta a diferentes tipos de suelos, variando su producción con los niveles de fertilidad. Tiene poca precocidad otoñal, pero una muy buena entrega de forraje en invierno y primavera. Tiene su pico de producción a fines de setiembre, decreciendo rápidamente su producción y calidad como resultado de la encañazón. Posee muy buena respuesta al nitrógeno (INIA).

Con respecto a su calidad, es de medio y alto valor nutritivo durante casi todo el ciclo, su digestibilidad en el invierno alcanza valores del 80% para luego decrecer rápidamente a partir de fines de setiembre (INIA).

Rosengurtt, 1979, lo define como una especie de tipo productivo fino, presentando apetecibilidad prolongada, citándose como una especie de alto valor nutritivo y productividad media.

Su adaptación a las condiciones del país es excelente, con abundante producción de forraje y su producción otoñal esta en parte determinada por las condiciones ambientales y la fecha de siembra.

Su buena capacidad de semillazón y resiembra natural le permite la permanencia en las pasturas; es poco afectado por royas y pulgón verde de los cereales.

Soporta pastoreos intensos, y presenta excelente rebrote con gran número de macollos.

La buena capacidad de semillazón, anteriormente mencionada, y su fácil resiembra, se incrementan a medida que aumenta la fertilidad del suelo (Carámbula y García, 1979).

La densidad de siembra recomendada es de 10 a 15 kg./há.

#### 6.4.3 *Bromus catharticus* cv. "Tijereta"

La Cebadilla cv. Tijereta es una variedad sintética privada, de origen argentino, creada a partir de ecotipos locales. Los caracteres tenidos en cuenta para su selección fueron: alto porcentaje de plantas bianuales (75%), alta producción de forraje, sanidad y vigor inicial (Departamento Técnico Agrosan, 1998).

Constituye un verdeo invernal de excelente calidad, es exigente en suelo, prefiriendo aquellos de texturas medias a pesadas, de alta fertilidad y buen drenaje.

Requiere pastoreos de tipo rotativo, no muy intensos, no se adapta al pastoreo continuo. Dependiendo de la época de siembra, el primer año puede utilizarse a los 80-120 días de la emergencia. En el segundo año, produce bien a partir de junio. No crece en verano (Departamento Técnico Agrosan, 1998).

La densidad de siembra recomendada es de 15 a 30 kg./há dependiendo de las condiciones. Es muy importante lograr una muy buena implantación en el otoño, ya que las plantas tienen muy poca cantidad de macollos.

Con respecto a la digestibilidad de la materia orgánica, ésta se mantiene por encima del 70% hasta el inicio de la etapa reproductiva en octubre, por su parte, el porcentaje de proteína cruda, se ubica en valores mayores al 20% en el mismo período.

#### Cuadro 12. Producción de materia seca (MS ton/ha).

1er. Año			2do. Año			
Oto-Inv.	Prim.	Total	Oto-Inv.	Prim.	Total	Total 2 años
1,5	6,1	7,5	1,9	2,2	4,1	11,6

Fuente: División semillas. Depto. Técnico Agrosan.

#### 6.4.4 Avena sativa cv. "INIA Polaris"

INIA Polaris es un cultivar de Avena Sativa desarrollado por INIA La Estanzuela.

Según Rebuffo (1999), no publicado, se destaca por combinar excelentes características forrajeras y aptitud para manejo de doble propósito con buena sanidad. Tiene muy buena producción de forraje en el periodo otoño-invierno, determinada por su excelente capacidad de rebrote y muy buen macollaje. Con fecha de floración similar a 1095 a y RLE 115, los cultivares tradicionales, ofrece una mayor producción de forraje en invierno, destacándose especialmente por el rendimiento de forraje en julio-agosto.

INIA Polaris tiene un buen comportamiento frente a roya de hoja y tallo, hasta el presente este nuevo cultivar tiene resistencia a roya de hoja. En el proceso de selección se tuvieron en cuenta la resistencia a royas de hoja y tallo y la resistencia a vuelco.

En el promedio de los años y ensayos evaluados, INIA Polaris tiene menos rendimiento de forraje en el primer corte que 1095 a, pero mayor rendimiento de forraje en el periodo otoño-invierno. El rendimiento de grano también fue superior a 1095 a.

**Cuadro 13. Rendimiento de forraje de primer corte y total acumulado en el período otoño-invierno (MS ton/há).**

	<b>Forraje 1er. Corte</b>	<b>Forraje total</b>
<b>Polaris</b>	0,80	3,55
<b>Tucana</b>	0,93	3,45

Fuente: Rebuffo M, INIA La Estanzuela (no publicado).

Las plantas de INIA Polaris son más postradas que la 1095 a, la RLE 115 y INIA LE Tucana.

En el periodo de invierno la producción de forraje de INIA Polaris fue mayor que 1095 a. En el promedio de los años y ensayos evaluados, INIA Polaris rindió más forraje en el periodo otoño-invierno que 1095 a.

**Cuadro 14. Producción de forraje acumulado en invierno (junio-agosto) en ton MS/há.**

<b>Año</b>	<b>Cortes</b>	<b>1095<sup>a</sup></b>	<b>115</b>	<b>Tucana</b>	<b>Polaris</b>
<b>92</b>	3	2,5	2,1	2,2	1,8
<b>93</b>	2	2,1	2,1	2,3	2,4
<b>94</b>	2	1,8	2,0	1,8	2,3
<b>95</b>	2	2,3	2,0	2,1	2,7
<b>96</b>	2	2,2	2,5	2,2	2,4
<b>Promedio</b>		2,2	2,1	2,1	2,3

Fuente: Rebuffo M. INIA La Estanzuela (no publicado).

INIA Polaris rindió 10% más de forraje en otoño-invierno. El mayor rendimiento de forraje de INIA Polaris en invierno permitió contrarrestar la menor producción en el primer corte de otoño y lograr mayores rendimientos totales.

La producción de grano es el aspecto donde INIA Polaris se diferencia mas de 1095 a, y RLE 115. INIA Polaris rindió mas grano que 1095a, en todos los ensayos (32% mas en promedio).

INIA Polaris tiene plantas de altura media y caña gruesa, fuerte. Estas características le confieren una muy buena resistencia al vuelco, aún en siembras tempranas para pastoreo.

En los ensayos, INIA Polaris y 1095 a, presentaron un comportamiento parecido, porque ambos cultivares produjeron menos forraje en los dos primeros cortes al disminuir la densidad de siembra. En invierno no se observaron diferencias de rendimientos entre densidades de siembra, ya que el excelente macollaje de estos cultivares permitió compensar el menor número de plantas.

Según ensayos, las densidades de siembra no deberían ser inferiores a 100 kg./há cuando se privilegia la producción temprana de forraje en otoño.

#### **6.4.5 Avena sativa cv. "INIA LE Tucana"**

Cultivar de Avena desarrollado por INIA La Estanzuela en cooperación con la Colección Internacional De Quaker Oats Company, fue liberado a la comercialización en 1994.

Datos obtenidos en publicación de INIA La Estanzuela (1994), le confieren características de muy buena producción de forraje en el período otoño-invierno, determinada por su excelente capacidad de rebrote y muy buen macollaje. De floración

más tardía que otros cultivares nacionales, ofrece un período de utilización de forraje más prolongado sin disminuir significativamente su posterior capacidad de producir forraje o grano.

En cuanto a las características sanitarias, éste cultivar fue retirado de certificación por la susceptibilidad a la roya del tallo.

En siembras de otoño, aún con densidades bajas, se obtienen muy buenos rendimientos de forraje, y se caracteriza por florecer 23 días más tarde que LE 1095 a y RLE 115, mientras que en siembras de fin de invierno las diferencias entre cultivares se redujeron a 5 días.

Se adapta muy bien a un amplio rango de fechas y densidades de siembra ya que su buena capacidad de macollaje le permite compensar los rendimientos en bajas densidades. Con densidades de siembra de 80-100 kg /há el porte vegetativo es erecto a semierecto, cambiando a intermedio o semiprostrado con densidades de 40-60 kg/há. Densidades de siembra bajas (40-60 kg/há) rinden un 30-40 % menos en el primer pastoreo, comparadas con las siembras a 80-100 kg/há. Estas diferencias no se observan en cortes posteriores, por lo que la reducción de la oferta total de forraje es del orden del 10 a 15 %.

#### **Cuadro 15. Producción de forraje (MS ton/há).**

<b>Fecha de corte</b>	<b>1/7</b>	<b>28/7</b>	<b>28/8</b>	<b>TOTAL</b>
	0.8	0.5	1.1	2.3

Siembra en líneas el 13/4/92 a una densidad de 100 kg / há.

Fuente: Publicación INIA La Estanzuela, 1994.

El cultivo de Avena responde bien a la fertilización nitrogenada, asociada a fertilizantes fosfatados a la siembra. La fertilización en cobertura puede ser realizada con Urea, recomendándose hacer la primera fertilización 40-50 días después de la emergencia del cultivo, y las dosis dependerán del nivel de nitrógeno del suelo.

Con buenas condiciones ambientales, el manejo de la defoliación más adecuado para obtener la mayor producción de forraje corresponde a aquellos tratamientos donde se realizaron 3 y 4 cortes. La producción de forraje con manejos más frecuentes (manejo intenso) es menor, si bien se estimula el macollaje. Cuando no se utiliza la capacidad de crecimiento de INIA LE Tucana durante el mes de agosto, los rendimientos totales de forraje disminuyen.

La producción de forraje en el período otoño- invierno ha sido promedialmente de 2 toneladas de materia seca /há, similar a RLE 115 y LE 1095 a. Si bien la utilización

del forraje de primavera disminuye la producción total, con este manejo se pueden obtener 6 a 8 Ton / MS /há.

#### **6.4.6 Trigo "Buck Charrúa"**

Según el Boletín de divulgación de la empresa José Buck S.A., el trigo Buck Charrúa es un cultivar de ciclo largo, que presenta porte rastrero, y una altura de sus tallos que se ubica entre 115 y 125 cm. En cuanto a su sanidad, es un cultivar que presenta como características más relevantes el ser moderadamente resistente frente a la roya de la hoja, y ser resistente a la roya del tallo.

En cuanto a las manchas foliares, es un cultivar que se comporta como moderadamente resistente a resistente, tanto para *Septoria* como para *Drechslera*.

En cuanto a su calidad, es un cultivar que presenta una buena aptitud molinera así como panadera. La aparición en el mercado en los últimos años de variedades de ciclo largo con aptitud de pastoreo, y el deterioro consistente del valor del cereal, estimularon el manejo del cultivo con destino simultáneo de forraje y grano.

El trigo tiene la capacidad de producir forraje de alto valor nutritivo y de gran palatabilidad durante el invierno. Es la estación clave en el ajuste de la dotación, ya que la tasa de crecimiento de las pasturas se reduce notoriamente, en particular cuando los otoños son secos y los inviernos rigurosos.

Los factores ambientales, determinan el potencial anual de producción de forraje a través de la temperatura, de las precipitaciones, de la fertilidad del suelo y de la incidencia de enfermedades. La temperatura quizás sea la variable que más frecuentemente restringe la producción invernal. Con temperaturas menores a 4,5 °C hay muy poco crecimiento, mientras que cuando excede los 15 °C, se acelera la producción.

Algunos registros nacionales muestran que la tasa de crecimiento diario promedio hasta el encañado, se ubica alrededor de 20 kg de MS/há/día, pero depende de las condiciones ambientales, ya que puede alcanzar valores cercanos a 100 kg. de MS/há/día cuando se termina el macollaje y se inicia el encañado. El volumen del forraje cosechado anualmente antes del encañado tiene registros que varían entre 1,5 a 4 tt/há.

#### **6.4.7 Lotus subbiflorus cv. "El Rincón"**

La especie *Lotus subbiflorus* cultivar El Rincón es una leguminosa anual de ciclo invernal.

Presenta hábito de crecimiento semierecto, variando esta característica, y la nombrada anteriormente a las condiciones de manejo que se utilicen.

Presenta una gran adaptación a diversas condiciones, incluso en suelos de mediana y baja fertilidad, en suelos superficiales o poco profundos, y en suelos expuestos a periodos de sequías (Carámbula, 1998).

Presenta semillas pequeñas, y con un alto porcentaje de semillas duras.

En cuanto al método de siembra, se comporta de buena forma en distintos métodos, como pueden ser en cobertura en líneas, coberturas al voleo, y utilizando máquinas de zapatas.

Al obtener buenos resultados en siembras en cobertura al voleo, y al tener como objetivo modificar lo menos posible el tapiz natural, al introducir la leguminosa, no se justifica emplear otros métodos, como máquinas con sistemas de zapatas, o siembras en coberturas en líneas y aumentar los costos de la implantación y la realización del mejoramiento (Gallinal, 1990).

En los mejoramientos el número de plantas, o el stand de plantas por unidad de superficie, esta directamente relacionado a la densidad de siembra.

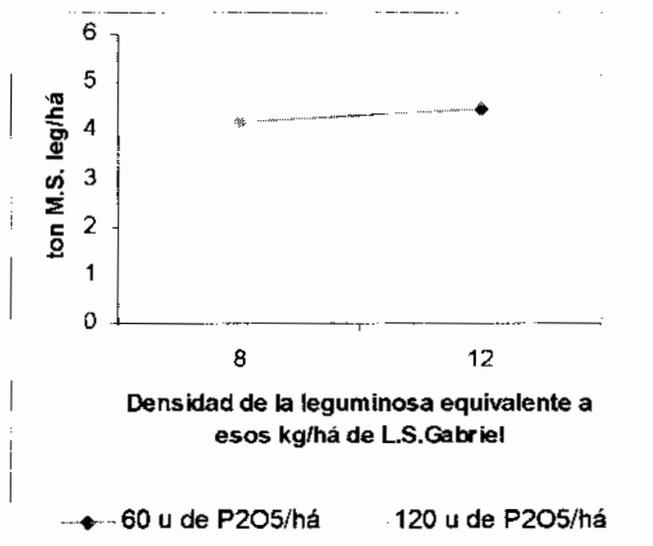
Estudios realizados por Risso (1986), para comprobar el efecto de la densidad de siembra y la fertilización inicial en el comportamiento de esta leguminosa en una siembra en cobertura al voleo, demuestran que al aumentar la densidad de siembra, el número de plantas medidas por metro cuadrado a una determinada fecha post-siembra (70 días post-siembra) aumentaba en forma proporcional al aumento en la densidad de siembra.

También se evaluaron las mismas densidades de siembra con distintos niveles de fertilización fosfatada, no encontrándose mayores diferencias al aumentar al doble la fertilización (60 a 120 unidades de  $P_2O_5$ /há) en cuanto al número de plantas por metro cuadrado a los 70 días post-siembra se refiere.

Del mismo estudio también se desprende, que el Lotus cv. El Rincón tiene una muy buena respuesta a la fertilización fosfatada.

Cuando medimos su producción como toneladas de MS/há, vemos que al aumentar la fertilización fosfatada (pasar de 60 a 120 unidades de  $P_2O_5$ /ha) esta productividad aumenta, lográndose un mayor efecto que el logrado al variar la densidad de siembra.

**Figura 11. Respuesta del Lotus Rincón a diferentes dosis de fertilización fosfatada y a diferentes densidades de siembra.**



Fuente: Risso, D (1986).

