

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

FACULTAD DE AGRONOMIA

**ESTABLECIMIENTO Y PRODUCCION INICIAL DE MEJORAMIENTOS DE
CAMPO REALIZADOS EN COBERTURA Y SIEMBRA DIRECTA, CON
DIFERENTES TIPOS Y DOSIS DE HERBICIDAS**

por

**María Elisa FERENCZI GARDINI
Martín Alejandro JAURENA BARRIOS
Carlos Marcel LABANDERA LABANDERA**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
1997**

PAGINA DE APROBACION

Tesis aprobada por:

Director: Fernando García _____
Firma

Juan Carlos Millot _____
Firma

Milton Carámbula _____
Firma

Fecha de aprobación: 3/2/1997

Autores:

María Elisa Ferenczi Gardini _____
Firma

Martín Alejandro Jaurena Barrios _____
Firma

Carlos Marcel Labandera Labandera _____
Firma

AGRADECIMIENTOS

Al PRENADER, que financió el presente ensayo en el marco del proyecto "Ajuste y Extensión a otras zonas del Uruguay de la Ecuación Universal de Pérdida de Suelo (USLE)".

Al Escribano Alcides Dos Santos, quién cedió el área experimental y nos recibió en su establecimiento durante el desarrollo del trabajo de campo, así como al personal de la estancia que facilitó la realización del mismo.

Al Ing. Agr. Pablo Amarante, por la coordinación del sitio experimental y su apoyo en las distintas etapas del presente trabajo.

Al director de la presente tesis, Ing. Agr. (Phd) Fernando García, por su asistencia en el desarrollo del trabajo y colaboración en el procesamiento estadístico de la información obtenida.

Al Ing. Agr. Carlos Clericci, por su colaboración con nuestro trabajo y por la coordinación para la realización del análisis químico y mecánico del suelo, y también al Laboratorio de la Dirección de Suelos y Fertilizantes del M.G.A.P. en el que se llevó a cabo.

Al Ing. Agr. Marcelo Ferrando, de la Cátedra de Fertilidad de Suelos y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía, por su colaboración en la realización de los análisis de fósforo del suelo.

Al Laboratorio de Microbiología de Suelos y Control de Inoculantes del M.G.A.P., que permitió la utilización de la infraestructura de laboratorio y equipos de computación, que ayudaron a realizar el trabajo.

Al Ing. Agr. Juan Carlos Millot, por su apoyo académico en la definición de la evaluación de los cambios de composición botánica a consecuencia de los tratamientos de control de la vegetación, y a la Ing. Agr. Stella Grun, que colaboró en la identificación de las gramíneas nativas más frecuentes en el tapiz.

A nuestras familias y amigos, por su apoyo y comprensión, no sólo durante este trabajo sino que también en el desarrollo de toda la carrera; y a todos aquellos que de algún modo nos ayudaron a culminar este proceso.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS Y GRAFICAS.....	VI
1- <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2- <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	2
2.1- INTRODUCCION.....	2
2.2- CARACTERIZACIÓN DEL AMBIENTE EN SIEMBRAS SOBRE EL TAPIZ.....	2
2.3- METODOS DE MEJORAMIENTO DEL TAPIZ.....	6
2.3.1- <u>Métodos de siembra</u>	6
2.3.1.1- Primeros métodos de siembra sobre el tapiz utilizados en el país....	7
2.3.1.2- Nuevas tecnologías para siembras sobre el tapiz.....	8
2.3.1.2- Aspectos comparativos entre métodos de siembra en el tapiz.....	9
2.3.2- <u>Localización de la fertilización con Fósforo y/o Nitrógeno en siembras sobre el tapiz</u>	11
2.3.3- <u>Alternativas de control de la vegetación</u>	13
2.3.3.1- Introducción.....	13
2.3.3.2- Pastoreo.....	13
2.3.3.3- Herbicidas.....	15
3- <u>MATERIALES Y METODOS</u>	19
3.1- DESCRIPCION DEL ENSAYO.....	19
3.2- MEDICIONES.....	20
3.2.1- <u>Determinaciones de establecimiento y sobrevivencia</u>	20
3.2.2- <u>Producción de forraje</u>	21
3.2.3- <u>Cuantificación de cambios en la composición botánica del tapiz</u>	21
3.2.4- <u>Distribución del Fósforo en el perfil</u>	21
3.2.5- <u>Análisis estadístico</u>	22

4- <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u>	23
4.1- <u>IMPLANTACION</u>	23
4.1.1- <u>Efecto del tratamiento del tapiz sobre a cobertura del suelo</u>	23
4.1.2- <u>Evaluación del proceso de implantación inicial</u>	24
4.1.2.1- <u>Población de plántulas</u>	24
4.1.2.2- <u>Vigor inicial</u>	29
4.1.2.3- <u>Síntesis de los factores estudiados sobre la implantación inicial</u>	31
4.2- <u>PRODUCCION DE FORRAJE</u>	32
4.2.1- <u>Primer corte (siembra al 22/11/95)</u>	32
4.2.2- <u>Segundo corte, producción estival de forraje (23/11/95 al 13/3/96)</u>	37
4.2.3- <u>Tercer corte, producción de forraje del segundo otoño (13/3/96 al 6/6/96)</u>	38
4.2.4- <u>Producción de forraje acumulada (período experimental)</u>	39
4.3- <u>SOBREVIVENCIA ESTIVAL</u>	40
4.4- <u>CAMBIOS EN EL TAPIZ</u>	43
4.4.1- <u>Variación de la frecuencia de gramíneas nativas</u>	43
4.4.2- <u>Proporción de suelo desnudo</u>	47
4.4.3- <u>Invasión por malezas</u>	48
4.5- <u>EFFECTO DE LA LOCALIZACIÓN DEL FOSFORO APLICADO EN LA DISTRIBUCION DEL NUTRIENTE EN LOS PRIMEROS 10 cm DEL SUELO</u>	50
5- <u>CONCLUSIONES</u>	52
6- <u>RESUMEN</u>	54
7- <u>SUMMARY</u>	55
8- <u>BIBLIOGRAFIA</u>	56
9- <u>ANEXOS</u>	60

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO N°	Página
1) Logros de implantación de siembras en cobertura.....	6
2) Resultados del Análisis de Varianza (ANAVA) y los contrastes para los componentes de la cobertura del suelo 33 días post-aplicación.....	23
3) Resultados del ANAVA y los contrastes para el establecimiento de Lotus y Trébol Blanco en las 2 fechas de muestreo.....	25
4) Resultados del ANAVA y los contrastes para la evolución de la población de plántulas de Lotus y Trébol Blanco entre las 2 fechas de muestreo.....	27
5) Resultados del ANAVA y los contrastes de peso de 10 plántulas y porcentaje de nodulación de Lotus y Trébol Blanco a los 90 y 100 días de la siembra según tratamiento.....	29
6) Resultados del ANAVA y los contrastes del primer corte.....	32
7) Resultados del ANAVA y los contrastes para la sobrevivencia estival de Lotus según tratamientos.....	42
8) Resultados del ANAVA y los contrastes para la frecuencia de plantas de los grupos evaluados según tratamiento a fines del verano del primer año del mejoramiento.....	45
9) Resultado del ANAVA y los contrastes para el conteo de plantas/m ² de Cynodon dactylon, malezas enanas y Ciperáceas y Juncacéas según tratamiento a fines del primer verano del mejoramiento.....	50
10) Resultado del ANAVA y los contrastes para el efecto de la localización del Fósforo aplicado, asociada a los métodos de siembra a tres profundidades.....	50
11) Información analítica del suelo del ensayo.....	61
12) Registro de heladas agrometeorológicas (número de heladas por mes), para la estación meteorológica de Florida.....	62
13) Registro de temperaturas mensuales máximas y mínimas promedio, para la estación meteorológica de Florida.....	62
14) Información cuantitativa de la magnitud del efecto año (sequía) sobre la producción de forraje del ensayo.....	64
15) Medias para las variables de establecimiento inicial.....	65
16) Medias para las variables de producción de forraje.....	66

17)	Medias para las malezas evaluadas en el tercer corte.....	67
18)	Medias para las variables de sobrevivencia estival de Lotus.....	67
19)	Medias para las variables de composición botánica evaluadas.....	67
20)	Resumen del ANAVA para las frecuencias de las especies consideradas en la evaluación estival de la composición botánica.....	68
21)	Medias para las gramíneas agrupadas por tribu y ciclo de producción.....	69
22)	Medias para la evaluación del efecto de la localización del Fósforo aplicado.....	69
23)	Correlaciones relevantes entre variables de implantación inicial.....	70
24)	Correlaciones relevantes entre variables de producción de forraje al primer corte.....	70
25)	Correlaciones relevantes entre variables de composición botánica.....	70

FIGURA N°	Página
1) Precipitación y evaporación (totales mensuales).....	19
2) Composición de la cobertura del suelo según tratamiento de tapiz.....	23
3) Establecimiento de Lotus y Trébol Blanco según tratamiento y fecha de muestreo.	25
4) Evolución de la población de plántulas de Trébol Blanco y Lotus entre los 40 y 100 días según tratamiento.....	27
5) Medias de tratamientos, resumen del ANAVA y contrastes para el establecimiento de Festuca 110 días post-siembra.....	28
6) Peso de 10 plántulas de Lotus y Trébol Blanco a los 90-100 días de la siembra según tratamiento.....	29
7) Porcentaje de plántulas de Lotus y Trébol Blanco con nódulos efectivos a los 90 y 100 días de la siembra según tratamiento.....	30
8) Producción de forraje total y por componentes al primer corte según tratamiento...	32
9) Efecto del control de la vegetación sobre la composición relativa de la producción de forraje al primer corte.....	34
10) Medias de tratamientos y resumen del ANAVA para la producción estival de forraje.....	37
11) Medias de tratamiento, resumen del ANAVA y contrastes para la producción de forraje del segundo otoño.....	38
12) Medias de tratamientos, resumen del ANAVA y contrastes para la producción de forraje acumulada en el período experimental (siembra al 6/6/96).....	40
13) Supervivencia estival de Lotus.....	41
14) Medias de tratamientos, resumen del ANAVA y contrastes para la presencia de plantas de <i>Botriochloa</i> sp a fines del verano del primer año del mejoramiento.....	43
15) Presencia de Gramíneas Estivales agrupadas por tribu a fines del primer verano...	44
16) Presencia de Gramíneas Invernales agrupadas por tribu a fines del primer verano.....	45
17) Presencia de Gramíneas Invernales y Gramíneas Estivales según tratamiento al final del verano del primer año del mejoramiento.....	46
18) Efecto de los herbicidas sobre el porcentaje de suelo desnudo a fines del verano del primer año del mejoramiento.....	47

19)	Presencia de <i>Cynodon dactylon</i> según tratamiento de control del tapiz a fines del verano del primer año del mejoramiento.....	48
20)	Presencia de malezas enanas, Juncáceas y Ciperáceas a fines del verano del primer año del mejoramiento.....	49
21)	Efecto de la localización del Fósforo aplicado asociado a los métodos de siembra, a tres profundidades.....	51
22)	Diseño del ensayo.....	63

1- INTRODUCCION

Las pasturas naturales constituyen el principal recurso forrajero de la ganadería uruguaya, ocupando el 85 % del área forrajera nacional (DI.CO.SE., 1990, citado por Carámbula, 1994).

La productividad de las pasturas naturales ha sido la principal condicionante de la baja performance animal de la ganadería desarrollada sobre ella. En este sentido se agrega que su calidad es limitante pudiendo existir deficiencias de proteína, energía y minerales en algunos suelos y estaciones del año. Además, hay una importante variación anual de la productividad, provocada por diferencias en los suelos y el efecto del clima, que hacen a la producción forrajera muy variable entre años, y con una marcada estacionalidad.

A estas limitantes intrínsecas, se le suman las derivadas del pastoreo continuo, dada la dificultad que existe de regular la carga por las características de las pasturas ya señaladas. Si bien un manejo racional del pastoreo puede mejorar la situación, fundamentalmente en las mejores pasturas, no es posible superar un determinado techo productivo.