La producción de forraje por parte del Lotus cv. El Rincón, tiene una marcada estacionalidad. Su curva de producción desde el otoño e invierno haciendo un aporte no muy grande hasta los meses de noviembre y diciembre en los cuales comienza la floración (noviembre), y la semillazón que transcurre en el mes de diciembre, y en donde se realiza el mayor aporte de forraje por parte de esta leguminosa (en primavera se da el 40% de la producción aproximadamente). El verano lo pasa en forma de semilla, siendo esta una característica importante en cuanto a su persistencia.

El aporte de la leguminosa en otoño e invierno, depende de las condiciones climáticas en esos meses y de una buena reimplantación a partir de las semillas que quedan en el suelo; también de los niveles de fósforo disponibles; así como de las condiciones del manejo del mejoramiento durante los meses de verano y el principio del otoño, no dejando que se acumule un exceso de forraje en los meses de verano de modo que se interfiera con la reimplantación del Lotus; ni tampoco haciendo un excesivo pastoreo en estos mismos meses, dejando espacios de suelos descubiertos, favoreciendo altas temperaturas a nivel del suelo, y provocando la germinación de las semillas luego de ocurridas algunas precipitaciones, que puede ser contraproducente en mejoramientos con bajos niveles de semilla.

La resiembra natural va a ser más exitosa, cuanto más marcados y secos hallan sido los veranos.

De las mismas condiciones depende el número de plantas que se han observado que pasan de un año a otro en estado vegetativo, aunque el número de estas plantas es menor (Carambula, M; Carriquiry, E; Ayala, W; 1994).

### **III MATERIALES Y METODOS**

#### **1 INSTALACION DEL ENSAYO**

El ensayo fue instalado en el establecimiento "El Cortijo" ubicado en paraje Timote, departamento de Florida. En ruta 6 km 162, 10ª sección policial, 7ª sección judicial.

La siembra se realizó en un campo natural mejorado sobre una ladera de un vertisol rúptico. La unidad de suelos sobre la cual se encuentra el ensayo es San Gabriel-Guaycurú, ubicada sobre Basamento Cristalino.

##### **1.1 Historia del potrero**

En el año 1978 se sembraron 8 kg/há de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel, con una máquina John Deere (de disco cortador conectado a la toma de fuerza). Se fertilizó a la siembra con 500 kg/há de Hiperfosfato granulado.

En 1987 se sembraron 4 kg/há de *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón. Se fertilizó con 180 kg/há. Tanto la siembra como la fertilización se hicieron al voleo.

En 1997 se refertilizó con Hiperfos + molibdeno a 200kg/há en el mes de mayo.

Durante todos estos años el potrero se manejó con pastoreo continuo a altas cargas tanto ovinas como bovinas, debido a su cercanía al casco, y la ladera donde se ubicó el ensayo se caracterizaba por ser una zona donde los lanares acostumbraban a sobrepastorear por ser una zona libre de Paja mansa (*Paspalum quadrifarium*).

#### **2 DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO**

La experiencia consistió en la siembra de gramíneas invernales (anuales y bianuales) mediante siembra directa sobre un tapiz en el que previamente se había introducido *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón.

Las gramíneas utilizadas y sus densidades por hectárea fueron las siguientes: Avena sativa "Tucana" 100 kg/há; Avena sativa "Polaris" 100 kg/há; Trigo "Buck Charrúa" 100 kg/há; Raigrás "LE 284" 15 kg/há; Cebadilla "Tijereta" 15 kg/há; y Holcus "La Magnolia" 10 kg/há.

La siembra y la fertilización se realizó en la línea, utilizando una sembradora marca Baldan 4000 STD (siembra directa), el 4 de mayo de 1998. Las líneas estaban separadas a 17 cm.

La fertilización fue realizada con 100 kg/há de Fosfato de Amonio (18/46/0).

Las semillas de Avena y Trigo fueron tratadas con curasemillas de nombre comercial Real, 300 cc/ 100 kg. de semilla.

Se realizó una refertilización al voleo, con 150 kg/há. de urea (69 unidades de N /há).

## **2.1 Diseño del experimento**

El diseño del experimento fue de bloques al azar con tres repeticiones.

Las gramíneas fueron sembradas por separado, realizando dos pasadas de la máquina de 200 metros lineales para cada especie al azar, con un ancho de 3,792 m (que es el ancho de la máquina de siembra directa), abarcando el gradiente topográfico del sitio experimental. Para cada especie se sorteó una de las pasadas, y se realizaron todas las evaluaciones sobre la misma.

Se realizó un experimento con 6 tratamientos. Dentro de cada tratamiento (gramínea), se estudió el efecto de bloques (en nuestro caso 3 bloques: bloque 1, bloque 2, y bloque 3). En cada bloque y dentro de cada tratamiento se realizaron 5 observaciones para los conteos de plantas y macollas, y 3 estimaciones por bloque para la producción de forraje.

## **3 ANALISIS ESTADISTICO**

Para el estudio de los datos y sus resultados estadísticos, se utilizó la versión 6.11 del SAS procedimiento GLM, con un nivel de significación de 5%.

Se estudiaron cuatro variables:

- a) producción de forraje Total por tratamiento y en las fracciones 1) Gramínea sembrada. 2) Lotus Rincón. 3) Pastura residente.
- b) población de las gramíneas sembradas.
- c) macollaje de las gramíneas sembradas.
- d) población de Lotus Rincón.

A su vez, dentro de cada una de las variables se hicieron diversos estudios.

Para la producción de forraje, se estimaron los efectos del bloque, la especie, el corte (la fecha del mismo), y también las interacciones entre estos efectos.

Se analizaron además los efectos sobre el número de plantas y el número de macollas de las gramíneas sembradas, y la población de Lotus Rincón.

Cuando se encontraron diferencias significativas, se realizó una prueba de Diferencia Mínima Significativa (DMS), para la comparación de medias.

#### **4 FORMA DE TRABAJO**

##### **4.1 Manejo del tapiz**

Previo a la siembra se bajó el tapiz con un pastoreo rasante (2-3 cm.). Inmediatamente después de cada corte se llevó el tapiz a la altura original.

##### **4.2 Secuencia de actividades**

Se realizaron 2 conteos de plantas y 6 de macollas, a lo largo del ensayo, que duró desde la siembra el 4 de mayo de 1998 hasta el 10 de diciembre de 1998.

**Cuadro 16. Calendario de actividades**

<b>Fecha</b>	<b>Trabajo</b>	<b>Días postsiembra</b>
4/5/98	Siembra y fertilización inicial	0
19/5/98	Primer conteo de gramíneas (plantas) y Lotus Rincón	15
20/6/98	2° conteo de gramíneas (macollas)	77
8/7/98	3° conteo de gramíneas (macollas)	95
10/8/98	4° conteo de gramíneas (macollas) y Lotus Rincón	128
5/9/98	5° conteo de gramíneas (macollas)	154
25/9/98	1° corte de forraje y refertilización	174
14/10/98	6° conteo de gramíneas (macollas y plantas)	194
18/11/98	7° conteo de gramíneas (macollas)	228
10/12/98	2° corte de forraje	250

La forma de efectuar los conteos fue con una vara de 1 metro de longitud, que colocada sobre la línea de siembra permitió contar las plantas y macollas. Se realizaban 5 conteos (observaciones) por bloque, al azar, por lo cual totalizaban 15 conteos por tratamiento (por gramínea).

También se realizaron 2 conteos de plantas de Lotus a lo largo del ensayo; éstos se realizaron con un cuadro de 10 por 20 cm., y al igual que con las gramíneas se hicieron 5 conteos al azar por bloque, totalizando 15 observaciones por tratamiento.

Además de los conteos mencionados se realizaron 2 cortes en fechas 25/9/98 y 10/12/98 a lo largo del año, para medir la producción de forraje. Los cortes se realizaron con tijera de aro, marcando con un cuadro de 30 por 30 cm., al azar, efectuándose 3 cortes por bloque, totalizando 9 cortes por tratamiento y por fecha de corte.

Luego de los cortes se separó el forraje en las 3 fracciones más importantes: gramínea sembrada; *Lotus subbiflorus* cv. "El Rincón"; y pastura residente.

Estas muestras se guardaron en bolsas de nylon con su correspondiente identificación, para ser posteriormente secadas en horno con aire forzado a 70°C durante 24 hs. y pesadas.

## **5 CONDICIONES AMBIENTALES**

### **5.1 Pastura residente**

Al comenzar el ensayo se realizó una descripción de la composición botánica del tapiz, y de la cobertura vegetal.

En cada bloque y para cada tratamiento se realizaron veinte estimaciones por el método de punto cuadrado.

Para el caso de los testigos, se realizó la medición en cada uno de los bloques, en lugares donde no se sembraron gramíneas, pero el número de observaciones fue de cincuenta.

Las especies registradas fueron agrupadas por su ciclo (estival o invernal), y por su hábito de vida (perenne o anual). Estas junto con la proporción de malezas y restos secos fueron ilustrados en el siguiente cuadro.

**Cuadro 17. Contribución Específica por Presencia (CEP) en %**

Especie	Tipo vegetativo	Ciclo	Hábito de vida	Promedio
<i>Paspalum dilatatum</i>	cespitosa	estival	perenne	2.87
<i>Paspalum notatum</i>	estolonífera	estival	perenne	9.64
<i>Axonopus affinis</i>	estolonífera	estival	perenne	2.14
<i>Axonopus compressus</i>	estolonífera	estival	perenne	1.54
<i>Schyzachirium spicatum</i>	cespitosa	estival	perenne	1.31
<i>Stipa setigera</i>	cespitosa	invernal	perenne	7.52
<i>Stipa charruana</i>	cespitosa	invernal	perenne	0.87
<i>Piptochaetium stipoides</i>	cespitosa	invernal	perenne	2.92
<i>Piptochaetium montevid.</i>	cespitosa	invernal	perenne	2.37
<i>Richardia stellaris</i>	m. enana	estival	perenne	1.10
Ciperaceas	cespitosa	estival	perenne	3.72
<i>Gamochoaeta</i> spp.	m. enana	invernal	perenne	2.92
<i>Eryngium nudicaule</i>	m. enana	invernal	perenne	5.94
<i>Dichondra microcalyx</i>	estolonífera	estival	perenne	0.65
<i>Oxalis</i> spp.	m. enana	invernal	perenne	5.38
<i>Sisyrinchium</i> spp.	cespitosa	invernal	perenne	0.88
<i>Dorstenia brasiliensis</i>	arrosetada	estival	perenne	2.19
<i>Lolium multiflorum</i>	cespitosa	invernal	anual	5.76
<i>Lotus subbiflorus</i>	cespitosa	invernal	anual	11.42
<i>Cynodon dactylon</i>	rizoma-esto.	estival	perenne	1.62
Restos secos				0.43

El análisis botánico mostró un predominio de gramíneas dentro de las cuales las gramíneas estivales son las que presentaron mayor frecuencia (25.68 equivalente a 35%), luego las gramíneas perennes invernales (14.56 equivalente a 20%), seguidas por las gramíneas anuales invernales (5.76 equivalente a 8%). Las malezas presentaron una frecuencia de 15.34 (equivalente a 21%), en tanto la fracción leguminosa estuvo representada por el lotus Rincón con una frecuencia de 11.42 (equivalente a 16%).

Dentro de las especies que se agruparon como estivales, las que más se destacan, con mayor frecuencia en orden decreciente, se encuentran *Paspalum notatum*; *Paspalum dilatatum*; *Axonopus affinis*; *Cynodon dactylon*.

Para el caso de las invernales, las de mayor frecuencia y también en orden decreciente son *Stipa setigera*; *graminoides* (*Cyperaceas*); *Piptochaetium stipoides*; *Piptochaetium montevidensis*; *Stipa charruana*.

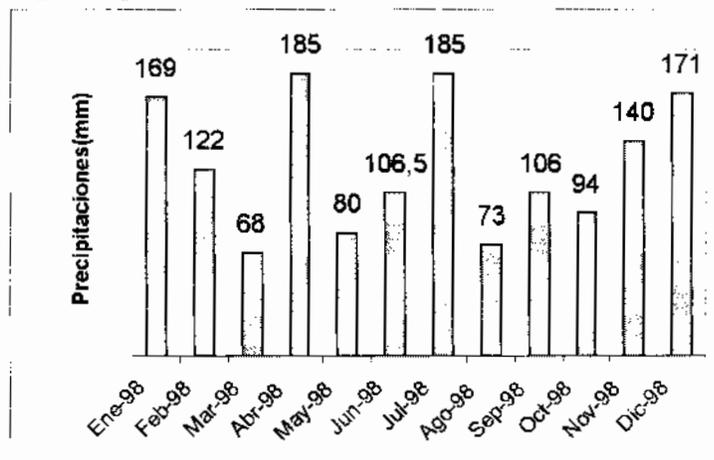
Como especies anuales invernales encontramos *Lotus subbiflorus* (es un campo mejorado con dicha especie) y *Lolium multiflorum*.

Como malezas se encuentran en orden decreciente *Richardia stellaris*; *Ciperaceas*; *Gamochaeta spp.*; *Eryngium nudicaule*; *Dichondra microcalyx*; *Oxalis spp.*; *Sisyrinchium spp.*; *Dorstenia brasiliensis*.

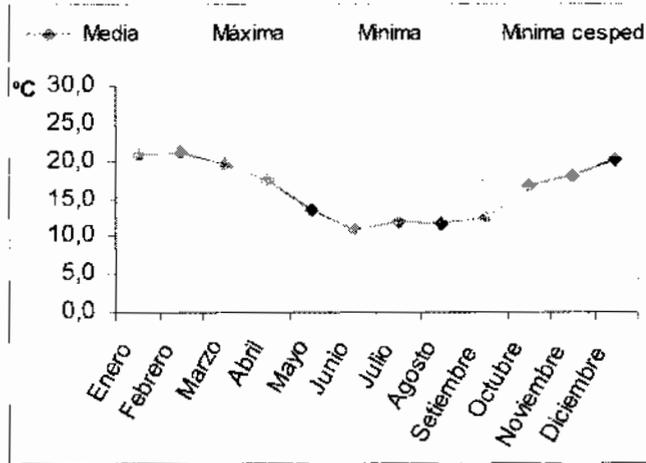
## 5.2 Clima

Las siguientes figuras muestran los valores de precipitaciones, temperaturas, y ocurrencia de heladas durante el período en que duró el ensayo. Los datos fueron recabados de la estación experimental del Secretariado Uruguayo de la Lana (Cerro Colorado, Florida, 60 km. del establecimiento), y del propio establecimiento.