Los mejoramientos de campo natural, mediante la fertilización y la siembra de especies de leguminosas y gramíneas, permiten alcanzar un nuevo equilibrio, elevando la productividad y calidad de la pastura nativa manteniendo su estabilidad, en la medida que no se altera la integridad del recurso. Igualmente se destaca que previo a la realización de un mejoramiento es necesario contar con un esquema de subdivisiones que permita adecuar el manejo, sobre todo del pastoreo.

Otro aspecto fundamental son las características del sector: baja adopción de tecnología; falta de maquinaria, tradición agrícola y personal idóneo; lo cual se debe tener en cuenta en la oferta tecnológica para el mismo. Al respecto, los mejoramientos del tapiz son una tecnología de baja inversión, fácil implementación, con la posibilidad de abarcar áreas importantes durante un amplio número de días aptos para la siembra, sin necesidad de excluir totalmente el pastoreo.

Este tipo de mejoras forrajeras tiene la capacidad de incrementar los niveles de producción y el resultado económico de las empresas. Al respecto Millot et al. (1987), afirman que la productividad adicional alcanzada por los mejoramientos no debería cuantificarse únicamente por su aporte directo, sino que también por su repercusión en el sistema, de acuerdo a la proporción que participen en la base forrajera, complementando al campo natural particularmente en períodos críticos.

Ante la creciente disponibilidad de máquinas de siembra directa en el mercado uruguayo, el presente trabajo tiene como objetivos la comparación de la implantación y producción inicial de la mezcla Festuca, Trébol Blanco y Lotus sembrada en cobertura, como un método ya estudiado y validado para nuestras condiciones, con la nueva alternativa de la siembra directa; cuyo resultado puede estar afectado por problemas de ajuste que limiten la expresión de su potencial. También se evalúa la utilización de herbicidas (Glifosato y Paraquat) a diferentes dosis, como una tecnología asociada que permitiría otras opciones de manejo de la competencia ejercida por el tapiz.

2- REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1- INTRODUCCION

La producción y calidad de pasturas dominadas por gramíneas puede ser mejorada con la siembra de leguminosas forrajeras a través de procedimientos frecuentemente referidos como siembras sobre el tapiz (Rogers et al., 1983, Whiteman, 1980, y Cook y Dolby, 1981, citados por Dovel et al., 1990; Muller y Chamblee, 1984). Según Whiteman (1980) citado por Dovel et al. (1990), esto permitiría mejorar la performance animal.

El aumento de la producción de forraje a través de la siembra en el tapiz, se ha realizado en el país con la introducción de leguminosas, principalmente por su valor nutritivo y su carácter mejorador en el aporte de Nitrógeno (Carámbula, 1977; Millot et al., 1987). Hamblyn (1958), citado por Bentancor y García (1991), destaca además la ventaja de la introducción de leguminosas, que aumentan la eficiencia del uso de fertilizantes fosfatados en comparación con la fertilización del campo natural.

Sin embargo, es evidente que una vez elevada la fertilidad del suelo es importante disponer de gramíneas capaces de responder a dicha mejora, ya que éstas son plantas básicas en cualquier pastura. Por lo tanto, la inclusión de gramíneas productivas debería constituirse en la etapa siguiente a la introducción de las leguminosas (Carámbula, 1977).

Si bien a través del laboreo convencional se logra usualmente establecer leguminosas y gramíneas satisfactoriamente, el método es costoso, consume mucho tiempo y es ineficiente en términos de uso de la energía (Kunelius et al., 1982). Además no es factible de realizarse en muchas situaciones. Pérez Gomar y García (1993), agregan que en varios lugares del mundo se ha comprobado que la eliminación o reducción del laboreo constituye la herramienta más eficaz en conservación de suelos.

Si bien en el país se ha investigado y existen alternativas para llevar a cabo este tipo de mejoramientos, aquellas que implican la eliminación del laboreo han mostrado ser más variables en la implantación y producción inicial.

Carámbula et al. (1994), afirman que ajustando ciertas técnicas agronómicas que ofrecen las máximas posibilidades de manipulación por parte del productor, es posible alcanzar al menos un éxito parcial en la implantación de coberturas.

2.2- CARACTERIZACION DEL AMBIENTE EN SIEMBRAS SOBRE EL TAPIZ

Las condiciones para el establecimiento en siembras sobre el suelo son más severas que las que afectan a las semillas enterradas. Una razón muy importante es la rápida fluctuación de la humedad en el medio circundante a la semilla (interfase suelo-atmósfera), lo que resulta en mayor evaporación y entonces condiciones desfavorables para la germinación (Dowing et al., 1971).

Además las radículas de semillas expuestas, pueden tener dificultades en penetrar en el suelo y elongarse lo suficientemente rápido como para alcanzar el frente de humedad y no desecarse (Dowling et al., 1971; Campbell y Swain, 1973). Respecto de esto último Dowling et al., (1971), sostienen que para alcanzar la sobrevivencia la radícula de la semilla germinada debe penetrar el suelo, constituyendo esto una segunda etapa de pérdidas de plántulas de importancia mayor a lo que muchas veces se pensaba.

Esta problemática es más acentuada en las leguminosas probablemente por poseer radículas más gruesas, y más aún en aquellas de cotiledones epigeos. En éstas últimas las fuerzas de elongación de la radícula intentando penetrar en el suelo, sumadas a la extensión del hipocótilo que impulsa a los cotiledones hacia arriba, terminan empujando a la semilla en germinación fuera del punto de entrada de la radícula. Esto hace pensar que este modo de germinación estaría más adaptado a una colocación sub-superficial de la semilla (Dowling et al., 1971).

Carámbula et al. (1994), 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, distintos factores afectan la población de semillas y plántulas, de la cual una minoría sobreviviente contribuye a la productividad de la pastura.

La ocurrencia de pequeños espacios, aberturas o huecos en la vegetación es fundamental para que las especies prateras a ser introducidas puedan colonizar y extenderse en las pasturas naturales. Estos espacios constituyen nichos ecológicos que proveen luz, temperatura y humedad adecuada para la germinación de la semilla y la sobrevivencia de las plántulas (Carámbula et al., 1994).

Entre los agentes creadores de nichos, se encuentran aquellos asociados a los cambios que se producen en la vegetación, tanto como consecuencia de la muerte de especies anuales, como por debilitamientos producidos al tapiz por sequías (Carámbula et al., 1994).

Además de la influencia ejercida por los animales en pastoreo bajo distintas intensidades por la defoliación, el pisoteo y las deyecciones, el uso de distintas maquinarias permite la creación estratégica de nichos, en forma inmediata y con alta eficiencia. Esto puede ser particularmente importante en tapices cerrados (Carámbula et al., 1994). El mismo autor, sostiene que la quema o la aplicación de herbicidas son también agentes artificiales capaces de generar espacios en el tapiz.

El buen contacto semilla-suelo aparece como uno de los factores más determinantes del éxito del establecimiento (Dowling et al., 1971; Campbell y Swain, 1973; Muller y Chamblee, 1984; Rosengurt, 1981, citado por Bentancor y García, 1991), favoreciendo la absorción de agua por las semillas para lograr una germinación rápida y uniforme (Sedgley, 1963, Manohar y Heydecker, 1964, citados por Arrospide y Ceroni, 1980), si la temperatura y la humedad son favorables (Muller y Chamblee, 1984). El íntimo contacto semilla suelo toma mayor importancia a medida que las condiciones climáticas son más extremas (Cross y Glenday, 1956, citados por Arrospide y Ceroni, 1980).

Suckling (1950), citado por Amorín y González (1986), sostiene que no sería de importancia trabajar con un tapiz alto o bajo, sino que se presentara abierto para permitir que la semilla entre en contacto con el suelo. Si la vegetación es abierta, sería de interés que se encontrará a cierta altura de modo de evitar la desecación superficial.

Triplett y Tesar (1960), citados por Bayce et al. (1984), destacan la importancia de favorecer el contacto semilla-suelo, y el hecho de cubrir la semilla con el uso de rastras y/o ruedas compactadoras luego de la siembra. Esta práctica permite aumentar el establecimiento de las especies, sobre todo en condiciones de déficit de humedad.

La microtopografía de la superficie del suelo es también importante durante el establecimiento (Harper et al., 1965, Carg, 1967, citados por Dowling et al., 1971). Del mismo modo que con la cubierta vegetal, la explicación radicaría en una modificación del ambiente a nivel de la interfase semilla-suelo, especialmente sobre las relaciones semilla-agua (Miller y Perg, 1968, citados por Dowling et al., 1971). Una superficie rugosa, al mejorar el ambiente de la interfase semilla-suelo produce un mayor establecimiento y sobrevivencia de gramíneas y leguminosas que una superficie lisa (Cary, 1967, citado por Dowling et al., 1971).

Tanto el tapiz verde como el tapiz seco dejado por aplicaciones de herbicidas, favorecen la germinación. Sin embargo, es evidente que el primero ejerce una competencia después de la siembra, mientras que la vegetación muerta presenta efectos como reducción de la evaporación, elevación de la humedad cerca de la semilla y protección frente a las bajas temperaturas y heladas (Carámbula, 1977). En este sentido Dowling et al. (1971) y Bentancor y García (1991), demostraron que en la medida que las condiciones hídricas fueron peores se hizo más importante la presencia de cierta cubierta vegetal, para la sobrevivencia de las plántulas.

Los restos vegetales reducen entonces la pérdida de humedad (Cullen, 1966, citado por Bentancor y García, 1991; Dowling, 1978; y Dowling y Gilmour, 1983), constituyendo una forma de rugosidad que como lo demostraron Dowling et al. (1971), favorece el anclaje y consecuentemente el establecimiento de las plántulas. También protegen contra las heladas (Doving et al., 1963, citados por Dowling et al., 1971), y al *Rhizobium* de la luz solar (Hely, 1965, citado por Bentancor y García, 1991), o del efecto de suelos calientes y secos (Cullen, 1969, citado por Bentancor y García, 1991; Chapman y Fletcher, 1985).

Sin embargo, valores muy altos de cobertura fueron considerados negativos por afectar la disponibilidad de luz en los estratos bajos de la pastura, donde las plántulas tienen su desarrollo inicial (Campbell y Swain, 1973). Además la semilla puede tener problemas para alcanzar la superficie del suelo en cubiertas vegetales muy densas, dificultándose la germinación y arraigamiento (Rosengurt, 1981, citado por Bentancor y García, 1991; White, 1981).

En la implantación de leguminosas es importante peletear las semillas, pues aumenta la absorción de agua y de ese modo favorece la germinación (Dowling et al., 1971). Además crea un micro-ambiente más adecuado, permitiéndole varias semanas de sobrevivencia al *Rhizobium*, asegurándose una nodulación efectiva (Carámbula, 1977).

Por lo tanto, a los efectos de maximizar la posibilidad de germinación en siembras en cobertura, parece ser importante el uso de técnicas que permitan una mayor absorción de agua como el peleteado, y al mismo tiempo minimizar las pérdidas por evaporación a través de la cobertura vegetal (Dowling et al., 1971).

Bologna y Hill (1992), citados por La Paz et al. (1994), señalan como desventaja de la aplicación de herbicidas que al quitarle el alimento a los predadores de la mesofauna y organismos saprófitos del suelo, pueden concentrar su ataque en las especies introducidas.

Según White (1981), las plagas pueden constituir un mayor problema que en siembras convencionales, ya que pueden atacar a las semillas que quedan expuestas e inmediatamente a la planta que se establece. Chapman y Fletcher (1985), sostienen que además hay mayores problemas de enfermedades, destacándose problemas de hongos debido en muchos casos a la presencia de restos secos en descomposición, por ello revestir la semilla con fungicidas puede beneficiar el establecimiento.