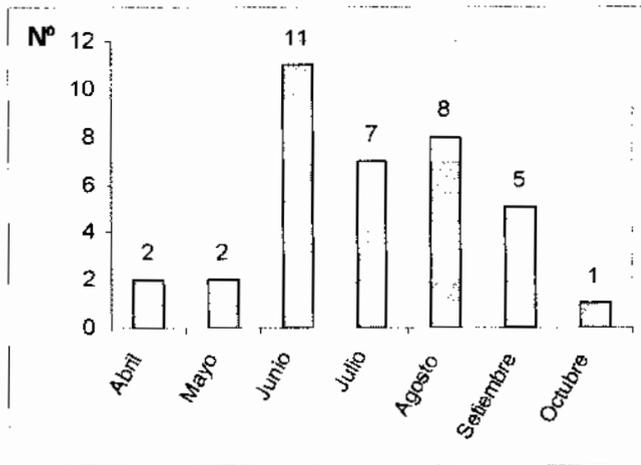
**Figura 12. Registro pluviométrico del año 1998.**



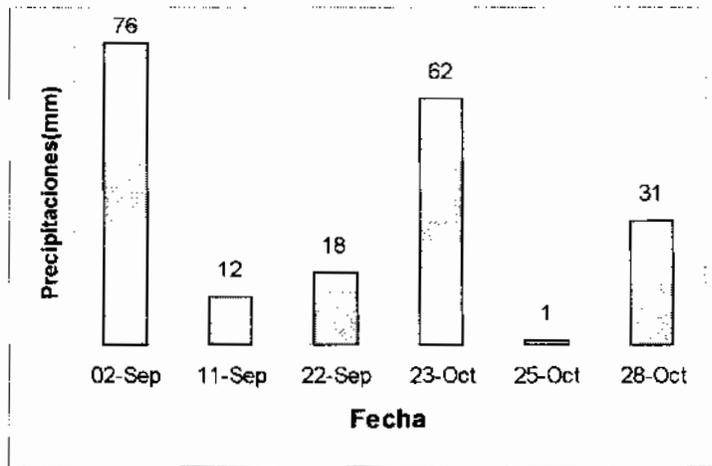
**Figura 13. Temperaturas mensuales año 1998.**



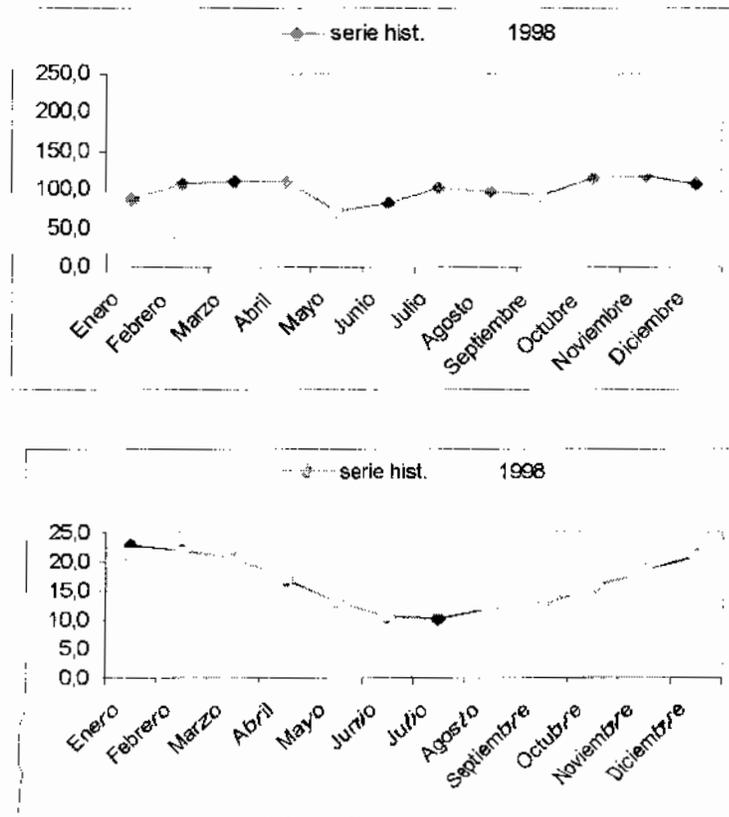
**Figura 14. Número de heladas por mes (año 1998).**



**Figura 15. Precipitaciones en setiembre y octubre de 1998.**



**Figura 16. Precip. y temp. mensuales serie histórica y año 1998 (mm, °C).**



## **IV RESULTADOS**

### **1 PRODUCCION DE FORRAJE TOTAL**

La estimación de la producción total de forraje de las especies introducidas mediante siembra directa sobre campo natural se realizó mediante la acumulación de dos cortes realizados en fechas 25/9/98 y 10/12/98.

En el siguiente cuadro y figuras se ilustra lo anterior

**Cuadro 18. Producción de forraje total (suma de dos cortes) y sus componentes (MS kg/há y %)**

<b>Tratamiento</b>	<b>Total</b>	<b>G. sem.</b>	<b>%</b>	<b>L.R</b>	<b>%</b>	<b>Pastura residente</b>	<b>%</b>
<b>Av. Tucana</b>	4890 a	1500	30	920	19	2470	51
<b>Holcus</b>	4180 ab	1280	31	760	18	2150	51
<b>Av. Polaris</b>	4080 abc	1275	31	770	19	2040	50
<b>Raigrás</b>	3730 bc	1080	29	660	18	2000	53
<b>Cebadilla</b>	3500 c	470	13	825	24	2210	63
<b>Trigo</b>	3480 c	325	10	875	25	2280	65
<b>Promedio</b>	3980	990	24	800	21	2190	55

Cifras pertenecientes a una misma columna, seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ ).

C.V = 30.64 %

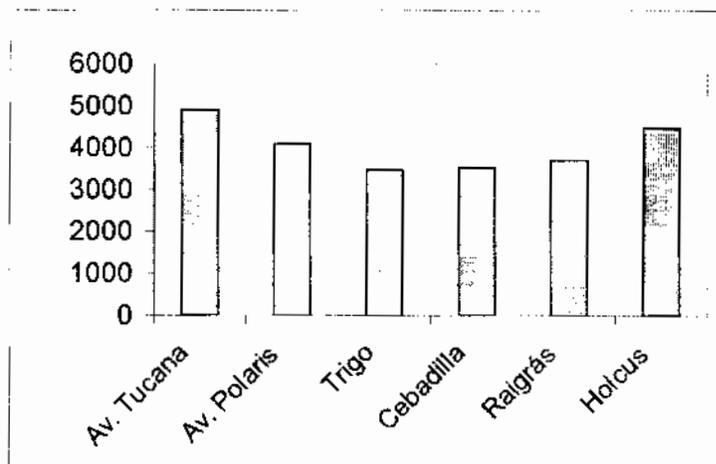
G. sem. Producción de gramínea sembrada.

L.R. Producción de Lotus Rincón.

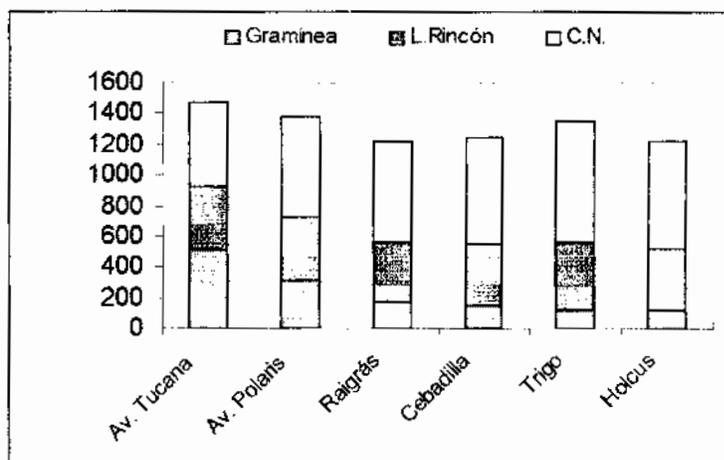
Pastura residente. Producción de la pastura residente.

Total. Producción total de forraje.

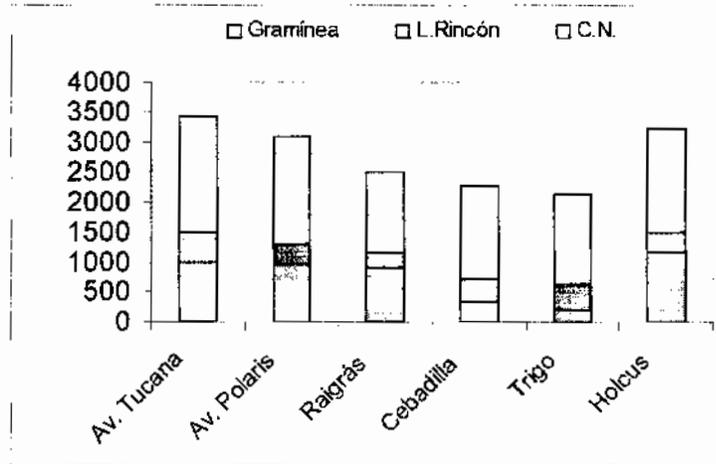
**Figura 17. Producción de forraje Total (MS kg/há), cortes 1° (25/09/98) y 2° (10/12/98).**



**Figura 18. Producción de forraje Total y de cada componente en el primer corte (MS kg/há).**



**Figura 19. Producción de forraje Total y de cada componente en el segundo corte (MS kg/há).**



Cuando analizamos la producción de las gramíneas, y se hace el análisis estadístico, se estudia para cuatro variables dependientes, las cuales son: a) producción de forraje de las gramíneas sembradas; b) producción de forraje de Lotus Rincón; c) producción de forraje de la pastura residente; d) producción de forraje Total.

### **1.1 Producción de forraje de las gramíneas sembradas**

En cuanto a esta variable, se realizó el análisis estadístico, sobre la base de que efecto podría tener el bloque, la propia gramínea introducida, el corte, y las interacciones.

**Cuadro 19. Análisis de varianza**

Variable Dependiente: Materia Seca de gramíneas.	
Fuente de variación	Pr > F
Bloque	0.7608 NS
Especie	<b>0.0001 ***</b>
Bloque x Especie	<b>0.0053 ***</b>
Corte	<b>0.0001 ***</b>
Bloque x Corte	0.3157 NS
Especie x Corte	<b>0.0001 ***</b>
Bloque x Especie x Corte	<b>0.0002 ***</b>

C.V = 49.15 %

Media = 456

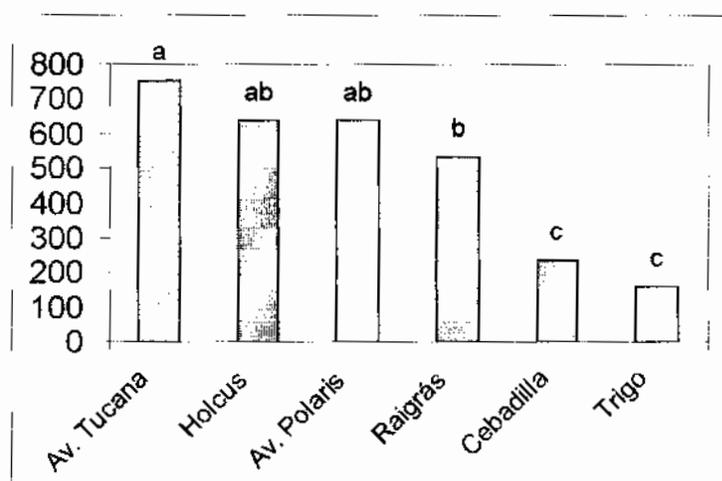
(NS = No significativo; p<0.1 \*; p<0.05\*\*; p<0.01\*\*\*)

Por un lado no se encontraron diferencias significativas para los distintos bloques, en la producción de forraje de las gramíneas sembradas.

De acuerdo a los resultados se encontraron efectos altamente significativos ( $p < 0.01$ ) para las especies y para los cortes.

En la siguiente figura se muestran cuales fueron los valores de la producción para las distintas gramíneas sembradas promediando los dos cortes.

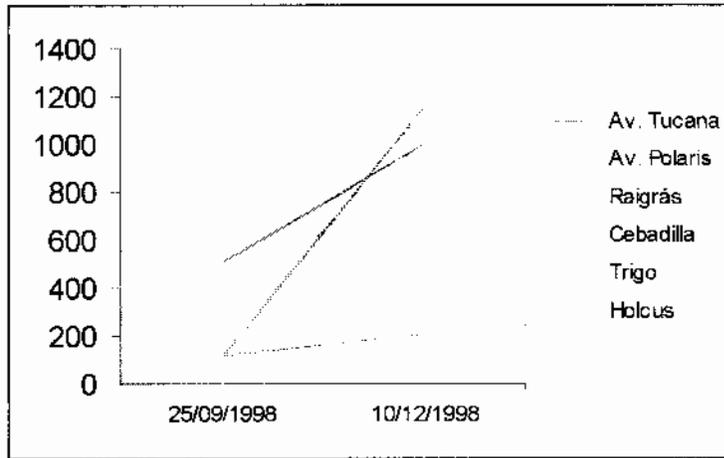
**Figura 20. Producción de forraje acumulada de los distintos cultivares introducidos (MS kg/há).**



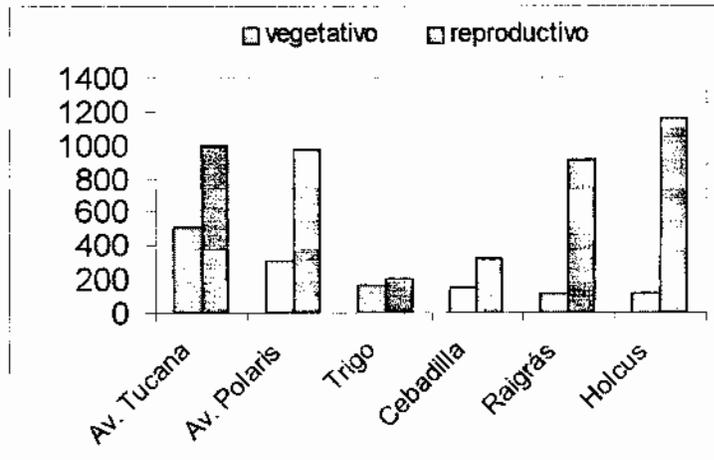
Se pueden diferenciar tres grupos en los cuales se ubican las gramíneas sembradas, y además se distingue a la avena Tucana como la gramínea más productiva, la que no se diferencia significativamente ( $p < 0.05$ ) con holcus y avena Polaris. Cebadilla y trigo fueron las especies significativamente inferior al resto de los tratamientos.

Las interacciones que se encontraron fueron entre especie por corte; y bloque por especie, las cuales se ilustran en las siguientes figuras.

**Figura 21. Comportamiento productivo de las gramíneas evaluadas en dos fechas (25/09/98 y 10/12/98).**



**Figura 22. Producción de forraje (MS kg/há), de las especies introducidas en dos estadios, vegetativo (25/09/98) y reproductivo (10/12/98).**



## 1.2 Producción de forraje de Lotus Rincón

Cuando se realiza el estudio estadístico para la variable producción de materia seca de Lotus Rincón, se hace sobre la base de que efectos podrían tener el bloque (posición topográfica), la especie, y el corte; y al igual que para el caso anterior se estudiaron que interacciones pudiesen haber actuado.