Carámbula (1977), sostiene que las hormigas pueden provocar daños importantes, principalmente en especies de semilla pequeña, destacando que en la época en que se realizan estas mejoras (otoño), dichos insectos se encuentran muy activos. Este autor agrega que el daño disminuiría en forma considerable con el peleteado de la semilla, que según Russell et al., (1967), citados por Carámbula (1977), es la forma más eficiente de controlar el problema. Campbell (1966), citado por Carámbula (1977), señala que la eficiencia del método puede disminuir en la medida que la lluvia puede lavar las cubiertas de las semillas.

El porcentaje de la semilla sembrada que finalmente se establece y sobrevive es comúnmente muy bajo (Charleton et al., 1977, Macfarlane y Bonish, 1986, citados por Bentancor y García, 1991). El porcentaje de establecimiento está 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 (Mc. Williams et al., 1970).

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 (Mc. Williams et al., 1970; Downing et al., 1971).

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 (Cullen, 1966, citado por Bentancor y García, 1991). Las diferentes formas de establecerse de las especies, se relacionan con la habilidad para resistir el estrés impuesto por el medio y la competencia del tapiz (Downing et al., 1971).

Los porcentajes de establecimientos aportan datos para fijar las densidades a las que se debe efectuar la siembra. En siembras en el tapiz las poblaciones adecuadas se lograrán recién luego de varios años de iniciada la mejora, cuando por resiembras sucesivas se hace posible aumentar la población de semillas en el suelo (Carámbula, 1977).

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 más rápida ocupación de los espacios favorables para la germinación, por un número de individuos relacionados que forman un grupo competitivo frente a otros ya establecidos (Linhart, 1976, citado por Castrillón y Pirez, 1987).

Respecto a la época de siembra Carámbula et al. (1994), encontró que las instalaciones otoñales realizadas muy temprano tienen el inconveniente de que las plántulas deben competir con un tapiz aún en activo crecimiento, hecho al que se suma el riesgo de ocurrencia de deficiencias hídricas importantes.

Por el contrario, un atraso en la siembra hacia el invierno enlentece los procesos de germinación y nodulación, así como el crecimiento inicial de las especies sembradas al tener que enfrentar temperaturas más bajas. A ello se agregan registros de muertes de plántulas por congelamiento a causa de las heladas (Rosengurt, 1981, citado por Bentancor y García, 1991; Carámbula et al., 1994).

2.3- METODOS DE MEJORAMIENTO DEL TAPIZ

2.3.1- Métodos de siembra

En pasturas perennes, la fase de implantación es particularmente crítica y de su resultado dependerá la producción posterior de la pastura por un tiempo considerable. Existe un gran número de factores que influyen e interaccionan entre sí en este período. Dentro de éstos, la fertilización; el método y la densidad de siembra por su influencia en el costo de la pastura y por el hecho de ser manejables por el productor, revisten especial importancia: (Díaz y Moor, 1980). Además en la situación de siembras sobre el tapiz, debería considerarse el control de la competencia de las especies nativas como otro factor a tener en cuenta en esta etapa.

La introducción de forrajeras tanto leguminosas como gramíneas con técnicas que van desde laboreo reducido al cero laboreo, constituyen un método alternativo a la siembra convencional de pasturas (Muller y Chamblee, 1984). Kunelius et al. (1982), señalan a los métodos de siembra sobre el tapiz como una alternativa de solución del problema de la pérdida del componente leguminosa en las pasturas.

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), citado por Carámbula et al. (1986), muestran que en años normales el 40 % de las siembras presentan problemas de instalación, mientras que en años considerados desastre, esa cifra alcanza el 67 % (cuadro 1). Carámbula et al. (1994), confirma 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.

Cuadro 1: Logros de implantación de siembras en cobertura

Calidad de implantación	Año normal.	Año desastre
Sin implantar	11,4 %	36,3 %
Implantación regular	28,4 %	30,4 %
Implantación normal	60,2 %	33,3 %

Fuente: CINVE (1980), citado por Carámbula et al. (1986).

La siembra de este tipo de mejoramientos se puede efectuar por diferentes métodos, persiguiendo cada uno de ellos el control de la competencia de las especies nativas y lograr una buena cama de siembra. Al respecto, se destaca la importancia de la densidad del tapiz (ralo o denso) y el ciclo productivo de la pastura (estival o invernal), para luego tomar la decisión de que especies introducir o como controlar el crecimiento de las especies nativas (Carámbula, 1977).

2.3.1.1- Primeros métodos de siembra sobre el tapiz utilizados en el país:

La **cobertura simple**, consiste en distribuir al voleo la semilla y el fertilizante sobre la superficie del tapiz sin previo laboreo. Presenta ventajas cuando el objetivo es mejorar grandes áreas de forma rápida y económica (Carámbula, 1977; Dovel et al., 1990; Spangerber, 1930, citado por Echeverría y Marques, 1993). Es el método más adecuado para topografías abruptas, suelos pedregosos o muy anegables u otros ambientes difíciles donde no es posible la siembra directa (Rosengurt, 1981, citado por Bentancor y García, 1991 y Dovel et al., 1990).

Los mejores resultados de las coberturas se obtienen en tapices abiertos y en áreas donde las condiciones de humedad no son limitantes (Robison y Cross, 1960, y Douglas, 1974, citados por Arrospide y Ceroni, 1980). Algunas ventajas de las siembras en cobertura sobre una sementera no alterada son: ubicación de la semilla en la superficie aprovechando la parte más rica del suelo (Murgía, 1965, citado por Bentancor y García, 1991), menos problemas de desecamiento superficial en condiciones de estrés hídrico, menos capital involucrado (Marshall, 1972, citado por Bentancor y García, 1991), mayor rapidez (White, 1981), y posibilidad de siembra aérea (Campbell, 1968, citado por Bentancor y García, 1991). Como desventaja se presenta una mayor susceptibilidad a la fecha de siembra (Muller y Chamblee, 1980).

La **zapata** es un método por medio del cual se deposita la semilla junto al fertilizante en un surco en el suelo, sin laboreo previo (Robinson y Cross, 1960, citados por Bentancor y García, 1991). En condiciones de escasa humedad y/o con pasturas densas y competitivas, el empleo de la zapata contribuye a un aumento de la disponibilidad de Nitrógeno, mejorando el contacto semilla-suelo y facilitando una buena implantación (Millot, 1958, citado por Millot et al., 1987).

Pero la sembradora de zapata presenta algunos inconvenientes, como lo es la tendencia del surco a cerrarse rápidamente al volver a caer el pan de tierra al mismo, lo que determina un pobre establecimiento (Swaine, 1965, citado por Bayce et al., 1984). Por otro lado en suelos con mal drenaje, el surco permanece por períodos prolongados con exceso de humedad, dificultando el establecimiento y determina un lento crecimiento de las especies (Termezana y Carámbula, 1971; Carámbula, 1977; Millot et al., 1987).

Por otro lado está el **laboreo reducido**, que efectúa la remoción del tapiz y laboreo superficial del suelo en grados variables y es realizado a través del uso de disquera, excéntrica, vibro, cincel, etc (C.I.A.A.B, 1974; Carámbula, 1977).

Carámbula (1977), sostiene que las mejores implantaciones alcanzadas mediante el uso de excéntricas, se deben a una mayor penetración del agua en el suelo, un aumento de su aireación y actividad bacteriana, a lo que se agrega un buen contacto semilla-suelo que permitirá un rápido establecimiento.

El rendimiento total de la pastura varía en forma marcada y es escaso en el período de implantación cuando la destrucción de la cobertura vegetal ha sido intensa. En éste caso la capacidad de carga se verá disminuida en forma apreciable, debiéndose retirar el ganado. Carámbula et al. (1986), citados por Echeverría y Marques (1993), agregan como aspectos negativos que aumenta el riesgo de erosión en topografías quebradas y el desarrollo de malezas provocado por la remoción del suelo.

Millot et al. (1987), establecen que los métodos de siembra sobre el tapiz de mayor uso en el país han sido la cobertura y la zapata. También se utilizan las regeneraciones de pasturas, realizando remociones parciales del tapiz y suelo con disquera o excéntrica y posterior siembra al voleo, con aplicación previa, en algunas ocasiones, de quemas o herbicidas.

2.3.1.2- Nuevas tecnologías para siembras sobre el tapiz:

Desde el comienzo de la década del 90 están disponibles en el mercado uruguayo herbicidas totales como el Glifosato, a precios sensiblemente menores que en la década pasada, y una variedad muy amplia de máquinas de siembra directa (García et al., 1996). Esto plantea la posibilidad de localizar la semilla y el fertilizante dentro del suelo a profundidades regulables y controlar la vegetación existente en grados diversos.

La siembra directa se puede definir como una técnica o sistema de producción que se basa en el uso de herbicidas para el control de malezas y que requiere el uso de máquinas sembradoras especializadas, capaces de colocar las semillas en contacto con un suelo de elevado grado de consolidación, y a través de una capa de residuos vegetales (Martino, 1994). La siembra directa provee un mejor contacto semilla-suelo y coloca la semilla a una mejor profundidad que la cobertura (Welch y Haferkamp, 1980, citados por Dovel et al., 1990).

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).

Los tipos de cuchillas cortadoras, abre surcos 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). Todos aspectos que aumentan en importancia al tratarse de especies forrajeras de semilla pequeña y pueden estar determinando necesidades de ajustes en los equipos o su uso.

Martino (1994), señala que el diseño de abre surco 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; y 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. comp. pers., 1996).

2.3.1.3- Aspectos comparativos entre métodos de siembra en el tapiz:

Mc. Williams et al. (1970), destacan las diferencias con las siembras en cobertura donde la obtención de agua por parte de las semillas es controlada por la capacidad de balancear la absorción y pérdida por evapotranspiración de sus tegumentos, respecto a siembras en que las semillas son enterradas.

La distribución es uno de los aspectos que pueden estar explicando diferencias entre métodos de siembra. Respecto a ésta, se ha observado un comportamiento diferencial entre las especies de semilla grande y chica (Minina, 1961, citado por Díaz y Moor, 1980). Las especies de semilla chica sembradas en líneas pueden sufrir pérdidas de plántulas, permitiéndole de esa forma un dominio de las especies de semilla grande en la pastura (Díaz y Moor, 1980). Estos últimos afirman que las especies de semilla grande como las gramíneas, tienen menor emergencia y vigor de plántula cuando se siembran al voleo.

Usando una sembradora de dos cajones y combinando ambos métodos, los mismos autores comprobaron que, al sembrar Festuca en líneas su contribución aumentó considerablemente, permitiendo además un ahorro de semilla. Dicho efecto se incrementó con el uso de fertilizante NP en la línea. Explicaron este efecto en base a mayores porcentajes de implantación y fundamentalmente a un mayor vigor de plántulas.

Este efecto sobre la gramínea también ha sido evidenciado por Hart et al. (1968), quienes encontraron que la siembra en línea de la Festuca dio mayor rendimiento que al voleo, a cualquier nivel de humedad. Estos autores afirman, que la siembra en línea hace un uso más eficiente del agua del suelo. A su vez observaron que el rendimiento de Trébol Blanco como porcentaje del total de materia seca, disminuía a medida que el rendimiento de Festuca aumentaba.

Díaz y Moor (1980), destacan que la producción total de la fracción leguminosa en todo el período, no fue afectada significativamente por el método y/o las densidades de siembra de la gramínea. Sin embargo, resaltan que el análisis del rendimiento acumulado puede enmascarar variaciones operadas en el transcurso del tiempo.

Por su parte Acuña (1993), comparando distintos métodos de siembra que implicaban sembrar Raigrás perenne y Trébol Blanco, ambas al voleo; ambas en línea; y la gramínea en línea con la leguminosa al voleo, considerando a su vez dos distancias entre hileras; confirmó la superioridad de la siembra en línea para la gramínea frente a la siembra al voleo. En el caso de la leguminosa, encontró que los menores rendimientos del Trébol Blanco se daban en la siembras en línea a 20 cm, pero esto no fue así al reducir la entre-hilera a 10 cm.

Acuña (1993), concluyó que la competencia de la gramínea es determinante de la reducción del aporte de la leguminosa cuando esta se siembra en la línea junto con la gramínea. Dicho efecto fue menor al disminuir la distancia entre hileras, ya que al pasar de 20 a 10 cm la densidad de la gramínea y la cantidad de Nitrógeno agregado en la línea disminuye a la mitad. Los resultados de ese ensayo indican que la siembra del Raigrás perenne en línea y el Trébol Blanco al voleo, permitieron una mayor producción de estas especies en relación a la siembra de ambas en la misma línea.

Dicho efecto negativo sobre las leguminosas, por competencia en la línea u otras razones, varía con la especie. En el ensayo de Díaz y Moor (1980), mientras el Trébol Blanco mostró una importante reducción en su porcentaje de establecimiento al sembrarse en línea con las otras especies, el porcentaje de establecimiento del Lotus no fue afectado por el método de siembra. Esto último contrasta con lo observado por Duell (1974), citado por Díaz y Moor (1980), que sostiene que el Lotus se adapta mejor a siembras al voleo.

A pesar de las diferencias que se establecen inicialmente entre los distintos métodos de siembra sobre el tapiz, a medida que transcurre el tiempo luego de realizada la mejora se ha observado que las mismas tienden a equilibrarse (Risso y Scavino, 1978; Millot et al., 1987). Luego del primer año se vuelven relevantes las características productivas de las especies y un manejo adecuado del pastoreo (Millot et al., 1987; Risso, 1994).

La ubicación de la semilla en el tapiz fue encontrada como un factor importante en relación a la respuesta al método de siembra. Con siembra directa en líneas se obtuvo consistentemente mejores poblaciones de leguminosas 60 días post-siembra, que con siembras al voleo superficiales (Taylor et al., 1969; Taylor et al., 1972, citado por Byers y Templeton, 1988). Esto contrasta con Dovel et al., 1990, que encontraron que la siembra directa resultó en menores porcentajes de establecimiento en la leguminosa *Desmanthus illinoensis* que la cobertura.

Curll y Gleeson (1987), encontraron una amplia diferencia en implantación en los primeros 150 días a favor de la siembra directa y una siembra con una máquina similar a una zapata, en comparación con la cobertura.

Muller y Chamblee (1984), en 4 años de evaluación de siembras de Trébol Blanco Ladino y Alfalfa sobre un tapiz de Festuca tratado con Paraquat, encontraron que la siembra directa superaba en 2 a 4 veces el número de plántulas de la cobertura.

Kunelius et al. (1982), comparando una sembradora directa con una máquina similar a una zapata, encontraron para el primer año que el establecimiento de las plántulas y la producción de materia seca total fue similar para ambos tipos de sembradoras, aunque evidenciaron diferencias en la producción y composición de la materia seca en el segundo año.

Curll y Gleeson (1987), encontraron que la siembra directa puede ser usada para lograr una población importante de plantas de Trébol Rojo y Blanco, aún existiendo una pastura dominada por gramíneas perennes (*Phalaris aquatica* en este caso). La ventaja de la siembra directa respecto a la siembra superficial, la atribuyen a: la menor competencia de las gramíneas, a una más efectiva ubicación del fertilizante en relación a la semilla y a la existencia de un mejor microambiente en la cama de siembra.

A nivel nacional Risso y Scavino (1978), encontraron en un suelo de Cristalino, que la siembra en cobertura realizada en óptimas condiciones es superior o similar en rendimiento a una siembra con zapata. Termezana y Carámbula (1971), sobre suelos de Basalto superficiales y de profundidad media, encontraron una mayor población de plantas al usar la excéntrica, seguido por la cobertura y por último la zapata. Sin embargo en relación al peso seco de 10 plántulas, estos autores obtuvieron un mejor comportamiento de la zapata, seguida de la excéntrica y por último la cobertura.

2.3.2- Localización de la fertilización con Fósforo y/o Nitrógeno en siembras sobre el tapiz.

Hay dos aspectos importantes a tener en cuenta en la dinámica del Fósforo en el suelo. En primer lugar, se inmoviliza bastante rápidamente, siendo esta fijación mayor cuanto más pesado y acidez asociada a formas de Hierro y Aluminio tiene el suelo, y en segundo lugar, es un elemento de muy poca movilidad en el perfil. Estas características sugieren que la dosis y localización del Fósforo en el suelo afectan la capacidad de la planta para absorber dicho nutriente, así como también la cantidad fijada por el suelo (Barber, 1977, citado por Díaz y Moor, 1980).

Morón y Perez (1981) plantean que la poca movilidad del Fósforo en el suelo presenta ventajas e inconvenientes cuando se utiliza para mejoramientos de pasturas naturales, debe ser localizado donde las raíces puedan interceptarlo. Malhi et al. (1992), afirman que esto resulta difícil, poco práctico o problemático en pasturas establecidas en las que al suprimir el laboreo, el Fósforo es aplicado superficialmente, concentrándose cerca de la superficie, aún luego de aplicaciones anuales repetidas. Por lo tanto, aplicaciones de Fósforo en cobertura para la corrección inmediata de deficiencias en pasturas, podrían no ser efectivas.

Mc Lean (1964), citado por Malhi et al. (1992), observó que con aplicaciones anuales de 62,5 Kg Fósforo/Ha durante 24 años, la capa afectada no superó los 15 cm. Esto concuerda con Chaiwanakupt y Robertson (1979), y Richards y Belanger (1989), citados por Malhi et al. (1992), quienes encontraron que la cantidad y movimiento en profundidad del Fósforo aplicado aumentó con la dosis, y sólo cuando estas fueron altas hubo acumulación en el subsuelo.

Esto se explica porque a altas dosis se logra saturar la capacidad de fijar el Fósforo del suelo, permitiendo una mayor facilidad de movimiento. Otra explicación es la absorción por las raíces que llegan a ese nivel y que luego mueren liberando el nutriente (Read y Campbell, 1981, citados por Malhi et al., 1992).

Stephenson y Chapman (1931), y Neller (1946), citados por Malhi et al. (1992), en contraposición, afirman que el movimiento del Fósforo es considerable. El estudio de Malhi et al. (1992), comprueba que el movimiento sólo es importante en situaciones particulares como por ejemplo, suelos de textura gruesa con menor capacidad de retención de Fósforo.

En suelos con alta capacidad de retención de Fósforo, al concentrar la dosis de fertilizante fosfatado en el sector donde se desarrollará la mayor parte de las raíces, se logra saturar su capacidad de retención y una mayor parte del Fósforo aplicado queda disponible para las plantas. Hay así una mayor eficiencia de utilización del fertilizante (Sadzawka y Carrasco, 1985, citados por Acuña, 1993). Saltar (1938), y FAO (1977), citados por Díaz y Moor (1980), apoyan que la localización del fertilizante en bandas y la siembra sobre la banda, es una de las formas de aumentar la eficiencia de utilización del fertilizante.

Las ventajas de la localización del Fósforo pueden deberse a una menor reversión del nutriente a formas menos disponibles por un menor contacto entre el fertilizante y el suelo, y a que las bandas pueden colocarse de forma tal que el nutriente quede rápidamente disponible para las raíces de las plantas, estimulando su crecimiento inicial. Al localizar el fertilizante, menos nutriente es tomado por las malezas y se minimizan las pérdidas por erosión hídrica y eólica (Díaz y Moor, 1980).

La localización del fertilizante fosfatado trae aparejado una serie de efectos en el crecimiento vegetal, los que pueden traducirse en ventajas o desventajas según la situación particular en la que se encuentre la pastura.

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

En una primera etapa, el crecimiento de las plántulas sería independiente de la disponibilidad de Fósforo en el suelo. Los requerimientos serían cubiertos a expensas de las reservas de las semillas y cotiledones, aún cuando las plántulas fueran capaces de absorber Fósforo del suelo. Una vez agotadas las reservas, la única fuente de Fósforo sería la disponible en el suelo, la que no debería ser limitante para permitir la continuidad del proceso que las plántulas venían desarrollando (Argelaguet e Irazoqui, 1985).

Macfarlane y Bonish (1986), citados por Bentancor y García (1991), encontraron una respuesta consistente y lineal a la fertilización fosfatada en el vigor de las plantas. Se encontró buena respuesta en el peso de plántulas y plantas, y se mejoró el establecimiento y sobrevivencia.

Jaso y Olaondo (1986), encontraron que la fertilización fosfatada presentó una asociación alta con el peso y número de plantas en la siembra convencional, pero en siembras en cobertura dicha correlación fue menor, principalmente con la población. En este sentido Argelaguet e Irazoqui (1985), demostraron que en siembras sobre el tapiz la fertilización fosfatada afecta principalmente el peso de las plántulas. De esta manera concluyen que el efecto del fósforo sobre la población es indirecto y se daría a través de su incidencia sobre la capacidad de sobrevivencia de las plántulas como efecto ligado al peso de las mismas.

Diener (1950), citado por Carámbula (1977), ha demostrado que la penetración del Rhizobium en los pelos radiculares se efectúa aún a bajos niveles de Fósforo, pero en dichos casos la infección no avanza y la planta no nodula. Cuando las plántulas disponen de Fósforo rápidamente soluble desde la germinación, posteriormente presentan sistemas radiculares más desarrollados y con mayor número de nódulos (Carámbula, 1964, citado por Carámbula, 1977).

Considerando las diferentes fuentes de información, se puede afirmar que es importante lograr un nivel mínimo de Fósforo a través de la fertilización inicial, para asegurar la población de plantas en la primera fase del mejoramiento, no siendo esperable la respuesta a dosis altas en este período.

El aporte de Nitrógeno a campos mejorados se debe hacer a través de las leguminosas, ya que se presentan como una fuente económica para las gramíneas, lográndose también mejorar la calidad y el nivel proteico de las pasturas (García y López, 1985; Millot et al., 1987). Este aporte de Nitrógeno por medio de las leguminosas se desarrolla por una activación del ciclo de las mismas, que transferirán por exudados de raíces y restos en descomposición el Nitrógeno fijado simbióticamente (Millot et al., 1987).

Sin embargo, la aplicación de fertilizante nitrogenado a la siembra beneficia el establecimiento de las gramíneas y puede ser de importancia para las leguminosas (Charles et al., 1980, citados por García y López, 1985; Dowling et al., 1971; Mc. Williams et al., 1970). Debido a la ausencia de laboreo, el Nitrógeno disponible estaría a un menor nivel que en siembras convencionales con laboreo. Al respecto Evans (1960), citado por Carámbula (1977), sostiene que la habilidad para tomar y usar el nitrógeno del suelo es el principal factor por el que compiten las especies.

Esto aumentaría las posibilidades de respuesta a la fertilización nitrogenada en las primeras etapas del desarrollo de las leguminosas, cuando aún no se ha establecido la simbiosis.

En oposición a esto, existen casos en la literatura donde se citan efectos perjudiciales de este nutriente en las siembras en cobertura. Roberts (1960), citado por Bentancor y García (1991), concluyó que en siembras en tapices dominados por gramíneas, el uso de 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 Dreier (1956), encontraron que el fertilizante nitrogenado aumentó el uso del fertilizante fosfatado en un 50%.

2.3.3- Alternativas de control de la vegetación

2.3.3.1- Introducción

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, citados por Bentancor y García, 1991; 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 (Curl y Gleeson, 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 la superficie 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).

2.3.3.2- Pastoreo

Curl y Gleeson (1987), mencionan que las defoliaciones de una gramínea perenne previas a la siembra mejoran el establecimiento de Trébol Blanco y Trébol Rojo. En este estudio el factor de competencia fue la humedad, la que afectó la sobrevivencia estival.

Por su parte Barnhart y Wedin (1982), citados por Curl y Gleeson (1987), sostienen que el beneficio de la defoliación se debería a que esta aumenta 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), citado por Castrillón y Pirez (1987), como un factor crítico que impide el desarrollo de las plántulas bajo vegetación. Sin embargo Boatman y Haggar (1985), estudiando diferentes frecuencias de corte luego de la siembra, no encontraron diferencias en la implantación de Trébol Blanco. Estos autores lo explicaron en base a que el nivel de competencia por luz fue similar en los distintos hábitos del tapiz generados por las frecuencias de corte.