### Cuadro 20. Análisis de varianza

Variable Dependiente: Materia Seca de Lotus Rincón.	
Fuente de variación	Pr > F
Bloque	<b>0.0112 **</b>
Especie	0.6003 NS
Bloque x Especie	0.8191 NS
Corte	<b>0.0001 ***</b>
Bloque x Corte	0.3646 NS
Especie x Corte	0.6129 NS
Bloque x Especie x Corte	0.7780 NS

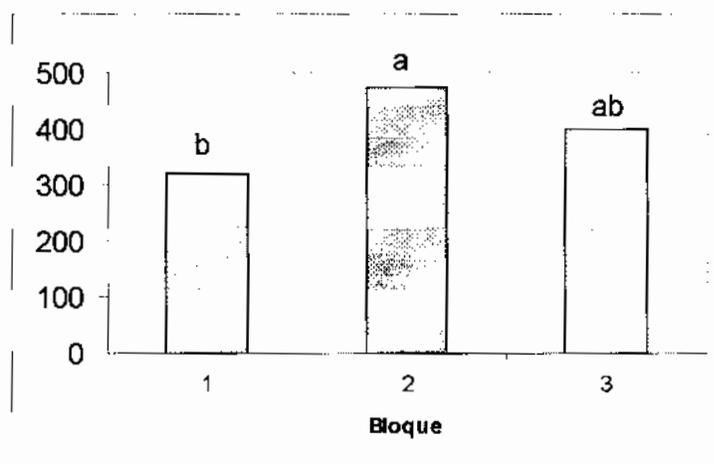
C.V = 53.46 %

Media = 398

(NS = No significativo;  $p < 0.1$ \*;  $p < 0.05$ \*\*;  $p < 0.01$ \*\*\*)

En el cuadro anterior se puede observar que sólo existieron diferencias significativas, en el caso de los bloques y en los cortes, y no existieron diferencias significativas en los demás efectos, ni en las interacciones entre los mismos.

**Figura 23. Efecto del bloque (posición topográfica), en la producción de forraje de L.Rincón (MS kg/há).**



En el bloque 2 hubo más producción de forraje de Lotus, que en el bloque 1. Para el caso del bloque 3 fue significativamente igual cuando se la comparó contra el 1 y sucedió lo mismo cuando se la comparó contra el 2.

Si bien no hubo efecto de las especies introducidas, cuando se analiza la producción total de forraje y de cada componente se puede ver que cuando las gramíneas aportaron los menores porcentajes de producción, el lotus Rinccón aportó los mayores porcentajes (ver cuadro 18).

### **1.3 Producción de forraje de la pastura residente**

Al igual que para los casos anteriores, se realizó el análisis de varianza, y los resultados se pueden ver en el siguiente cuadro.

**Cuadro 21. Análisis de varianza**

Variable Dependiente: Materia Seca del Campo Natural.	
Fuente de variación	Pr > F
Bloque	0.2294 NS
Especie	0.4836 NS
Bloque x Especie	0.6285 NS
Corte	<b>0.0001 ***</b>
Bloque x Corte	<b>0.0001 ***</b>
Especie x Corte	<b>0.0445 **</b>
Bloque x Especie x Corte	0.4710 NS

C.V = 34.16

Media = 1125

(NS = No significativo; p<0.1 \*; p<0.05 \*\*; p<0.01\*\*\*)

De éste cuadro se desprende, que sólo existieron efectos significativos para el corte, al igual que para las interacciones entre bloque por corte, y especie por corte sobre la producción de forraje de la pastura residente.

Para el caso de las especies, tampoco se encontraron efectos significativos, en cuanto a la producción de la pastura residente, o sea que ninguna de las especies tuvo un efecto distinto sobre la pastura residente.

#### 1.4 Producción de forraje Total

Cuando se analiza la producción de forraje total, sólo se ven efectos significativos de la especie, del corte, y de la interacción entre especie y corte.

#### Cuadro 22. Análisis de varianza

Variable Dependiente: Materia Seca Total.	
Fuente de variación	Pr > F
Bloque	0.6365 NS
Especie	<b>0.0040 ***</b>
Bloque x Especie	0.8702 NS
Corte	<b>0.0001 ***</b>
Bloque x Corte	0.1401 NS
Especie x Corte	<b>0.0108 **</b>
Bloque x Especie x Corte	0.6227 NS

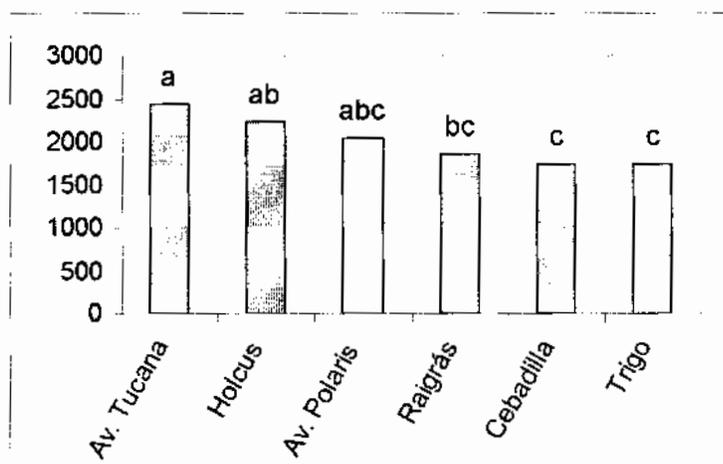
C.V = 30.64

Media = 1945

(NS = No significativo;  $p < 0.1$  \*;  $p < 0.05$  \*\*;  $p < 0.01$  \*\*\*)

Para el caso de las especies los resultados son los siguientes.

**Figura 24. Producción de forraje Total según especie de gramínea sembrada (MS kg/há).**



Se puede distinguir que donde se sembró Avena Tucana, fue el tratamiento que produjo mayor cantidad de forraje.

## 2 NUMERO DE PLANTAS Y MACOLLAS DE LAS GRAMINEAS SEMBRADAS

El número de plantas y macollas de las gramíneas introducidas sobre campo natural mejorado se ilustran en los siguientes cuadros y figuras.

**Cuadro 23. Número de plantas en las distintas fechas de conteo (Plantas/m<sup>2</sup>).**

Tratamiento	19/05/98	14/10/98	Promedio
Raigrás	645 a	170 a	410 a
Av. Polaris	260 b	90 c	175 b
Av. Tucana	215 b	120 b	170 b
Trigo	140 c	80 c	110 c
Cebadilla	105 c	85 c	95 c
Holcus	30 d	85 c	60 d

Cifras pertenecientes a una misma columna seguidas de la misma letra, no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ ).

C.V = 35.43 %

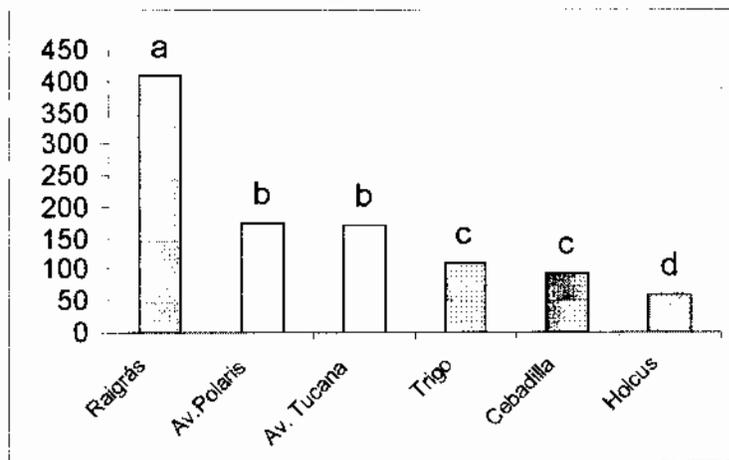
**Cuadro 24. Número de macollas en las distintas fechas de conteo (Macollas/m<sup>2</sup>).**

Tratamiento	20/06/98	8/07/98	10/08/98	5/09/98	14/10/98	18/11/98	Promedio
Raigrás	1010 a	665 a	745 a	830 a	550 a	565 a	730 a
Av. Polaris	230 bc	240 c	305 c	370 c	205 cd	125 d	245 c
Av. Tucana	275 b	205 cd	315 bc	315 c	285 b	210 c	270 c
Trigo	150 cd	150 d	215 d	200 d	130 e	75 d	155 d
Cebadilla	130 d	185 cd	205 d	240 d	160 de	125 d	175 d
Holcus	290 b	400 b	370 b	445 b	225 bc	290 b	335 b

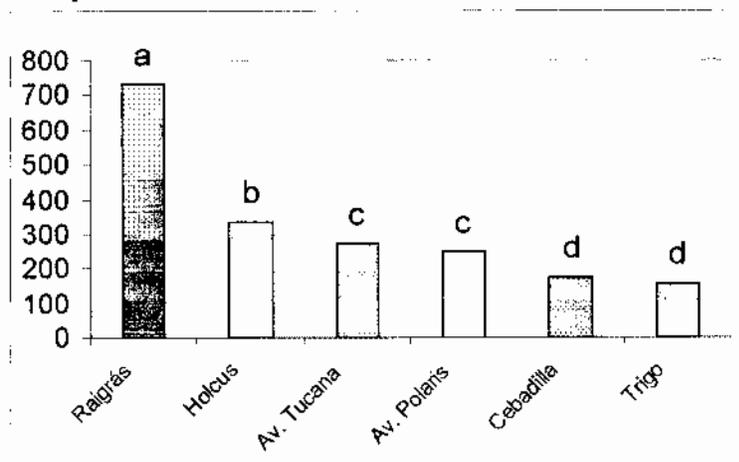
Cifras pertenecientes a una misma columna seguidas de la misma letra, no difieren estadísticamente ( $p < 0.05$ ).

C.V = 31.85

**Figura 25. Densidad media de plantas de gramíneas introducidas a lo largo del año (plantas/m<sup>2</sup> promedio de dos lecturas).**



**Figura 26. Densidad media de macollas de gramíneas introducidas a lo largo del año (macollas/m<sup>2</sup> promedio de seis lecturas).**



## 2.1 Conteo de plantas

### **Cuadro 25. Análisis de varianza**

Variable Dependiente: Plantas/m <sup>2</sup> .	
Fuente de variación	Pr > F
Bloque	0.8209 NS
Fecha	<b>0.0001 ***</b>
Bloque x Fecha	0.3724 NS
Especie	<b>0.0001 ***</b>
Bloque x Especie	0.0658 NS
Fecha x Especie	<b>0.0001 ***</b>
Bloque x Fecha x Esp.	0.3231 NS

C.V = 35.43 %

Media = 170

(NS = No significativo; p<0.1\*; p<0.05\*\*; p<0.01\*\*\*)

La especie de gramínea sembrada y la fecha en que se realizó el conteo, tuvieron un efecto estadísticamente significativo (p<0.05), sobre el número de plantas por metro cuadrado de las diferentes gramíneas.

Para las dos fechas de conteo de plantas la variable que tuvo un efecto significativo fue la especie de gramínea.

A partir de los resultados obtenidos se observa que el número de plantas totales de gramíneas desciende entre el primer conteo 19/05/98 (15 días luego de la siembra), y el segundo conteo realizado a la mitad de la primavera (14/10/98). Este efecto en la disminución en el número de plantas fue estadísticamente significativo.

La gramínea que tuvo el mayor número de plantas fue el raigrás, siendo éste efecto significativo con respecto al número de plantas de las demás gramíneas para las dos fechas de conteo. Le siguen en número de plantas las avenas (Polaris y Tucana). Sigue el Trigo y la Cebadilla, que son estadísticamente iguales entre sí, pero diferentes a las avenas para la variable analizada. Por último se ubica el Holcus con el menor número de plantas.

## 2.2 Dinámica poblacional

**Cuadro 26. Análisis de varianza**

Variable Dependiente: Macollas/m <sup>2</sup> .	
Fuente de variación	Pr > F
Bloque	0.0002 ***
Fecha	0.0001 ***
Bloque x Fecha	0.2685 NS
Especie	0.0001 ***
Bloque x Especie	0.0001 ***
Fecha x Especie	0.0001 ***
Bloque x Fecha x Esp.	0.0348 **

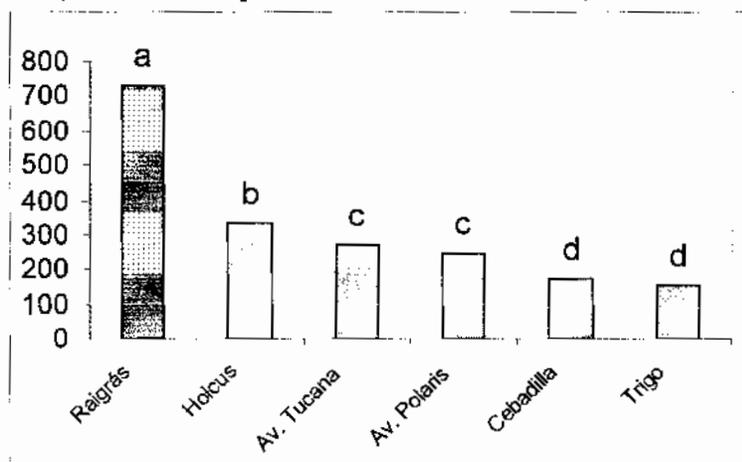
C.V = 31.85 %

Media = 320

(NS = No significativo; p<0.1\*; p<0.5\*\*; p<0.01\*\*\*)

La especie de gramínea sembrada y la fecha en que se realizaron los conteos tuvieron un efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ), sobre el número de macollas/m<sup>2</sup>.

**Figura 27. Efecto de la fecha de conteo sobre la densidad media de gramíneas intersembradas (macollas/m<sup>2</sup> promedio de seis lecturas).**



Existió un efecto significativo en cuanto al macollaje de las diferentes especies de gramíneas. En general las especies que tuvieron mayor número de plantas fueron también las que tuvieron mayor número de macollas, a excepción de holcus que con bajo número de plantas tuvo un número alto de macollas.

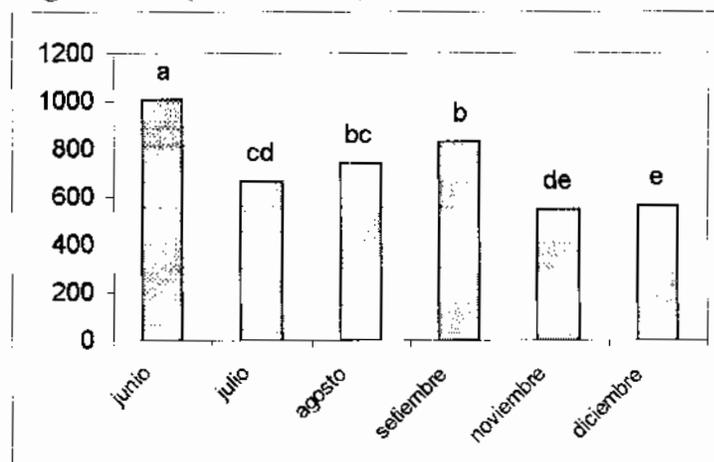
El raigrás fue la especie con mayor número de macollas/m<sup>2</sup>, seguido por el holcus, esta diferencia tuvo un efecto estadísticamente significativo. A éstas especies le siguen avena Tucana y avena Polaris, las cuales no se diferencian entre sí. Por último está la cebadilla, seguida del trigo.

### 2.2.1 Raigrás

Con respecto al número de plantas y macollas de raigrás, existió un efecto altamente significativo ( $p < 0.01$ ) de la fecha de conteo. Como en las demás gramíneas, a excepción de holcus, el número de plantas fué mayor en otoño que en primavera.

Para el caso de ésta gramínea el número de plantas/m<sup>2</sup> en primavera se redujo a un 26 % de las presentes en el otoño.

**Figura 28. Efecto de la fecha sobre la dinámica de cambios en la población de macollas de Raigrás 1998 (macollas/m<sup>2</sup>).**

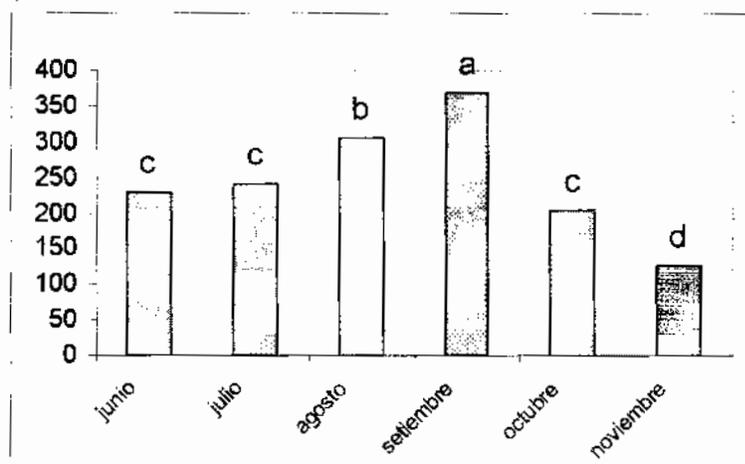


### 2.2.2 Avena Polaris

La fecha de conteo tuvo un efecto estadísticamente significativo ( $p < 0.01$ ) sobre el número de plantas/m<sup>2</sup> y sobre el número de macollas/m<sup>2</sup> de avena Polaris.

El número de plantas/m<sup>2</sup> se redujo a un 34 % de las existentes en otoño.

**Figura 29. Efecto de la fecha sobre la dinámica poblacional de Av. Polaris 1998 (macollas/m<sup>2</sup>).**



Las macollas de avena Polaris aumentan desde la siembra hasta el inicio de la primavera (conteo 05/09/98) y posteriormente descienden al acercarse el fin del ciclo. Se produce un primer aumento en el número de macollas que ocurre entre el 08/07/98 y el 10/08/98 y un segundo aumento que también es significativo estadísticamente que ocurre entre el 10/08/98 y el 05/09/98. Luego de esta fecha comienza a bajar el número de macollas.

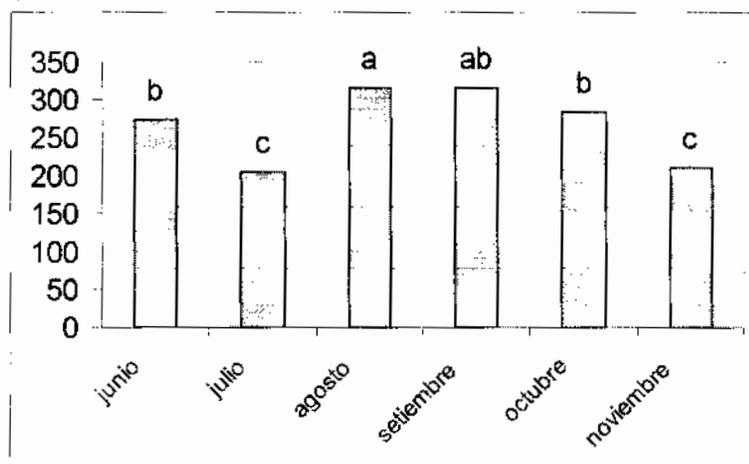
### 2.2.3 Avena Tucana

En cuanto al número de plantas hubo un efecto significativo de la fecha de conteo, al igual que para avena Polaris. Se produce una disminución entre otoño y primavera.

El número de plantas de avena Tucana, en primavera se redujo a un 56 % de las que había en otoño.

El número de macollas de avena Tucana aumentó hasta el 10/08/98, a partir de la fecha de siembra, y comienza a bajar a partir del 14/10/98 hasta la última fecha de conteo que es el 18/11/98.

**Figura 30. Efecto de la fecha sobre la dinámica poblacional de Av. Tucana 1998 (macollas/m<sup>2</sup>).**

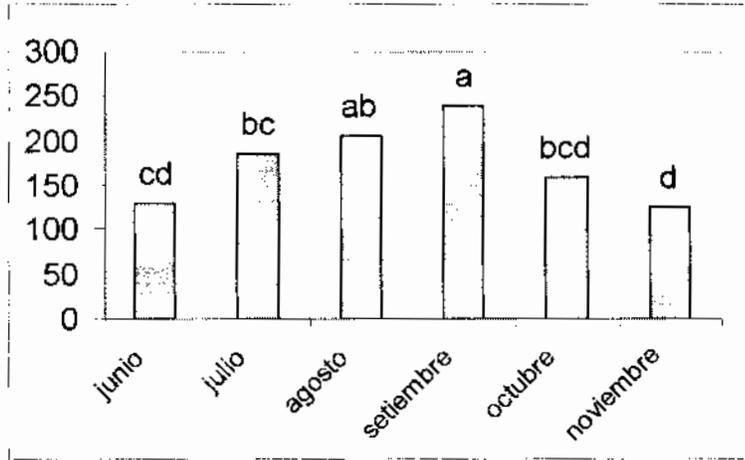


#### 2.2.4 Cebadilla

A diferencia de las demás gramíneas analizadas, en lo que respecta al número de plantas de cebadilla, no existió un efecto estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ), de la fecha de conteo.

Con respecto al número de macollas/m<sup>2</sup>, existió un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la fecha de conteo. Aumentó el macollaje hasta el 05/09/98, luego decae.

**Figura 31. Efecto de la fecha sobre la dinámica poblacional de Cebadilla 1998 (macollas/m<sup>2</sup>).**

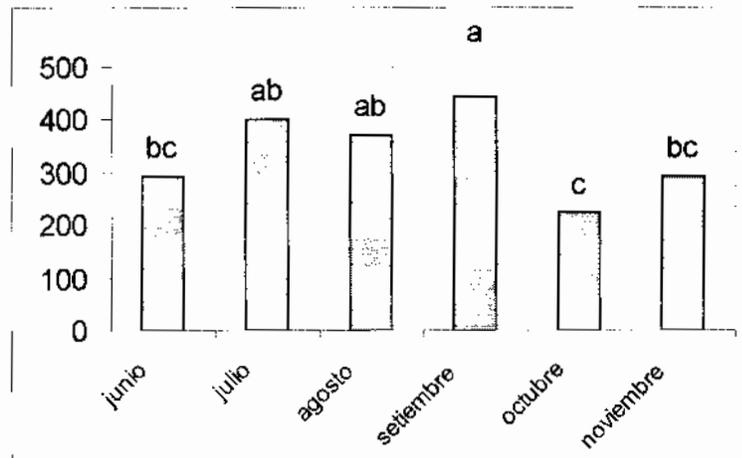


### 2.2.5 Holcus

En el caso de holcus, no existió un efecto estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ), de la fecha de conteo sobre el número de plantas/m<sup>2</sup>. A diferencia de las demás especies de gramíneas, se produjo un aumento en el número de plantas entre el otoño y la primavera (19/05/98 y 14/10/98).

Con respecto al número de macollas/m<sup>2</sup> existió un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la fecha de conteo. Aumenta el macollaje hasta el mes de setiembre y luego descende.

**Figura 32. Efecto de la fecha sobre la dinámica poblacional de Holcus 1998 (macollas/m<sup>2</sup>).**



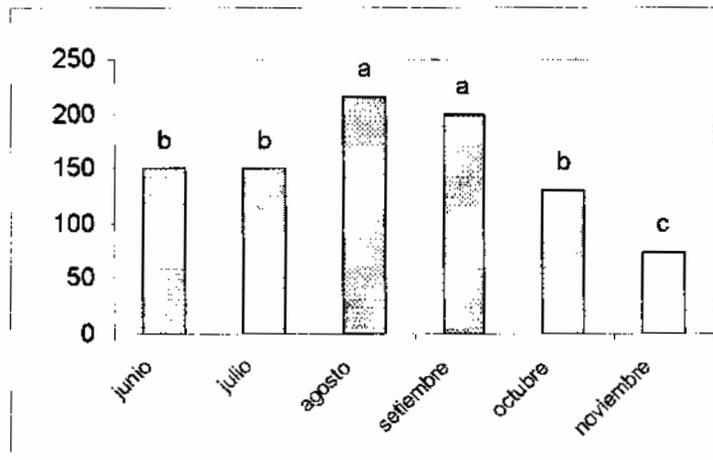
### 2.2.6 Trigo

Existió un efecto estadísticamente significativo ( $p < 0.05$ ) de la fecha de conteo sobre el número de plantas/m<sup>2</sup> y macollas/m<sup>2</sup>. El número de plantas/m<sup>2</sup> como en el caso de las demás gramíneas disminuye entre el otoño y la primavera (19/05/98 y 14/10/98).

El número de plantas para ésta gramínea en primavera se redujo a un 58 % de las que había en otoño.

El número de macollas/m<sup>2</sup> aumenta hasta el conteo del 05/09/98, para luego descender en primavera.

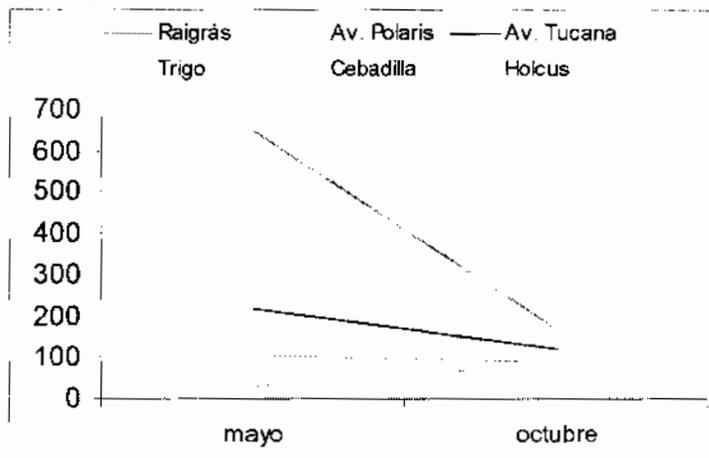
**Figura 33. Efecto de la fecha sobre la dinámica poblacional de trigo 1998 (macollas/m<sup>2</sup>).**



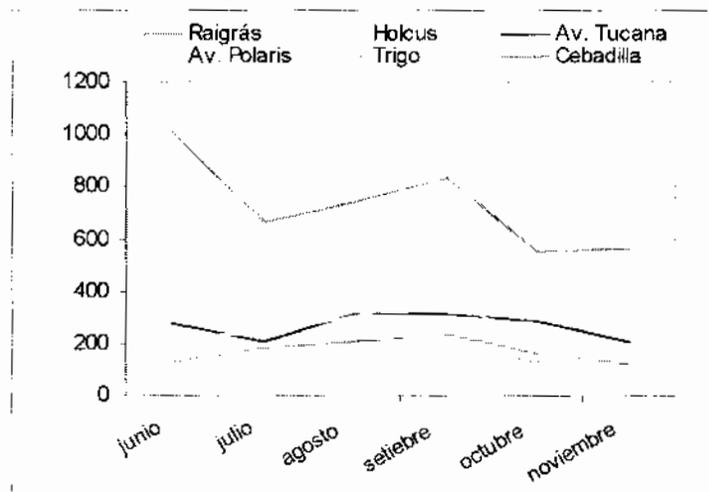
### 2.3 Comparación en el número de plantas y la dinámica poblacional de las gramíneas introducidas.

En las siguientes figuras se pueden observar las variaciones en el número de plantas/m<sup>2</sup> y el número de macollas/m<sup>2</sup> para todas las gramíneas sembradas.

**Figura 34. Evolución en el número de plantas de las gramíneas introducidas (plantas/m<sup>2</sup> a lo largo del año).**



**Figura 35. Evolución del número de macollas de las gramíneas introducidas (macollas/m<sup>2</sup> a lo largo del año).**



### 3 NUMERO DE PLANTAS DE LOTUS RINCON

**Cuadro 27. Población de Lotus Rincón (plantas/m<sup>2</sup>).**

Especie	Raigrás	Av. Tucana	Av. Polaris	Trigo	Holcus	Cebadilla
Plantas	546	510	490	488	462	420

**Cuadro 28. Análisis de varianza**

Variable Dependiente: Plantas de L. Rincón /m.cuadrado.	
Fuente de variación	Pr > F
Bloque	<b>0.0001 ***</b>
Especie	0.6889 NS
Bloque x Especie	0.1201 NS
Fecha	0.3103 NS
Bloque x Fecha	<b>0.0367 **</b>
Especie x Fecha	<b>0.0193 **</b>
Bloque x Especie x Fecha	0.2603 NS

C.V = 61.74 %

Media = 490

(NS = No significativo; p<0.1\*; p<0.05\*\*; p<0.01\*\*\*)

Es de resaltar que si bien no existieron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0.05$ ), entre el número de plantas/m<sup>2</sup> de Lotus Rincón y las gramíneas introducidas, las especies que tienen mayor número de plantas y macollas son las que tienen mayor número de plantas de Lotus Rincón. Estas son raigrás, avena Tucana y avena Polaris.

Esto podría estar explicado porque los mismos efectos que favorecen la implantación y macollaje de las gramíneas, también favorecen la implantación y crecimiento de las plantas de una leguminosa anual como el Lotus cv. El Rincón. Estos elementos son: fertilidad, profundidad y tipo de suelo, agua disponible.

Lo anterior se vería apoyado por el hecho de que en los sitios donde existió un menor macollaje de las gramíneas, también hubo un menor número de plantas de lotus.

Si bien no existen efectos estadísticamente significativos al 5%, hay mayor número de plantas de lotus en mayo que en agosto. Esto se explicaría por las características del ciclo del lotus. Es una especie anual que germina a mediados de otoño, se implanta con un gran número de plantas, ingresa al invierno en un estado de letargo en el cual no hay crecimiento, y sobre fin del invierno retoma el crecimiento con un menor número de plantas (las que sobrevivieron al período invernal), pero estas son de mayor tamaño.

## **V ANALISIS Y DISCUSION**

Del análisis de los resultados se desprende el bajo impacto que tuvo la implantación de las diferentes gramíneas en la producción total de forraje para el período considerado. Si bien la producción en muchos casos es superior a la del campo natural, es inferior a los datos citados en la bibliografía como esperable a priori para las condiciones que se presentaron en el correr del año en nuestro ensayo.

La incorporación de gramíneas no solo no disminuyó el déficit invernal de forraje, sino que además marcó más aún la estacionalidad, como lo podemos ver en el siguiente cuadro.

**Cuadro 29. Tasa de crecimiento diario por estación (MS kg/há/día).**

	Otoño- Invierno	(%)	Primavera	(%)	Estacionalidad Rel. P/I
Gramínea	1.11	15	10.01	27	9.02
L. Rincón	2.35	32	5.05	15	2.15
P. Resid.	3.94	53	21.46	58	5.44
Total	7.40	100	36.52	100	4.93

La siembra fue realizada el 4 de mayo (mitad de otoño), en siembra directa sobre un tapiz de campo natural mejorado sobre el cual no se utilizaron herbicidas.

Según la revisión bibliográfica realizada, los autores citados concuerdan en que la productividad del mejoramiento instalado está relacionada al control del tapiz realizado, lo anterior sumado a las adecuadas precipitaciones y temperatura del mes de marzo y abril hace que la vegetación nativa de crecimiento otoño-invierno-primaveral haya sido una competidora muy importante para las gramíneas que se implantaron.

Un elemento a tener en cuenta es la menor temperatura del suelo que se presenta en siembra directa. La fecha en que se sembró es tardía. La fecha óptima según los autores relevados sería abril, esto se ve agravado ya que la siembra se realiza con una menor temperatura de suelo, lo cual enlentece los procesos de germinación y macollaje, lo que provoca mayor tiempo de exposición de las gramíneas en estado de plántula a factores climáticos adversos como así también al ataque de hormigas. Lo anterior repercute en un mayor período siembra-primer pastoreo y por lo tanto en una menor producción de forraje de las diferentes gramíneas introducidas.