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; Riso, 1994). Este manejo previo del tapiz es coincidente con Carámbula et al. (1994), excepto por su duración, en la medida en que este autor lo plantea desde el verano.

Varios autores encontraron una respuesta negativa o ausencia de respuesta al pastoreo previo, pero todos ellos en situaciones de escasa vegetación o climas secos (Cullen, 1966, citado por Bentancor y García, 1991; Dowling, 1978; y Dowling y Glimour, 1983).

Millot et al. (1987), sostienen que en caso de no hacer remociones importantes de suelo se puede continuar con el pastoreo 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.

No obstante el pastoreo post-siembra puede presentarse riesgoso, ya que puede provocar el arrancado de plántulas que están en el proceso de establecimiento (Campbell, 1968, citado por Bayce et al., 1984). Para ajustar dicha práctica se debe tener un conocimiento de lo que ocurre en el tapiz, de manera de determinar la competencia que imponen las plantas existentes (Rosengurt, 1977, citado por Bayce et al., 1984).

Las defoliaciones se deberían realizar mientras que las plántulas estén por debajo del horizonte de pastoreo, ya que se deben evitar defoliaciones tempranas que reducen el arraigamiento de las plántulas y su capacidad de competencia por luz, agua y nutrientes (C.I.A.A.B, 1974; Hughes y Nicholson, 1961, 1962, citados por Bentancor y García, 1991). Campbell y Swain (1973), agregan que a pesar de que el pastoreo causa pérdidas de plantas ya establecidas, las pérdidas en que se incurre por no pastorear pueden ser mayores.

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 a las plántulas (Cullen, 1970, citado por Bayce et al., 1984).

El pastoreo tiene mucha utilidad cuando es usado como complemento de otros métodos. En este sentido, resulta eficaz para mejorar la acción de los herbicidas y para facilitar el pasaje de la maquinaria en los laboreos superficiales (Langer, 1973, citado por Carámbula, 1977).

La quema es eficaz cuando el pastoreo no produce el raleo adecuado del tapiz denso, de manera que en la siembra en cobertura las semillas no podrían germinar o arraigar (Rosengurtt 1981, citado por Bentancor y García, 1991), y además es útil para eliminar problemas provocados por la presencia de maciegas de especies de alto porte (Mazzitelli, 1986, citado por Bentancor y García, 1991). No obstante, una quema severa puede eliminar por completo la cubierta vegetal y resultar en un establecimiento pobre (White, 1981). Otro inconveniente puede ser el aumento de la cantidad de malezas como *Bacharis coridifolia* (Mío-mío) y *Eryngium horridum* (Cardilla). (Medero et al., 1958, citados por Bentancor y García, 1991).

2.3.3.3- 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 en relación a la siembra, la duración del control de la vegetación y la competencia de las malezas (Malik y Waddington, 1989), por lo cual el control químico debe definirse para cada situación particular.

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

Sin embargo según Carámbula et al. (1994), 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 sólo 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.

Dowling et al., (1971) estudiaron los efectos de distintos niveles de cobertura a la siembra (750, 1250 y 3300 Kg MS/Ha a la siembra) con y sin control químico, los cuales fueron alcanzados con diferentes regímenes de pastoreo previo a la siembra. Los resultados indican que la cobertura actúa benéficamente durante la implantación, lográndose un establecimiento significativamente mayor en parcelas no pastoreadas. Entre los 2 niveles de pastoreo y entre control químico y ausencia del mismo, se observó una leve tendencia a favor del aumento de la cobertura y la disminución de la competencia. Se aclara que estos resultados provienen del sudeste de Australia región con un clima relativamente seco.

Malik y Waddington (1990), registraron un mayor contenido de agua en los 20 cm superiores del perfil del suelo, durante los 10 días siguientes al tratamiento con Glifosato.

El incremento de la disponibilidad de luz por la supresión de la vegetación, con aplicaciones de Paraquat (Bamhart 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 a las especies residentes al momento de la realización del mejoramiento sin laboreo (Cromack et al., 1978, Van Keuren 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).

El Glifosato es un herbicida no selectivo ampliamente utilizado que debido a su capacidad de translocarse en el floema, es particularmente útil para controlar plantas perennes con órganos subterráneos, que tienden a prosperar en pasturas y sistemas de agricultura conservacionista (Martino, 1995).

Todas las especies de plantas son susceptibles al Glifosato, sin haberse reportado ningún caso de resistencia. Sin embargo, varían en su grado de tolerancia a este herbicida, a través de diferentes mecanismos y según su estado fenológico (Martino, 1995). Malik y Waddington (1990), observaron que el Glifosato es más selectivo que los herbicidas no translocables en controlar la vegetación.

Por lo tanto, la definición de estrategias para controlar una determinada especie de maleza con Glifosato, como con cualquier otro herbicida, requiere un conocimiento acabado de las características morfológicas y fisiológicas de la misma (Martino, 1995).

La adición de sales de amonio al Glifosato y Graminocidas mejora su eficacia cuando son usadas aguas duras para la pulverización (Turner, 1985, citado por Malik y Waddington, 1990).

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 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 mejor contacto semilla-suelo, ya que de lo contrario puede registrarse un efecto negativo.

Por un lado está lo relativo al tiempo que los distintos herbicidas requieren para realizar el control según su modo de acción y la reducción de la masa de restos a un nivel que permita un adecuado contacto semilla suelo y la operativa de la siembra.

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 microorganismos 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 afectarse 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 posibilidad.

Trabajos de ADAS Wales (1979), citados por Davies y Davies (1981), indican marcadas reducciones del establecimiento con intervalos aplicación-siembra menores a 14 días, pero un período de tiempo fijo no puede ser aplicable para todo producto químico y condición climática. Campbell (1974), citado por Moshier y Penner (1978), estudiando el efecto del Glifosato en siembra de alfalfa sobre el tapiz, determinó tiempos de espera similares. Davies y Davies (1981), afirman que la tasa de desaparición de los compuestos inhibitorios es importante y que en la práctica se relaciona con el intervalo entre la aplicación de los herbicidas y la siembra.

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 pre-emergencia. 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 2 a 3 días en desecarse, el Glifosato demora en el orden de 14 días para alcanzar un estado similar.

No obstante Moshier y Penner (1978), simulando una siembra en cobertura de Alfalfa demostraron que cuando la aplicación del Glifosato se realiza sobre la vegetación y no sobre el suelo, la inactivación no es tan rápida. En los mismos estudios, colocando semillas en contacto directo con Glifosato, comprobaron que no se afectó la germinación pero si se redujo el vigor de las plántulas. Además, encontraron que cuando las plántulas están en contacto con suelo tratado (pre-siembra incorporado y pre-emergencia), los efectos negativos solo se producen a altas dosis.

En base a los distintos 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.

Lo anterior fue comprobado por Davies y Davies (1981), a partir de la superioridad de los tratamientos en que se quemaron o removieron los restos vegetales antes de la siembra. Atribuyeron este efecto a una menor cantidad de material vegetal disponible para la descomposición y posiblemente a una reducción en los residuos de herbicidas que pueden provocar daño a las semillas en germinación.

Davies y Davies (1981), plantean la hipótesis de que la descomposición de la materia orgánica en la proximidad de la semilla, podría causar deficiencia de oxígeno y posiblemente liberar productos ácidos y deletéreos. La aplicación de peróxido de calcio en contacto con la solución del suelo sería capaz de liberar oxígeno y neutralizar el efecto de los ácidos.

Carámbula et al. (1994), encontró que el Glifosato (Roundup 2,5 l/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 l/Ha) en cambio detiene el crecimiento por un período prolongado pero sin afectar la composición florística del tapiz. Este autor sostiene que se debe evitar que el herbicida mate las gramíneas perennes, lo que provocaría disminución de la producción y desequilibrios en la pastura.

Macfarlane y Bonish (1986), citados por Bentancor y García (1991), encontraron que para maximizar el establecimiento es necesario usar herbicidas, pero con un buen manejo del pastoreo y pisoteo, fue posible lograr un establecimiento cercano a los dos tercios del logrado con el herbicida.

Kunelius et al. (1982), no encontraron efecto sobre el componente leguminosa usando Glifosato y Paraquat. Sin embargo Muller et al. (1980), citados por Kunelius et al. (1982), consideraron la aplicación de Glifosato como esencial para lograr implantar Alfalfa. Taylor et al. (1969), coinciden al considerar que el uso de herbicidas es un paso crítico para lograr un buen establecimiento y crecimiento de leguminosas forrajeras introducidas en el tapiz.

En este punto Dowling et al. (1971), mantienen una postura intermedia, en la medida en que en sus ensayos la reducción de la competencia de la vegetación determinó un incremento significativo en el establecimiento de todas las especies, pero mayor en las gramíneas. También hubo un aumento de la sobrevivencia estival a favor de los herbicidas .

Por otro lado, a nivel nacional Carámbula et al. (1994), observó un comportamiento diferente de las leguminosas y gramíneas. Destaca que las primeras son favorecidas por tratamientos intensos de debilitamiento del tapiz (pastoreo) y no responden al uso de herbicidas, mientras que en las segundas la implantación se ve significativamente facilitada por el control químico.

Squires (1976), citado por Kunelius et al. (1982), reportó que el Glifosato fue más efectivo que el Paraquat para establecer Trébol Rojo en siembra directa, mientras que Cromack et al. (1978), citados por Kunelius et al. (1982), registraron establecimientos similares de Raigrás perenne y Trébol Blanco para ambos herbicidas. En cambio Muller y Chamblee (1984), encontraron que la supresión de la pastura con Paraquat no tuvo efecto en el población inicial de Alfalfa.

Rogers et al. (1983), estudiando la supresión de un tapiz de Festuca con Paraquat, encontraron incrementos en la población de plantas y en el rendimiento en forraje de Trébol Blanco Ladino. La habilidad de la Festuca para recuperarse de la aplicación de Paraquat estuvo relacionada a la época de aplicación del herbicida.

Jeffurey et al. (1978), citados por Rogers et al. (1983), observaron que la aplicación de 0,28 Kg/Ha i.a. de Paraquat en primavera provocaba una buena supresión inicial pero de corta duración. Mientras que aplicaciones de Paraquat a igual dosis en otoño, se traducían generalmente en una excesiva supresión del tapiz, la que se podría aliviar con aplicaciones de Paraquat en bandas.

3- MATERIALES Y METODOS

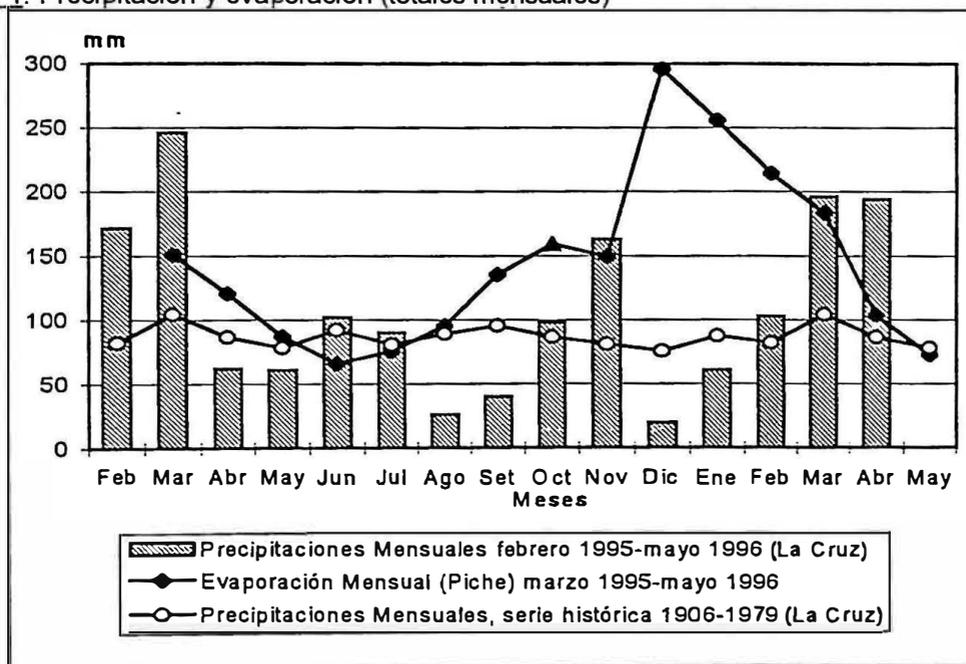
3.1- DESCRIPCIÓN DEL ENSAYO

El ensayo se encuentra en un establecimiento comercial ganadero en el departamento de Florida, habiéndose realizado el trabajo de campo de esta primer etapa experimental desde marzo de 1995 a junio de 1996.