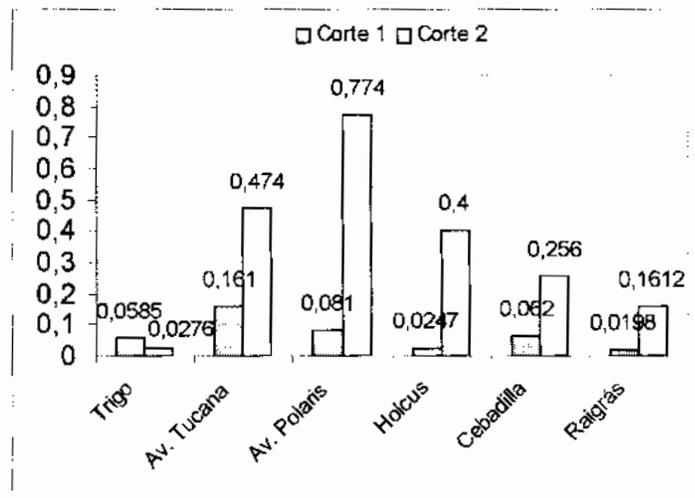
La no aplicación de herbicidas para el control del tapiz, trajo aparejado otros inconvenientes además de no controlar la competencia del tapiz residente. Entre estos nos encontramos con la imposibilidad de descompactar la superficie del suelo que habitualmente ocurre cuando se realiza siembra directa, por efecto de la descomposición

radicular de la pastura residente, que provoca el aumento en el número de macroporos y aumento en el nivel de materia orgánica

En general el macollaje de las gramíneas aumentó hasta el 5° conteo realizado el 5 de setiembre, y luego disminuyó ya que en este mes comienza la elongación de los entrenudos y las macollas que no pasan a estado reproductivo mueren. El porcentaje de macollas que vuelve a brotar luego del encañado es bajo por efectos de la dominancia apical.

Lo anterior nos lleva a concluir que la mayor producción de forraje del segundo corte relacionada al primero fue en base a menos macollas pero de mayor peso (mayor tamaño), y por lo tanto la producción del primer corte fue en base a un gran número de macollas de bajo peso o lo que es igual, de menor tamaño como lo vemos en la siguiente figura.

**Figura 36. Relación peso/n° de macollas para cada corte (MS g/macolla).**



Conjuntamente con el corte se llevó a cabo la refertilización el 25 de setiembre, con 150 kg de urea al voleo. Varios son los supuestos que podrían explicar la baja respuesta en producción de forraje.

El primero y tal vez el más importante, las escasas precipitaciones que se produjeron el mes siguiente a la fertilización (no llovió desde el 22 de setiembre hasta el 23 de octubre), esto puede haber provocado pérdidas por volatilización de la urea.

Al momento de sembrar, las especies nativas ya estaban con un tamaño de planta que les permitió aprovechar mejor el fertilizante agregado (fosfato de amonio), aunque

este se agregó junto a la semilla de la especie introducida y permitió también capitalizar a su favor la ausencia de pastoreos.

La presencia de raigrás naturalizado, mejor adaptado y con un estado de desarrollo mayor (recordar que comienza a brotar a fin de marzo), fue seguramente un gran competidor para las gramíneas que fueron introducidas, en el uso del nitrógeno aportado como fertilizante a la siembra (18 unidades de N/há.).

Otro competidor, en el uso del fósforo, en el primer momento de desarrollo de las especies implantadas, seguramente fue el número de plantas de Lotus cv. El Rincón, que ya estaban con buen tamaño al momento de la siembra de las gramíneas. Se fertilizó a la siembra con 46 unidades de fósforo/há.

Las precipitaciones abundantes del período estival previo a la siembra pueden haber contribuido además de favorecer la competencia del tapiz residente, a limitar la presencia de nitrógeno disponible para las plantas producto de la mineralización de la materia orgánica.

Otro elemento a tener en cuenta es el vigor de las plantas de campo natural y la acumulación de forraje que presentaba la fracción campo natural al momento del corte y posterior refertilización. Es probable que las especies nativas de estos suelos ubicados en Basamento Cristalino, que son mayoritariamente de crecimiento primavero-estivo-otoñal, *estuvieran en mejores condiciones para responder a este incremento en los niveles de nitrógeno ya que la refertilización se realizó al voleo.* Además es esperable que estén más adaptadas para soportar los bajos niveles de precipitaciones en el comienzo de la primavera.

La producción del campo natural, como era esperable concentró su entrega de forraje en primavera, por lo tanto el segundo corte produjo significativamente más que el primero, que recogía la producción otoño invernal.

Con respecto al número de plantas que se implantaron de las diferentes especies de gramíneas, este dependió más del tipo de especie interaccionando con las condiciones ambientales, que de la profundidad y características del suelo donde estaban sembradas.

El comportamiento de los dos cultivares de avenas evaluados (avena Tucana y avena Polaris), fue similar en cuanto a la implantación y sobrevivencia de las plantas en el período invernal, y también en cuanto a la capacidad de macollaje, no existiendo diferencias significativas entre las dos especies para las variables consideradas. Los resultados obtenidos son diferentes a los esperables. Avena Tucana tiene un patrón de acumulación de forraje diferente al de avena Polaris, ya que crece más en otoño y se implanta más rápidamente. Avena Polaris es menos macolladora, presentando macollas mas gruesas y pesadas (porque es doble propósito). Además avena Polaris tiene la

capacidad de producir macollas luego de haber comenzado a encañar, dependiendo de la luz y de la disponibilidad de nitrógeno.

La realización de solo 2 cortes puede haber afectado negativamente el macollaje y la producción forrajera de las avenas, ya que en la bibliografía consultada se mencionan entre 3 y 4 cortes como promotores de un mayor macollaje y mayor producción de forraje.

La producción total de forraje de avena Tucana fue superior en 810 kg. a la producción de la avena Polaris, y esta diferencia tuvo un efecto estadísticamente significativo. Un elemento a considerar que pudo influir en la mejor performance de Tucana, es su floración tardía, que aumenta el periodo de crecimiento vegetativo y por lo tanto pudo redundar en mayor producción.

La avena Tucana fue la especie que más forraje produjo (1505 kg.), seguida por el Holcus (1280 kg.) y en 3° lugar la avena Polaris.

Resulta llamativo el bajo aporte de la fracción gramínea introducida a la producción total de cada uno de los 2 cortes, compuestos por la fracción campo natural, la fracción leguminosa, además de la fracción gramínea mencionada anteriormente. Es importante aclarar que cuando hablamos de la baja producción de las especies lo hacemos en comparación al aporte de la fracción campo natural, que muchas veces es superior al aporte de la gramínea implantada.

La baja producción de forraje de todas las gramíneas en general podría estar explicada, además de los factores reseñados anteriormente, por la baja influencia que tuvo la producción del primer corte sobre la producción total. La producción de este corte pudo verse afectado por la baja mineralización de la materia orgánica que ocurre en el suelo cuando no es laboreado, Sumándose a esto un insuficiente agregado de nutrientes como fertilizante.

El raigrás, que se destacó por su muy buena implantación y macollaje relacionado a las demás gramíneas, no logró transformar ese potencial en mayor producción de forraje. Recordar que mientras las avenas y el trigo basan su entrega de forraje invernal a través de pocos macollos de peso elevado, el raigrás condiciona su producción a un número total mayor de macollos de bajo peso.

Según la bibliografía consultada, en condiciones de baja fertilidad, como este caso, era esperable que las avenas produjeran más forraje que el raigrás. Este comportamiento obedece a que el raigrás es una especie con un potencial de eficiencia en la utilización del nitrógeno mayor que la avena. El raigrás produjo 195 kg, por debajo avena Polaris que produjo 1275 kg, luego en orden creciente el Holcus con 1280 kg, y la mayor producción fue de avena Tucana que produjo 1505 kg de materia seca total.

Chiara en 1975 encontró que la producción de forraje de raigrás y avena en otoño y principios de invierno, puede aumentar notablemente con el agregado de 40 kg de nitrógeno por hectárea. La fertilización a la siembra realizada fue con 18 unidades de nitrógeno por hectárea, con el agravante de que en siembra directa existe muy poca mineralización de la materia orgánica, por esto consideramos que la fertilización nitrogenada a la siembra fue insuficiente y esto repercutió en la producción de forraje del primer corte y a la postre en la producción total.

El trigo fue de las especies con menor número de plantas, al igual que la cebadilla, y solo por encima del holcus. En cuanto al número de macollos fue el de menor número comparado a las demás gramíneas, solo igualado por la cebadilla que si bien tiene mayor número de macollas, la diferencia no es estadísticamente significativa.

El peso de los 1000 granos de la semilla de trigo es de 38-40 gramos. Para una siembra de mayo a 100 kg/há tendrían que implantarse en promedio, 260 plantas/m<sup>2</sup> (considerando un 100 % de poder germinativo). A los 15 días de la siembra, en el primer conteo de plantas encontramos 140 plantas/m<sup>2</sup>, en esta especie existieron problemas en la implantación a diferencia de las avenas y el raigrás.

La producción de forrajera del trigo fue la más baja (325 kg.), conjuntamente con la cebadilla (470 kg.), son las gramíneas que produjeron menos forraje.

El trigo fue afectado por algún problema fisiológico que resintió fuertemente la productividad del mismo. Las fechas óptimas de siembra dependen de la región, pero no se recomienda sembrar antes del 20 de mayo en la región Sur.

Otro elemento a considerar cuando analizamos la producción del trigo como de las demás gramíneas, son las bajas temperaturas del invierno del año 1998, ya que la temperatura es la variable que quizás restringe más la producción invernal, conjuntamente con el exceso de agua. Para trigo algunos registros nacionales muestran que la tasa de crecimiento diario promedio hasta el encañado, se ubica alrededor de 20 kg/MS/há/día, pero dependiendo de las condiciones ambientales, puede alcanzar valores cercanos a 100 kg/MS/há/día.

El retraso en el pastoreo (en este caso corte), enlentece el rebrote, ya que el área foliar remanente va a estar constituido por material muerto y en senescencia debido a la acumulación de biomasa con poca actividad fotosintética. El macollaje tiende a aumentar más en defoliaciones tempranas que en tardías.

La cebadilla junto con el trigo, fueron las especies que lograron un menor número de plantas, solo superaron al holcus, que a diferencia de las anteriores presenta un excelente potencial de macollaje, que quedó demostrado en el ensayo. La cebadilla

tiene poca capacidad de macollaje por lo cual es muy importante una buena implantación.

Todas las especies disminuyen significativamente el número de plantas entre otoño y primavera, salvo el holcus en el que aumenta el número de plantas. Una posible explicación sería que en el primer conteo de plantas realizado con quince días de posterioridad a la siembra (19/5/98), aún no hubieran germinado parte de las plantas de holcus por lo cual se hubiera subestimado su número.

## **VI CONCLUSIONES**

- \* El número de plantas de las distintas especies de gramíneas, disminuyó entre otoño y primavera.
- \* El número de macollas aumentó entre el otoño y la primavera y varió en función de la especie utilizada.
- \* La inclusión de gramíneas, no disminuyó la estacionalidad de la producción de forraje de la pastura residente y del lotus.
- \* En función a los resultados obtenidos parece necesario:
  - a) Utilización de herbicidas para el control del tapiz
  - b) Adelantar la fecha de siembra
  - c) Aumentar el nivel de nutrientes agregado como fertilizantes
  - d) Aumentar el nº de cortes como forma de incrementar la producción de forraje

## **VII RESUMEN**

El principal recurso forrajero sobre el que se desarrolla el sistema ganadero nacional es el campo natural, el cual se caracteriza por la baja productividad y marcada estacionalidad, sumado a importantes variaciones en calidad, con un efecto depresivo importante sobre la producción ganadera.

Las condiciones climáticas erráticas, principalmente precipitaciones y temperatura, así como también suelos con bajos niveles de fósforo y alta capacidad de fijación del mismo, limitan la presencia de leguminosas nativas, lo cual determina una pobre inclusión de nitrógeno al sistema. Dicha falta de fertilidad, afecta desfavorablemente la presencia de gramíneas invernales.

Para superar las carencias anteriormente mencionadas, desde algunos años atrás en Basamento Cristalino, se vienen utilizando tecnologías como son la inclusión de leguminosas en este caso el lotus *subbiflorus* cv. El Rincón, en cobertura sobre tapices naturales.

Esta alternativa de gran adopción en los últimos años (800.000 ha), se caracteriza por su alta productividad, gran estacionalidad, persistencia, bajo costo, simplicidad de manejo y menor riesgo en relación a otras alternativas como son la implantación de praderas convencionales.

Como un paso posterior luego de haber establecido el mejoramiento y elevado los niveles de fertilidad del suelo por aporte de fósforo como fertilizante y nitrógeno por la leguminosa, surge la posibilidad de incluir gramíneas invernales en el tapiz para mejorar la distribución estacional y calidad de la pastura, ya que en general los tapices se encuentran dominados por especies estivales de poca calidad y productividad.

La idea de plantear una experiencia con la introducción de gramíneas de vida corta, surge de la necesidad que tiene la ganadería de contar con especies que aporten mayores volúmenes de forraje en el corto plazo y en épocas de déficit como el invierno.

El ensayo se realizó en el paraje Timote, departamento de Forida, sobre un Vertisol Rúptico de la unidad San Gabriel-Guaycurú sobre Basamento Cristalino.

Se sembraron gramíneas anuales y bianuales en siembra directa, sobre una cobertura previamente instalada de lotus *subbiflorus* cv. El Rincón.

La siembra se realizó el 4 de mayo de 1998, sin aplicación previa de herbicidas, con una maquina Baldan 4000 STD. Las especies sembradas y sus densidades de siembra fueron las siguientes: Avena sativa "Tucana" 100 kg/há; Avena sativa "Polaris"

100 kg/há; Trigo "Buck Charrúa" 100 kg/há; Raigrás "LE 284" 15 kg/há; Cebadilla "Tijereta" 15 kg/há y Holcus "La Magnolia" 10 kg/há.

Se registraron datos de 1 año sobre implantación y productividad de las gramíneas introducidas, así como también implantación y productividad de lotus cv. El Rincón y pastura residente. Además se realizó una composición botánica del tapiz al comenzar el ensayo.

Las variables evaluadas fueron: nº de plantas y macollas de las gramíneas introducidas, así como también nº de plantas/m<sup>2</sup> de lotus cv. El Rincón; producción de MS total y para las fracciones gramínea introducida, lotus cv. El Rincón y pastura residente.

Se realizaron 2 conteos de plantas y 6 de macollas a lo largo del año para las gramíneas introducidas y también 2 conteos de plantas de lotus cv. El Rincón. Se realizaron 2 cortes para medir la producción de forraje, uno que recogía la producción otoño-invernal y otro corte con la producción primaveral.

Para el análisis estadístico se hicieron 6 tratamientos y 3 bloques por tratamiento, y para el análisis de los datos se utilizó la versión 6.11 del SAS procedimiento GLM, con un nivel de significación del 5%.

Los resultados obtenidos muestran que el número de plantas de las gramíneas introducidas disminuyó entre el otoño y la primavera, en tanto que el número de macollas aumentó y varió en función de la especie utilizada.