El mismo se encuentra en una ladera convexa sobre un Brunosol Subeútrico Típico o Lúvico (Anexo 1). Es un suelo de Cristalino profundo, dominante en la Unidad Isla Mala y asociado en las Unidades La Carolina y San Gabriel-Guaycurú de la Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay escala 1:1.000.000 (D.S.F, M.G.A.P).

En relación al clima durante el período experimental se destaca el adelanto del esperable déficit estival de agua, provocado por la combinación entre la escasez de precipitaciones en el período agosto 1995-enero 1996 y la demanda atmosférica (Figura 1).

Figura 1: Precipitación y evaporación (totales mensuales)



El mejoramiento de campo se hizo con una mezcla de Lotus comiculatus, Trifolium repens y Festuca arundinacea, en un diseño de parcelas divididas en 4 bloques al azar. En las parcelas mayores se ubicaron los métodos de siembra, siendo estos cobertura y siembra en línea con una máquina de siembra directa de discos. Estas parcelas se dividieron en 7 subparcelas en las que se evaluó el control de la vegetación. Toda el área tuvo control del tapiz mediante pastoreo. Los tratamientos en las parcelas chicas fueron: testigo sin herbicida; Glifosato a 1, 2 y 3 litros de producto comercial Roundup (36 % de principio activo) por hectárea y Paraquat a 0,75; 1,5 y 2,25 litros de producto comercial Sauquat (26,6 % de principio activo) por hectárea.

Los símbolos que se utilizan en el trabajo al referirse a los tratamientos o grupos de tratamientos son los siguientes:

- Método de siembra: MSI

- Cobertura: Cob
- Siembra directa: Sd

- Agrupamientos:

- Paraquat: P
- Glifosato: G
- Otras dosis de Glifosato o Paraquat: Otr
- Herbicidas: H

- Control de la vegetación: ConV

- Testigo: T
- Glifosato 1 litro p.c./Ha: G1
- Glifosato 2 litros p.c./Ha: G2
- Glifosato 3 litros p.c./Ha: G3
- Paraquat 0,75 litros p.c./Ha: P0,75
- Paraquat 1,5 litros p.c./Ha: P1,5
- Paraquat 2,25 litros p.c./Ha: P2,25

El acondicionamiento previo del tapiz se realizó con pastoreo de vacunos y ovinos comenzando en marzo de 1995, luego de un descanso del potrero de 70-80 días y finalizado el 25 de abril de 1995, intentando crear los nichos necesarios en el tapiz, lo que no fue satisfactoriamente logrado.

Se sembró el 12 de abril de 1995 siendo las densidades de 2,15 Kg/Ha para *Trifolium repens*; 9,5 Kg/Ha para *Lotus corniculatus* y 9 Kg/Ha para *Festuca arundinacea*. Las leguminosas fueron inoculadas con los productos y dosis recomendadas y peleteadas con un producto a base de Carbonato de Calcio.

Para la siembra directa se usó una máquina SEMEATO TDA 200 de doble disco desencontrado con tapadora de metal y con limitador de profundidad de 4,5 cm, lo que fue una dificultad que intentó superarse con la regulación de los gatos hidráulicos para lograr una profundidad máxima de 2,5 cm. En la cobertura se usó la misma máquina con los abresurcos sin presión, evitando que penetraran en el suelo y sin los caños conductores de semilla y fertilizante.

Se aplicaron 150 Kg/Ha de 18-46-46-0, que en la siembra directa se localizaron en la línea de siembra, mientras que en la cobertura se dispersaron sobre la superficie del terreno al igual que la semilla.

Los herbicidas se aplicaron al otro día de la siembra (13 de abril de 1995), lo que no es una práctica adecuada, con una pulverizadora de mochila con 3 picos y sin manómetro.

3.2- MEDICIONES

3.2.1- Determinaciones de establecimiento y sobrevivencia

A los 33 días de la siembra se midió el efecto de los herbicidas sobre la cobertura de la superficie por restos secos, vegetación verde y suelo desnudo. Para ello se utilizó una transecta de 50 cm de longitud, siendo la variable expresada como porcentaje. Se tomaron 3 observaciones por unidad experimental.

A los 40 y 110 días de la siembra se midió el número de plántulas presentes por unidad de superficie, utilizando rectángulos de 20 x 30 cm con 3 repeticiones por unidad experimental, considerándose en la primer fecha solo las leguminosas. La variable se expresó como número de plántulas/m² y se calculó la relación entre la población de leguminosas a los 110 y 40 días post-siembra (porcentaje).

A los 70 días se evaluó el vigor de las plántulas de leguminosas, a través de la recolección de 10 plántulas por cada especie. Se determinó el peso seco de las mismas y la presencia o ausencia de nódulos. Los resultados obtenidos fueron el peso seco de 10 plántulas (miligramos) y el porcentaje de plántulas con nódulos efectivos.

Para cuantificar la sobrevivencia estival (porcentaje) de las especies sembradas, se determinó el número de plantas por unidad de superficie de cada especie a fines del segundo otoño del mejoramiento, utilizándose el mismo procedimiento que para las determinaciones de número de plántulas.

3.2.2- Producción de forraje

Se realizaron 3 evaluaciones de la producción de forraje mediante cortes efectuados el 22 de noviembre de 1995, el 13 de marzo de 1996 y el 6 de junio de 1996. En todos los casos se cortó una franja central de 5 m² en cada unidad experimental, a una altura de 4,5 cm, excepto en el último corte en que esta fue de 3,5 cm.

Se pesó el material verde y se retiró una sub-muestra para estimar la proporción de materia seca. Se determinó así el porcentaje de materia seca y la disponibilidad de forraje (Kg materia seca/ Ha). En la misma fecha que el primer corte se realizó una evaluación de los componentes de la producción de forraje, para lo que se cortó con tijera de mano a 2-4 cm de altura usando rectángulos de 25 x 40 cm, y realizando 3 observaciones por unidad experimental. Los resultados del fraccionamiento se expresaron como Kg materia seca/Ha y porcentaje de la materia seca total disponible de: *Lotus corniculatus*, *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens*, especies nativas y malezas.

3.2.3- Cuantificación de cambios en la composición botánica del tapiz

Esta se realizó en 3 momentos durante el período. La primera junto con el primer corte como ya fue expresado. La siguiente, a fines del verano del primer año, momento en que se determinó la frecuencia de las especies nativas más importantes y de *Cynodon dactylon*, con rectángulos de 20 x 50 cm y muestreando 5 sitios por parcela en las diagonales de cada unidad experimental. Paralelamente se estimó la proporción de suelo ocupada por vegetación verde, restos secos y suelo descubierto mediante apreciación visual, dividiendo los mismos rectángulos en cuadrantes. En esta segunda evaluación no se consideró uno de los bloques del ensayo (bloque 1) por presentar un marcado efecto borde (engramillamiento y maciegas), se seleccionaron 5 tratamientos de control de la vegetación (T; G1; G2; G3 y P2,25), y solamente se midió en una de las parcelas mayores de cada bloque considerado. La última consistió en un conteo de malezas considerando las especies relevantes, lo que se hizo con la misma metodología y momento que la determinación de sobrevivencia estival de las especies sembradas.

3.2.4- Distribución del Fósforo en el perfil

Se tomaron muestras de suelo el 13 de marzo de 1996, las que se analizaron por el método Bray Nro 1. Se muestrearon los Testigos sin herbicida de cada bloque, considerando 3 profundidades: 0-2,5 cm; 2,5-5 cm y 5-10 cm. En la cobertura se realizaron 4 perforaciones por unidad experimental, mientras que en la siembra directa se muestreo por separado la línea de siembra y fertilización y la entrelínea, realizándose 4 perforaciones en cada posición. En esta evaluación se tomaron como tratamientos los 3 sitios asociados a la localización del fertilizante provocada por los métodos de siembra.

3.2.5- Análisis estadístico

En todos los casos se realizó el Análisis de Varianza de los resultados de acuerdo al diseño experimental. Las modificaciones en el diseño experimental implícitas en la segunda evaluación de cambios en la composición botánica y en la determinación de fósforo, fueron tenidas en cuenta a través de la adaptación del análisis estadístico. Para separar las medias de tratamientos las sumas de cuadrados correspondientes, se abrieron en contrastes independientes de medias de un grado de libertad.

Los contrastes ortogonales realizados fueron: H versus T; G versus P; G1 versus Otr G; G2 versus G3; P0,75 versus Otr P; P1,5 versus P2,25; y los mismos contrastes relativos al factor control de la vegetación considerando las posibles interacciones con el método de siembra.

Por último, se analizó la asociación entre variables mediante el uso de correlaciones. Se señala entre éstas: plántulas de Festuca 110 días post-siembra con porcentaje de suelo cubierto por restos secos y vegetación verde 33 días post-aplicación; peso de 10 plántulas con porcentaje de nodulación para Trébol Blanco y Lotus respectivamente; producción total al primer corte y producción de las gramíneas nativas al mismo momento; suelo desnudo y malezas enanas a partir de la evaluación de composición de fines del primer verano.

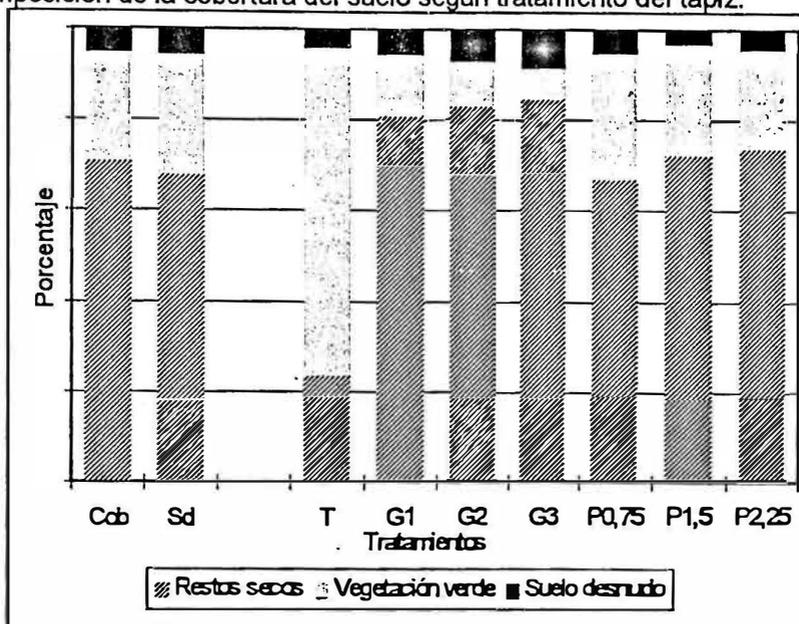
4- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1- IMPLANTACION

4.1.1- Efecto del tratamiento del tapiz sobre la cobertura del suelo

El control del tapiz incidió sobre el balance de los componentes de la cobertura del suelo, ya que hubieron diferencias altamente significativas para todas las variables, siendo importantes en vegetación verde y restos secos.

Figura 2: Composición de la cobertura del suelo según tratamiento del tapiz.



Cuadro 2: Resultados del Análisis de Varianza (ANOVA) y los contrastes para los componentes de la cobertura del suelo 33 días post-aplicación.

TRATAMIENTO	VARIABLES		
	% RESTOS SECOS	% VEGETACIÓN VERDE	% SUELO DESNUDO
MSI	0,1164	0,2319	0,7005
ConV	0,0001**	0,001 **	0,007 **
MSI x ConV	0,460	0,233	0,570
CV (%; a)	7,40	25,44	66,86
CV (%; b)	9,14	21,55	49,37
CONTRASTES	H > T 0,0001 G > P 0,0001 Otr P > P 0,75 0,03	T > H 0,0001 P > G 0,001 G 1 > Otr G 0,033 P 0,75 > Otr P 0,050	G > P 0,001 Otr G > G 1 0,067

Los valores en el cuadro son probabilidades de error de tipo I (α)

** : Probabilidad de $\alpha \leq 0,01$

* : Probabilidad de $0,01 < \alpha \leq 0,05$

+ : Probabilidad de $0,05 < \alpha \leq 0,1$

CV (%; a): Coeficiente de variación del error de parcela grande

CV (%; b): Coeficiente de variación del error de parcela chica

Dicho balance de componentes dominado por la vegetación verde en el Testigo pasó a estarlo por los restos secos en los tratamientos con herbicidas. También hubieron diferencias asociadas al tipo de herbicidas, en que el Glifosato superó al Paraquat en restos secos y lo opuesto para vegetación verde. Respecto a esto último hay que considerar que la evaluación se realizó 33 días post-aplicación, tiempo en que el tapiz tratado con Paraquat estaba recuperándose.

En cuanto a las dosis, las diferencias son de menor magnitud observándose lo siguiente:

- Restos secos: La menor dosis de Paraquat resultó en un menor efecto que las otras dosis de éste herbicida, y no se diferenciaron las dosis de Glifosato entre sí.
- Vegetación verde: La dosis menor para ambos herbicidas fue menos agresiva.

Se encontró una mayor proporción de suelo desnudo en los tratamientos de Glifosato, siendo la dosis más baja de menor efecto, aunque tales diferencias en esta etapa no fueron relevantes ya que la magnitud de suelo desnudo no superó el 9 % en ningún tratamiento.

El factor método de siembra no resultó significativo para ninguna de las variables de cobertura. Además las diferencias encontradas entre las medias no son importantes, lo cual era esperable en la medida que no existen causas que puedan justificar diferencias de cobertura debidas a éste factor, para los métodos de siembra evaluados.

4.1.2- Evaluación del proceso de implantación inicial

4.1.2.1- Población de plántulas:

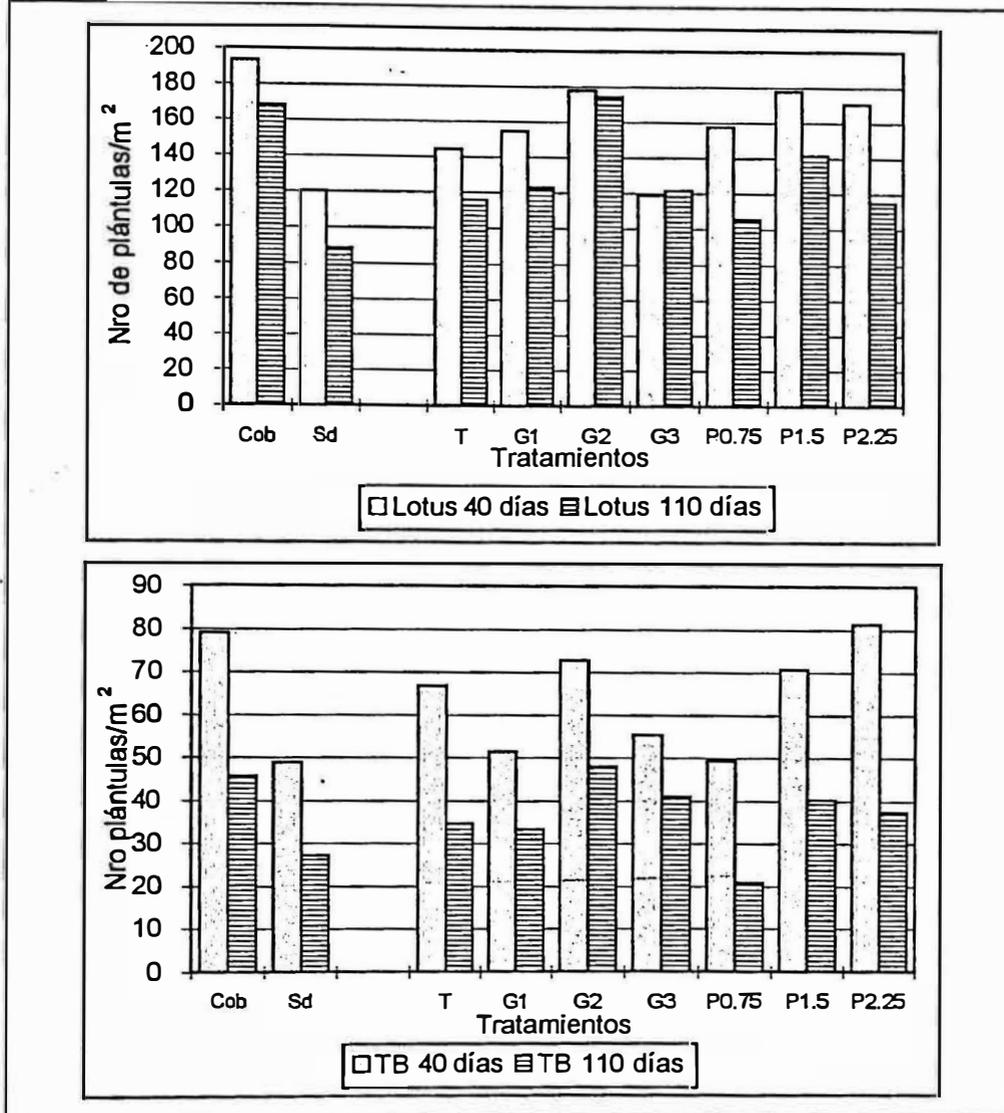
Es de destacar el elevado establecimiento general alcanzado para una situación de siembra sobre el tapiz, ya que los porcentajes de establecimiento respecto del total de semilla pura y viable sembrada son de 22,8 %, 13,0 % y 21,7 % para Lotus, Trébol Blanco y Festuca respectivamente. Esto puede atribuirse a la evolución del contenido de agua en el suelo en el período, asociado a las precipitaciones.

Como se observa en la Figura 3 y Cuadro 3, la siembra en cobertura permitió el establecimiento de poblaciones notoriamente más altas que la siembra en línea con sembradora directa para ambas leguminosas y en las 2 fechas de muestreo.

A los 110 días, momento más definitivo en relación al número de plantas que efectivamente aportarían forraje en adelante, estas diferencias a favor de la cobertura eran de 90,3 % y 68,6 % para Lotus y Trébol Blanco respectivamente.

Estos resultados contrastan con lo encontrado por Muller y Chamblee (1984) que en 4 años de evaluación de siembras de Trébol Blanco Ladino y Alfalfa sobre un tapiz de Festuca tratado con Paraquat, encontraron que la siembra directa superaba en 2 a 4 veces el número de plantas de la cobertura.

Figura 3: Establecimiento de Lotus y Trébol Blanco según tratamiento y fecha de muestreo.



Cuadro 3: Resultados del ANAVA y los contrastes para el establecimiento de Lotus y Trébol Blanco en las 2 fechas de muestreo.

TRATAMIENTOS	VARIABLES			
	Lotus 40 días	Lotus 110 días	TB 40 días	TB 110 días
MSI	0,040 *	0,098 +	0,026 *	0,107
ConV	0,450	0,389	0,268	0,496
MSI x ConV	0,430	0,632	0,894	0,727
CV (% a)	50,17	97,95	43,17	83,65
CV (% b)	36,86	48,97	46,41	68,15

Con respecto a la influencia del control de la vegetación sobre el establecimiento de las leguminosas, si bien no hay diferencias estadísticamente significativas, se señalan las siguientes tendencias:

- a los 40 días de la siembra se planteó una situación variable (rango de variación respecto al testigo ± 20 %), con mayor número de tratamientos por debajo del Testigo en Trébol Blanco.
- a los 110 días de la siembra se observa que las dosis intermedias de ambos herbicidas tendieron a permitir un mayor establecimiento, lo que fue de mayor magnitud para los tratamientos con Glifosato (superando G2 al Testigo en un 50,3 % y 38,0 % para Lotus y Trébol Blanco respectivamente). Por otro lado, el tratamiento de P0,75 presentó la tendencia a un menor establecimiento que el Testigo, fundamentalmente en Trébol Blanco (40 % menos).

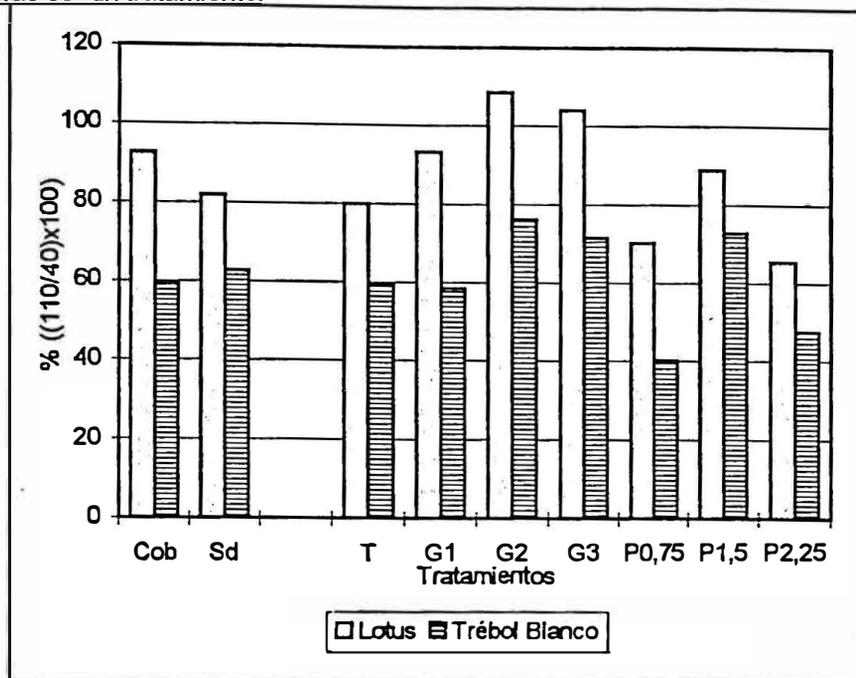
Al analizar estas tendencias debe considerarse que los herbicidas fueron aplicados un día después de la siembra, lo cual no es una práctica adecuada ya que no se tiene en cuenta la lenta acción del Glifosato, y que en siembras sobre el tapiz podría llegar a afectar a las semillas de algún modo.

En este sentido Moshier y Penner (1978), concluyen que es esperable la ocurrencia de daño en el crecimiento inicial de las plántulas, en la medida que residuos de Paraquat o Glifosato pueden permanecer en la capa de restos sobre el suelo si la siembra no se separa lo suficiente de su aplicación. También afirman que el margen de seguridad aumenta cuando la semilla se coloca dentro del suelo. Davies y Davies (1981), demostraron que si el período entre la aplicación de Paraquat o Glifosato y la siembra era menor a 21 días se producían efectos inhibitorios sobre la germinación y el establecimiento de Raigrás perenne, que atribuyeron a compuestos derivados de la descomposición de los restos vegetales. Estos últimos sostienen que los efectos inhibitorios no anulaban, sino que retrasaban los procesos, lo cual se apoya en que las diferencias con los tratamientos más afectados disminuyeron con el paso de los días.