La inclusión de gramíneas no disminuyó la estacionalidad de la pastura establecida, y en función de los resultados obtenidos parece necesario; utilizar herbicidas para el control de tapiz, adelantar la fecha de siembra, aumentar el nivel de nutrientes agregados como fertilizante, y aumentar el número de cortes como forma de incrementar la producción de forraje.

## **VIII SUMMARY**

The main forage resource on which the national cattle system is developed is the natural field, which is characterized by the drop productivity and marked seasonal growth, added to important variations in quality, with an important depressive effect on the cattle production.

The erratic climatic conditions, mainly precipitations and temperature, as well as floors with low phosphorous levels and high capacity of fixation of the same one, limit the presence of leguminous native, which determines a poor nitrogen inclusion to the system. This lack of fertility affects unfavorably the presence of winter gramineous.

To overcome the previously mentioned lacks, since some years, in crystalline basement, people has been using technologies like the inclusion of leguminous, for example *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón, in covering on natural tapestries.

This alternative of great adoption in the last years, is characterized by its high productivity, great seasonality, persistence, low cost, handling simplicity and smaller risk in relation to other alternatives as they are the installation of conventional prairies.

As a later step, after having established the improvement and high levels of fertility because of phosphorous contribution like fertilizer and nitrogen for the leguminous one, the possibility arises of including gramineous winter in the tapestry to improve the seasonal distribution and quality of the pasture, since in general the tapestries are dominated by summery species of little quality and productivity.

The idea of outlining an experience with the introduction of gramineous of short life, arises of the necessity that has the cattle raising of having species that contribute bigger forage volumes in the short term and in deficit times like in winter.

The assay was carried out in the place Timote, department of Florida, on a Vertisol Rúptico of the unit San Gabirel-Guaycurú on Crystalline Basement.

There were sowed annual and biannual gramineous in no till drill, on a previously installed covering of *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón.

The sowing was carried out the 4<sup>th</sup> May of 1998, without previous application of herbicides, with a machine Baldán 4000 STD. The sowed species and their sowing densities were the following ones: Avena sativa "Tucana" 100 kg/há; Avena sativa "Polaris" 100 kg/há; Tirgo "Buck Charrúa" 100 kg/há; Raigrás "LE 284" 15 kg/há; Cebadilla " Earwig " 15 kg/há and Holcus The Magnolia 10 kg/há.

There were registered the first year-old data of implantation and productivity of the introduced gramineous, as well as implantation and productivity of lotus cv El Rincón and resident pasture. It was also carried out a botanical composition from the tapestry when beginning the assay.

The evaluated variables were: number of plants and introduced stems of the gramineous ones, as well as number of plants for square meter of lotus cv El Rincón, production of total dry matter and for the introduced gramineous fractions, lotus cv El Rincón and pasture resident.

There were carried out two counts of plants and six of stems along the year for the gramineous ones introduced and also two counts of plants of lotus cv El Rincón. There were carried out two courts to measure the forage production, one that picked up the production autumn - winter and another cut with the spring production.

For the statistical analysis, six treatments and three blocks were made by treatment, and for the analysis of the data, the version used was 6.11 of the SAS procedure GLM with a level of significance of 5%.

The obtained results show that the number of introduced plants of the gramineous ones diminished between the autumn and the spring, as long as the stem number increased and it varied in function of the used species.

The inclusion of gramineous didn't diminish the difference of seasonal growth of the established pasture, and in function of the obtained results it seems necessary, to use herbicides for the control of the tapestry, to advance the sowing date, to increase the level of the nutrients attached as fertilizer, and to increase the number of courts like form of increasing the forage production.

## **IX BIBLIOGRAFIA**

1. ABADÍE, T; REBUFFO, M. 1997. South American Oats Congress. INIA, 3° Colonia, Uruguay. 5 p.
2. AMARANTE, P; FERENCZI, M; JAURENA, M; LABANDERA, C. 1997. Introducción de especies forrajeras en campo natural, comparando siembra directa en líneas con voleo superficial en combinación con diferentes tipos y dosis de herbicidas. In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. 7° Jornada de siembra directa. AIA. Montevideo, Uruguay. pp 123-125.
3. \_\_\_\_\_; PEREZ BIDEGAIN, M ; GARCÍA PRÉCHAC, F. 1997. Siembra directa en sistemas lecheros y ganaderos de la región centro y sur del país. In Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos. Bañado de Medina, Cerro Largo, Uruguay. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. pp73-86.
4. ASUAGA, A.1994. Lotus Subflorus cv. El Rincon, a new alternative for extensive improvement of natural pastures. In International Lotus Symposium. St. Louis, Missouri. 1° Missouri Botanical Gardens. pp 147-150.
5. AUGSBURGER, H. 1997. El manejo de los rastrojos para la siembra directa. In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. 7ª Jornada de siembra directa. Montevideo, Uruguay. AIA. pp 73-83.
6. \_\_\_\_\_; QUINCKE , A. 1998. Sobre las sembradoras para siembra directa. FUCREA. N° 192. 23-26.
7. AYALA, W; BERMUDEZ, R; CARÁMBULA , M. 1996. Introducción de gramíneas en mejoramientos extensivos. In Producción Animal, Unidad Experimental Palo a Pique , INIA , Treinta y Tres, Uruguay. Serie de actividades de difusión n° 110. pp 33-43.
8. \_\_\_\_\_; CARAMBULA , M ; CARRIQUIRY , E .1994. Mejoramientos de campo con Lotus Subbiflorus cv. El Rincón . pp 1-21.
9. BAKER, J; RITCHIE, W. 1999. Direct drilling without tilling for crops and pasture. Paysandú, Uruguay, Casa Universitaria de Paysandú. EEMAC, PRENADER, AIA. 7 P. (En CD)
10. BEMHAJA, M. 1993. Holcus Lanatus La Magnolia. INIA. Serie técnica n° 32. 15 p.

11. BEN, J; FONTANELI, R; POTTKER, D. 1995. Resposta de aveia à adubação nitrogenada em cobertura , em sistema plantio direto sobre campo nativo. In Seminario Internacional do Sistema Plantio Direto. Passo Fundo , Río Grande do Sul , Brasil. 1º EMBRAPA-CNPT. pp 159.
12. \_\_\_\_\_; FONTANELI, R. 1995. Aproveitamento de áreas de pastagens naturais marginais às lavouras anuais. In Seminario Internacional do Sistema Plantio Direto. Passo Fundo, Río Grande do Sul, Brasil. 1º EMBRAPA-CNPT. pp163-165.
13. BERRETTA, E; MARCHESI, C; PÉREZ GOMAR, E. 1997. Evolución de la vegetación de un campo natural sobre un suelo arenoso luego de tres años de siembra directa. In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Montevideo, Uruguay. 7ª Jornada de siembra directa. AIA. pp 117-118.
14. BLANCO, F; GARCÍA PRÉCHAC, F; SCAGLIA, G; TERRA, J. 1997. Avances sobre alternativas tecnológicas para producción forrajera en lomadas del este. In Producción Animal, Unidad Experimental Palo a Pique, INIA Treinta y Tres, Uruguay. Serie de actividades de difusión nº 136 pp 67-79.
15. BOGGIANO, P. 1990. Evaluación de 14 gramíneas perennes bajo pastoreo. In Seminario nacional de campo natural. INIA Tacuarembó, Uruguay. Editorial Hemisferio Sur. pp 185-195.
16. BORDOLI, J. 1997. Dinámica de nutrientes y fertilización en siembra directa. In Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos. . Bañado de Medina, Cerro Largo, Uruguay. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. pp 25-29.
17. BORDOLI, M. 1998. Fertilización N P de trigo en siembra directa. In Jornada nacional de siembra directa. Mercedes, Soriano, Uruguay. 6ª AUSID. pp 19-21.
18. CAPURRO, G; OFICIALDEGUI, R; PEÑAGARICANO, J. 1998. Producción intensiva de lana sobre coberturas de Lotus El Rincón. In Jornada técnica de divulgación sobre Lotus El Rincón. Plan Agropecuario. pp 11-13.
19. CARAMBULA, M. 1998. Consideraciones relevantes sobre Lotus Subbiflorus cv. "El Rincón". In Jornada técnica de divulgación sobre Lotus El Rincón. Plan Agropecuario. pp 1-4.

20. CASANOVA, O. 1996. Fertilización en pasturas. In Curso de actualización en fertilidad de suelos. Instituto Clemente Estable. Montevideo, Uruguay. Univ. de la República. Fac. de Agronomía. pp 17-19.
21. CIANELLI, E; OTTONELLO, E. 1998. Inclusión de gramíneas en mejoramientos extensivos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 106 p.
22. CIGANDA, V. 1996. Manejo de la fertilización nitrogenada en siembra directa de pasturas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 60 p.
23. COLL, J; RISSO, D; ZARZA, A. 1990. Evaluación de leguminosas para mejoramientos extensivos sobre cristalino. In Seminario nacional de campo natural. INIA. Tacuarembó, Uruguay. 2º Editorial Hemisferio Sur. pp 219-241.
24. CROVETTO LAMARCA, C. 1992. Rastrojos sobre el suelo, una introducción a la cero labranza. Santiago, Chile. Editorial Universitaria. 301 p.
25. CURBELO, S; LABANDERA, C; PASTORINI, D; RUSSELL, H. Comportamiento simbiótico de *Lotus Subbiflorus ssp.subbiflorus*. In Seminario nacional de campo natural. Tacuarembó, Uruguay. 2º INIA. Editorial Hemisferio Sur. pp 271-275.
26. DEL PINO, A. 1996. Fertilización en siembras en cobertura. In Curso de actualización en fertilidad de suelos. Montevideo, Uruguay. Univ. de la República. Fac. de Agronomía. Instituto Clemente Estable. pp 21-23.
27. \_\_\_\_\_. 1996. Dinámica de nutrientes en campo natural y mejoramientos con leguminosas. In Curso de actualización en fertilidad de suelos. Montevideo, Uruguay. Univ. de la República. Fac. de Agronomía. Instituto Clemente Estable. pp 13-15.
28. DESCHENAUX, H; FORMOSO, D; PEINADO, G. 1996. Efecto de la dosis de fertilizante y uso de desecantes en implantación de especies forrajeras en campo natural mediante siembra directa. In Jornada Nacional de Siembra Directa, Mercedes, Uruguay. 4ª AUSID.
29. DIAZ-ROSELLO, R; LEGUISAMO, N; URCHIPÍA, A. 1993. Pastoreo de trigo. Montevideo, Uruguay. INIA. Serie técnica nº 36. 21 p.
30. DUTO, P. 1998. Fijación biológica del nitrógeno e inoculación. In Jornada técnica de divulgación sobre Lotus El Rincón. Uruguay. Plan Agropecuario. pp 14-18.

31. ECHEVERRÍA CANON, A; MARQUES, P. 1993. Implantación de especies en cobertura sobre campo restablecido (Unidad San Manuel). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 145 p.
32. ERNST, O. 1997. Principales resultados obtenidos en siembra directa de cultivos graníferos. In Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos. Bañado de Medina, Cerro Largo, Uruguay Universidad de la República, Facultad de Agronomía pp 31-35.
33. \_\_\_\_\_. 1999. Siembra directa sin laboreo de cultivos de invierno. Paysandú, Uruguay. Casa Universitaria de Paysandú, EEMAC, PRENADER, AIA. 12p. (En CD).
34. \_\_\_\_\_. 1999. Siembra sin laboreo de cultivos de verano. Paysandú, Uruguay. Casa Universitaria de Paysandú, EEMAC, PRENADER, AIA. 16 p. (En CD).
35. ETCHEGOIMBERRY, J; GARI, J. 1998. Aspectos relevantes del manejo del Lotus El Rincón. In Jornada técnica de divulgación sobre Lotus El Rincón. Uruguay. Plan Agropecuario. pp 5-7.
36. FERENZI, M; JAURENA, M; LABANDERA, C. 1997 Establecimiento y producción inicial de mejoramientos de campo realizados en cobertura y siembra directa, con diferentes tipos y dosis de herbicidas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 70p.
37. FOLLE, A. 1995. Evaluación de producción física sobre mejoramientos de Lotus Rincón. In Publicación del Departamento de Mejoramiento Ovino. Uruguay. SUL. pp 32-36.
38. FONTANELI, R; DE JESUS, L. 1995. Utilização de cereais de inverno em duplo propósito (forragem e grão) no contexto do sistema plantio direto. In Seminario Internacional do Sistema Plantio Direto. Passo Fundo, Río Grande do Sul, Brasil. 1º EMBRAPA- CNPT. pp 177-181.
39. FORMOSO, D. 1995. Composición de la cobertura vegetal (disponibilidad y crecimiento) en dos mejoramientos de Lotus Rincón. In Publicación del Departamento de Mejoramiento Ovino. Uruguay. SUL. pp 27-31.
40. \_\_\_\_\_. 1995. Manejo de campo natural. In Publicación del Departamento de Mejoramiento Ovino. Uruguay. SUL. pp 2-8.

41. \_\_\_\_\_; FOLLE, A; GAGGERO, C; PEÑAGARICANO, J. 1996. Utilización a diferentes cargas de un mejoramiento de un campo nativo con una leguminosa anual (*Lotus Subbiflorus* cv. El Rincón). In Producción Ovina. Uruguay. SUL. pp 35-45.
42. FORMOSO, F; RÍOS, A; RISSO, D; VINCENT, I. 1997. Susceptibilidad de leguminosas forrajeras a aplicaciones de Glifosato. In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Jornada de siembra directa. Montevideo, Uruguay. 7º AIA. pp 129-130.
43. GAGGERO, C. 1998. Evaluación de Lotus " El Rincón " bajo pastoreo de lanares. In Jornada técnica de divulgación sobre Lotus El Rincón. Uruguay. Plan Agropecuario. pp 8-10.
44. \_\_\_\_\_; RISSO, D. 1997. Utilización de mejoramientos extensivos en Cristalino. In Jornada "La Carolina". Mejoramiento de campos en Cristalino. Tacuarembó. INIA Serie de actividades de difusión n° 153. pp 25-32.
45. GALARZA, C; GUDELJ, V; NIERI, G; VALLONE, P. 1999. Fertilización en siembra directa. Paysandú, Uruguay. Casa Universitaria de Paysandú, EEMAC, PRENADER, AIA. 7p. (En CD).
46. GALLINAL, R. 1990. Mejoramiento de campos naturales con *Lotus Subbiflorus* cv. El Rincón. In Seminario nacional de campo natural. Tacuarembó, Uruguay. 2º INIA. Editorial Hemisferio Sur. pp 255-262.
47. GARCÍA, J; REBUFFO, M; FORMOSO, F. 1991. Montevideo, Uruguay. INIA. Publicación. 15p.
48. GARCÍA, F. 1997. Aspectos básicos del comportamiento de suelos en siembra directa: propiedades físicas. In Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos. Bañado de Medina, Cerro Largo, Uruguay. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. pp 11-23.
49. \_\_\_\_\_. 1998. Fundamentos de la siembra directa y su utilización en Uruguay. Seminario de actualización técnica en siembra directa. Uruguay.
50. \_\_\_\_\_. 1999. Siembra directa en la producción de forraje. Paysandú, Uruguay. Casa Universitaria de Paysandú, EEMAC, PRENADER, AIA. 22p. (En CD).

51. \_\_\_\_\_; MARCHESI, C; PEREZ GOMAR, E. 1997. Efecto del control de la vegetación natural sobre la producción de cultivos invernales con siembra directa. In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Jornada de siembra directa. Montevideo, Uruguay. 7º AIA. pp 115-116.
52. \_\_\_\_\_; SCAGLIA, G; TERRA, J. 1997. Comparación de cuatro intensidades de uso del suelo con tecnología de siembra directa para producción forrajera en las lomadas del este de Uruguay. In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Jornada de siembra directa. Montevideo, Uruguay. 7º AIA. pp 107-111.
53. \_\_\_\_\_; TERRA, J. 1997. Intensidad de laboreo y fertilización nitrogenada en cultivos forrajeros de invierno sobre lomadas del este. In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Jornada de siembra directa. Montevideo, Uruguay. 7º AIA. pp 99-105.
54. \_\_\_\_\_; MARCHESI, C; PEREZ GOMAR, E. 1997. Siembra directa en sistemas basados en producción de forraje : región Noreste. In Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos. Bañado de Medina, Cerro Largo, Uruguay. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. pp 101-121.
55. GAYO, J. 1998. Reservas de forraje con mejoramientos de Lotus "El Rincón". In Jornada técnica de divulgación sobre Lotus El Rincón. Uruguay Plan Agropecuario. pp 19-20.
56. HOFFMAN, E; PERDOMO, C. 1999. Criterios para el manejo de la fertilización nitrogenada en cultivos extensivos bajo cero laboreo. Paysandú, Uruguay. Casa Universitaria de Paysandú, EEMAC, PRENADER, AIA. 22p. (En CD).
57. IBARRA, M; RÍOS, A; ROTH, Y. 1997. Control de campo sucio en sistemas pastoriles. In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Jornada de siembra directa. Montevideo, Uruguay. 7º AIA. pp 143-144.
58. \_\_\_\_\_. 1994. Avena INIA LE Tucana. Uruguay. INIA. Publicación. 14 p.
59. \_\_\_\_\_. 1997. Jornada de cultivos de invierno. Uruguay. INIA. Serie de actividades de difusión nº125. 46 p.
60. IRIO MOROCHI, A. Tecnología de aplicação de herbicidas dessecantes e pos-emergentes no sistema plantio direto. In Seminario Internacional do Sistema Plantio Direto. Passo Fundo, Río Grande do Sul, Brasil. 1º EMBRAPA-CNPT. pp131-139.

61. LA PAZ CAMERA, A; PEREZ, M; ROBATTO, R. 1994. Implantación de especies sembradas en cobertura sobre basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 148 p.
62. LACO, A; THOMPSON, M. 1995. La siembra directa en explotaciones agrícola-ganaderas. In Siembra directa, realidad actual e interrogantes. Uruguay. Plan Agropecuario. pp 1-5.
63. LARRAMBERE, F; PEREIRA, M. 1995. La siembra directa en explotaciones ganaderas. In Siembra directa, realidad actual e interrogantes. Uruguay. Plan Agropecuario. pp 6-12.
64. LLADO, C; MENDI, P; VAZ, A. 1994. Evaluación de gramíneas invernales en mezclas forrajeras sometidas a diferente fertilización, método de siembra y manejo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 75p.
65. MARCHESI, A; MARCHESI, E; QUINCKE, A. 1997. Observaciones y resultados de las experiencias en AUSID. In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Jornada de siembra directa. Montevideo, Uruguay. 7° AIA pp 39-41.
66. MARCHESI, E. 1997. La adopción de la siembra directa en el establecimiento agrícola ganadero "La Sorpresa". In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Jornada de siembra directa. Montevideo, Uruguay. 7° AIA pp 9-11.
67. MARTINO, D. 1997. Manejo de la compactación de suelos en sistemas agrícolas ganaderos con siembra directa. In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Jornada de siembra directa. Montevideo, Uruguay. 7° AIA pp 35-38.
68. \_\_\_\_\_. 1997. Siembra directa en los sistemas agrícolas ganaderos del litoral. Uruguay. INIA. Serie técnica n° 82. 28p.
69. \_\_\_\_\_. 1997. Siembra directa en los sistemas agrícolas-ganaderos del litoral. In Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos. Bañado de Medina, Cerro Largo, Uruguay. Universidad de la República, Facultad de Agronomía. pp 41-58.
70. \_\_\_\_\_. 1999. Manejo de las restricciones físicas del suelo en sistemas de siembra directa. Paysandú, Uruguay. Casa Universitaria de Paysandú, EEMAC, PRENADER, AIA. 34 p. (En CD).

71. MORAES SÁ, J. 1995. Manejo de fósforo no sistema plantio direto . In Seminario Internacional do Sistema Plantio Direto. Passo Fundo, Río Grande do Sul, Brasil. 1º EMBRAPA- CNPT. pp 83-93.
72. MORÓN, A. 1999. Descomposición de rastrojos de cultivos y pasturas. Paysandú, Uruguay. Casa Universitaria de Paysandú, EEMAC, PRENADER, AIA. 2p.
73. \_\_\_\_\_; RISSO, D. 1990. Evaluación de mejoramientos extensivos de pasturas naturales en suelos sobre cristalino (1984-1990). In Seminario nacional de campo natural. Tacuarembó, Uruguay. 2º INIA. Editorial Hemisferio Sur. .pp 205-218.
74. \_\_\_\_\_; SAWCHIC, J. 1999. Nuevos indicadores de carbono y nitrógeno para el diagnóstico de uso y manejo de suelos. Paysandú, Uruguay. Casa Universitaria de Paysandú, EEMAC, PRENADER, AIA. 2p.
75. OYARZABA , E.1997. Agricultura de Precisión, conceptos fundamentales. In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Jornada de siembra directa. Montevideo, Uruguay. 7º AIA. pp 147-149.
76. PEÑAGARICANO, J. 1995. Producción de Lotus Rincón sobre suelos de Cristalino. In Publicación del Departamento de Mejoramiento Ovino. Uruguay. SUL. pp 19-26.
77. REBUFFO, M. Avena Sativa INIA Polaris. Uruguay. INIA. Publicación. pp 95-100.
78. RÍOS, A. 1999. Siembra sin laboreo en campos sucios. Paysandú, Uruguay. Casa Universitaria de Paysandú, EEMAC, PRENADER, AIA. 2p. (En CD).
79. RISSO, D. 1995. Alternativas en el mejoramiento de campos en Cristalino. In Publicación del Departamento de Mejoramiento Ovino. Uruguay. SUL . pp 9-11.
80. \_\_\_\_\_; 1990. Efecto de la densidad de siembra y fertilización inicial en el comportamiento de tres leguminosas sembradas en cobertura. In Seminario nacional de campo natural. Tacuarembó, Uruguay. 2º INIA. Editorial Hemisferio Sur. .pp 243-247.
81. RIZZARDI, M. 1995. Manejo de nitrogenio no sistema plantio direto. In Seminario Internacional do Sistema Plantio Direto. Passo Fundo, Río Grande do Sul, Brasil. 1º EMBRAPA- CNPT. pp 95-99.

82. SAWCHIK, J. 1996. Fertilización de cultivos en siembra directa. In Curso de actualización en fertilidad de suelos. Montevideo, Uruguay. Univ. de la República. Fac. de Agronomía. Instituto Clemente Estable, Uruguay. pp 29-32.
83. URUGUAY. MGAP. DYEA. 1997. Serie informativa n° 184. Encuesta Agrícola.
84. URUGUAY. MGAP. DYEA. 1997. Boletín informativo n° 186. Encuesta Agrícola. 23p.
85. URUGUAY. MGAP. DYEA. 1998. Boletín informativo n° 194. Encuesta Agrícola. 27p.
86. URUGUAY. MGAP. DYEA. 1998. Boletín informativo n°190. Encuesta Agrícola. 25p.
87. VALENTI, D. 1997. Adopción de la siembra directa en el establecimiento "Los Pepeos". In Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Jornada de siembra directa. Montevideo, Uruguay. 7° AIA. pp 3-8.

## X APENDICES

Variable Dependiente: Producción de forraje de gramíneas.					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Bloque	2	27569.95007244	13784.97503622	0.27	0.7608
Especie	6	5564803.09523806	927467.18253968	18.46	<b>0.0001</b>
BloquexEspecie	12	1584611.20634921	132050.93386243	2.63	<b>0.0053</b>
Corte	1	7699212.00000001	7699212.00000001	153.24	<b>0.0001</b>
Bloque x Corte	2	117574.88888889	58787.44444444	1.17	0.3157
Especie x Corte	5	2943719.66666666	588743.93333333	11.72	<b>0.0001</b>
Bloque x Especie x Corte	10	1987622.77777778	198762.27777778	3.96	<b>0.0002</b>

Variable Dependiente: Producción de forraje de Lotus Rincón.					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Bloque	2	431137.02730414	215568.513652207	4.76	<b>0.0112</b>
Especie	6	207606.30555556	34601.05092593	0.76	0.6003
BloquexEspecie	12	336887.96031746	28073.99669312	0.62	0.8191
corte	1	23320.08333333	23320.08333333	153.24	<b>0.0001</b>
Bloque x Corte	2	92575.05555556	46287.52777778	1.02	0.3646
Especie x Corte	5	162242.30555556	32448.46111111	0.72	0.6129
Bloque x Especie x Corte	10	288355.72222222	28835.57222222	0.64	0.7780

Variable Dependiente: Producción de forraje del Campo Natural.					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Bloque	2	441243.56588284	220621.78294142	1.50	0.2294
Especie	6	813725.12962964	135620.85493827	0.92	0.4836
BloquexEspecie	12	1448302.02910053	120691.83575838	0.82	0.6285
Corte	1	24643778.70370370	24643778.70370370	167.62	<b>0.0001</b>
Bloque x Corte	2	3118683.01851854	1559341.50925927	10.61	<b>0.0001</b>
Especie x Corte	5	1763869.40740739	352773.88148148	2.40	<b>0.0445</b>
Bloque x Especie x Corte	10	1434967.20370369	143496.72037037	0.98	0.4710

Variable Dependiente: Producción de forraje Total					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Bloque	2	322294.78219846	161147.39109923	0.45	0.6365
Especie	6	7475905.75264546	1245984.29210758	3.51	<b>0.0040</b>
BloquexEspecie	12	2366504.87037037	197208.73919753	0.56	0.8702
Corte	1	52059724.89814810	52059724.89814810	146.81	<b>0.0001</b>
Bloque x Corte	2	1429778.90740741	714889.45370370	2.02	0.1401
Especie x Corte	5	5701537.82407404	1140307.56481481	3.22	<b>0.0108</b>
Bloque x Especie x Corte	10	2860812.53703704	286081.25370370	0.81	0.6227

Variable Dependiente: Plantas/m <sup>2</sup>					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Bloque	2	40.81111111	20.40555556	0.20	0.8209
Fecha	1	21081.68888889	21081.68888889	204.17	<b>0.0001</b>
Bloque x Fecha	2	205.41111111	102.70555556	0.99	0.3724
Especie	5	68105.84444444	13621.16888889	131.92	<b>0.0001</b>
BloquexEspecie	10	1856.65555556	185.66555556	1.80	0.0658
Fecha x Especie	5	37324.97777778	7464.99555556	72.30	<b>0.0001</b>
Bloque x Fecha x Especie	10	1197.12222222	119.71222222	1.16	0.3231

Variable Dependiente: Macollas/m <sup>2</sup>					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Bloque	2	5231.60370370	2615.80185185	8.81	<b>0.0002</b>
Fecha	5	53415.49814815	10683.09962963	36.00	<b>0.0001</b>
Bloque x Fecha	10	3654.55185185	365.45518519	1.23	0.2685
Especie	5	581517.00925925	116303.40185185	391.87	<b>0.0001</b>
BloquexEspecie	10	16927.57407407	1692.75740741	5.70	<b>0.0001</b>
Fecha x Especie	25	58122.71296296	2324.90851852	7.83	<b>0.0001</b>
Bloque x Fecha x Especie	50	21165.73703704	423.31474074	1.43	<b>0.0348</b>

Variable Dependiente: Plantas de L. Rincón /m <sup>2</sup>					
Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F calculado	Pr > F
Bloque	2	3384694.44444443	1692347.22222221	18.79	<b>0.0001</b>
Especie	5	276777.777777778	55355.555555556	0.61	0.6889
BloquexEspecie	10	1417305.55555556	141730.555555556	1.57	0.1201
Fecha	1	93388.888888889	93388.888888889	1.04	0.3103
Bloque x Fecha	2	609194.444444444	304597.222222222	3.38	<b>0.0367</b>
Especie x Fecha	5	1259444.444444445	251888.888888889	2.80	<b>0.0193</b>
Bloque x Especie x Fecha	10	1132472.222222222	113247.222222222	1.26	0.2603

Año 1998

## RESUMEN

### Temperaturas

	21,0	25,2	16,7	13,8
	21,2	25,7	16,8	13,7
	19,5	24,1	14,9	11,3
	17,4	21,1	13,8	11,4
	13,5	17,8	10,0	5,9
	11,0	14,9	7,1	3,4
	12,1	15,6	8,5	4,1
	11,8	16,1	7,5	3,0
	12,5	17,3	7,6	4,6
	16,6	22,2	11,0	8,4
	18,1	23,2	13,0	10,6
	20,3	25,7	14,8	11,5

\* TOTAL DE HELADAS EN EL AÑO 36

**Cuadro. Contribución Específica por Presencia (CEP) en %**

<b>Especie</b>	<b>Tipo vegetativo</b>	<b>Ladera alta</b>	<b>Ladera baja</b>	<b>Ladera media</b>	<b>Testigo</b>
<i>Paspalum dilatatum</i>	cespitosa	2.22	3.48	3.45	2.36
<i>Paspalum notatum</i>	estolonifera	11	6.51	7.48	13.6
<i>Axonopus affinis</i>	estolonifera	2.51	4.65	1.4	0
<i>Axonopus compressus</i>	estolonifera	0.44	0.88	1.6	3.13
<i>Schizachirium spicatum</i>	cespitosa	2.34	1.58	1.1	0.23
<i>Stipa setigera</i>	cespitosa	7.95	6.46	6.28	9.4
<i>Stipa charruana</i>	cespitosa	1.33	0.68	0.68	0.8
<i>Piptochaetium Stipoides</i>	cespitosa	3.67	2.76	2.05	3.2
<i>Piptochaetium montevid.</i>	cespitosa	2.66	2.3	2.55	1.99
<i>Richardia stellaris</i>	m. enana	0.48	0.9	0.65	2.39
Ciperaceas	cespitosa	2.61	4.68	3.48	4.13
<i>Gamochaeta</i> spp.	m. enana	1.66	1.16	2.25	6.63
<i>Eryngium nudicaule</i>	m. enana	6.54	5.43	5.1	6.7
<i>Dichondra microcalyx</i>	estolonifera	0.73	0.66	0	1.23
<i>Oxalis</i> spp.	m. enana	6.86	4.23	4.7	5.76
<i>Sisyrinchium</i> spp.	cespitosa	0.86	1.35	1.1	0.23
<i>Dorstenia brasiliensis</i>	arrosetada	2.03	2.03	2.28	2.43
<i>Lolium multiflorum</i>	cespitosa	7.54	5.61	6.58	3.33
<i>Lotus subbiflorus</i>	cespitosa	7.73	14.45	13	10.53
<i>Cynodon dactylon</i>	rizoma-esto.	0.6	1.85	2.76	1.3
Restos secos		0.0	0.0	0.0	1.796