En términos económicos la aplicación de herbicidas incrementa los costos de producción, por lo cual una situación de respuesta nula o escasa constituiría un efecto negativo. De todos modos sería importante reconocer cual es el efecto de la aplicación del herbicida sobre el establecimiento de leguminosas ya que es una práctica factible la utilización de leguminosas en mezcla con gramíneas, las que si tienen una respuesta consistente a la aplicación de herbicidas (Figura 5).

En la Figura 4, se observa que existió una disminución neta de la población de plántulas entre las fechas de muestreo para ambas leguminosas, que fue sensiblemente mayor para Trébol Blanco. Estos resultados concuerdan con Curl y Gleeson (1987), que encontraron que el número de plántulas de Trébol Blanco y Trébol Rojo declinó en todos los tratamientos (siembra directa con mínimo laboreo en la banda y cobertura, con y sin herbicida).

Figura 4: Evolución de la población de plántulas de Trébol Blanco y Lotus entre los 40 y 110 días según tratamiento.

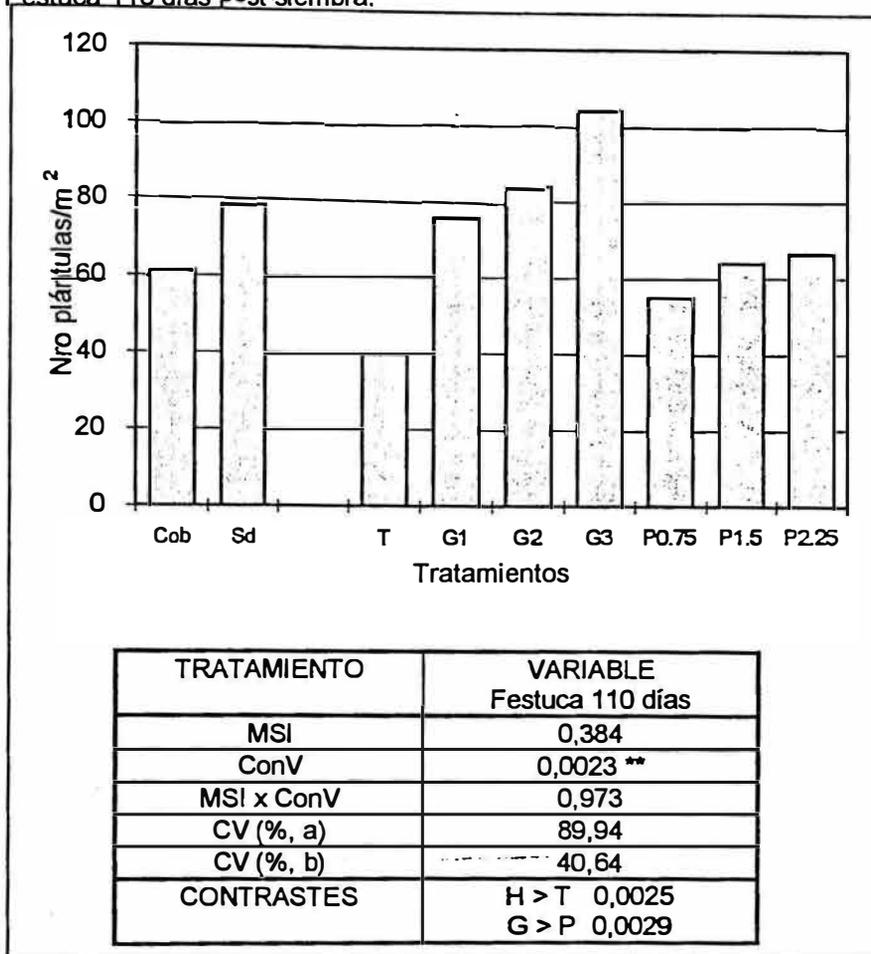


Cuadro 4: Resultados del ANAVA y los contrastes para la evolución de la población de plántulas de Lotus y Trébol Blanco entre las 2 fechas de muestreo

TRATAMIENTOS	VARIABLES	
	% Lotus (110/40)	% Trébol Blanco (110/40)
MSI	0,459	0,690
ConV	0,479	0,542
MSI x ConV	0,249	0,277
CV (% a)	52,77	50,49
CV (% b)	54,44	68,57

Curl y Gleeson (1987), también demostraron que el uso del herbicida incrementó el porcentaje de plántulas que sobrevivieron entre los 30 y 100 días post-siembra, diferencia que no pudo comprobarse estadísticamente en este trabajo. No obstante, se observa que la disminución de la población de plántulas en los tratamientos con Glifosato tendió a ser menor, fundamentalmente en Lotus que prácticamente mantuvo el nivel poblacional.

Figura 5.- Medias de tratamientos, resumen del ANAVA y contrastes para el establecimiento de Festuca 110 días Post-siembra.



Como lo indica la Figura 5, la respuesta de la Festuca medida como el número de plántulas/m² fue opuesta a la de las leguminosas, ya que la siembra en línea con sembradora directa favoreció su establecimiento. Si bien esta diferencia no es significativa, su magnitud es considerable (27,8 %) aunque menor que en las leguminosas.

Díaz y Moor (1980), señalan que la siembra de las semillas a la profundidad adecuada en condiciones de humedad relativamente mejores y la localización del fertilizante en la línea, sería una posible explicación del comportamiento de la Festuca.

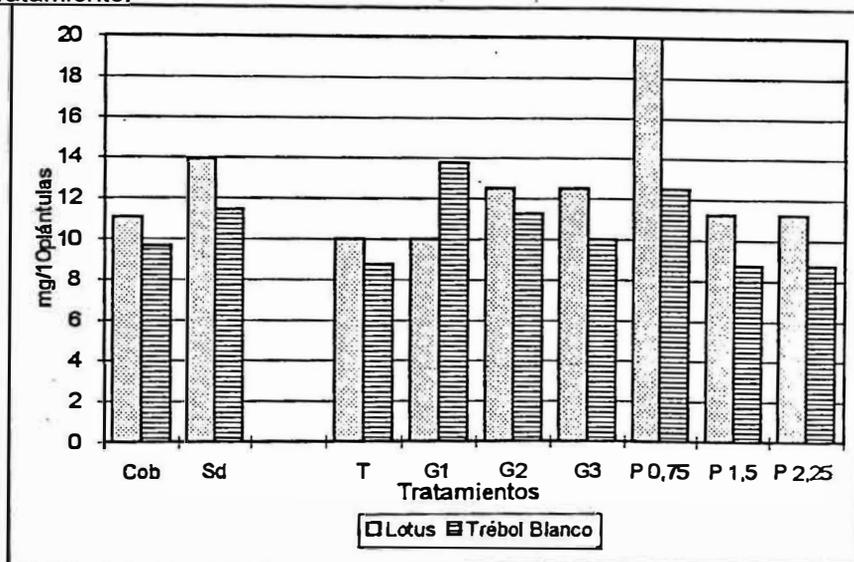
Para esta variable hubo un efecto altamente significativo del control de la vegetación, en el que se evidenció un mejor comportamiento de todos los tratamientos con herbicida respecto al Testigo y una superioridad del Glifosato frente al Paraquat. Además, aunque no se comprobó estadísticamente, se observó una tendencia de aumento del número de plántulas de Festuca con el incremento de la dosis de herbicida, principalmente de Glifosato. A diferencia de las leguminosas se demostró que el nivel poblacional de Festuca respondió a los niveles más extremos de supresión de la vegetación.

El comportamiento de la Festuca estuvo relacionado con el efecto de la aplicación de herbicidas en términos del balance de restos secos y vegetación verde, presentando mayor número de plantas/m² cuanto mayor supresión. Las correlaciones que presentó esta variable con el porcentaje de suelo cubierto por restos secos ($r = + 0,42$; grados de libertad (gl) = 54) y con vegetación verde ($r = - 0,41$; gl = 54) 33 días post-siembra, sustentan esta respuesta. Esto es coincidente con lo encontrado por Dowling et al. (1971) y Carámbula et al. (1994), que usando otras gramíneas en siembras sobre el tapiz demostraron que la reducción de la competencia de la vegetación con el uso de herbicidas, determinó un incremento significativo de las mismas.

4.1.2.2- Vigor inicial:

Otro aspecto en que se pueden esperar diferencias debido al método de siembra o al control de la vegetación en las primeras etapas del proceso de implantación es el vigor inicial, lo que se evaluó en las leguminosas a través del peso de plántulas (Figura 6) y la nodulación (Figura 7).

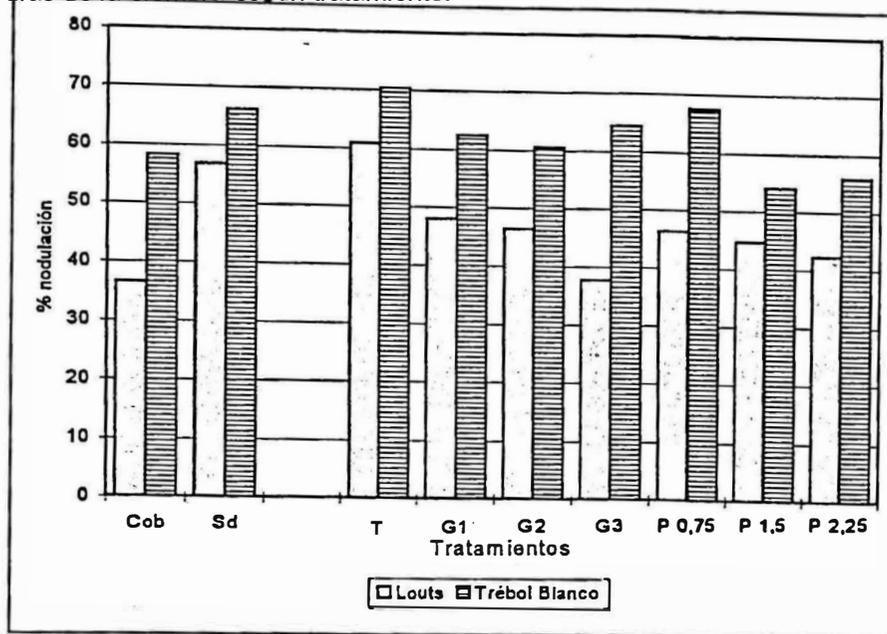
Figura 6: Peso de 10 plántulas de Lotus y Trébol Blanco a los 90-100 días de la siembra según tratamiento.



Cuadro 5: Resultados del ANAVA y los contrastes de peso de 10 plántulas y porcentaje de nodulación de Lotus y Trébol Blanco a los 90 y 100 de la siembra según tratamiento.

Tratamiento	VARIABLES			
	Peso de Lotus	Peso de TB	% nod. de Lotus	% nod. de TB
MSI	0,415	0,312	0,078 *	0,264
ConV	0,596	0,027 *	0,353	0,725
MSI x ConV	0,468	0,162	0,886	0,782
CV (% a)	90,86	52,16	61,69	35,00
CV (% b)	89,02	32,75	40,24	34,64
CONTRASTES	—	G > P 0,103 G 1 > Otr G 0,044 P 0,75 > Otr P 0,017	—	—

Figura 7: Porcentaje de plántulas de Lotus y Trébol Blanco con nódulos efectivos a los 90 y 100 días de la siembra según tratamiento.



Se encontró que las plántulas de la siembra directa eran más pesadas y los porcentajes de nodulación más elevados. En cuanto a la magnitud del efecto, mientras que este fue similar para el peso de plántulas en ambas leguminosas (25,8 % de incremento del peso de Lotus y 18,6 % en Trébol Blanco), fue notoriamente mayor para el porcentaje de nodulación en Lotus (55,5 % en Lotus contra 13,7 % de incremento en Trébol Blanco). Estas diferencias sólo pudieron comprobarse estadísticamente para la nodulación del Lotus (Cuadro 5).

Estos efectos pueden atribuirse a la mejora del ambiente próximo a la semilla y posteriormente la plántula, debido al mejor contacto semilla-suelo y al mayor aporte de Nitrógeno y Fósforo logrado a través de la localización del fertilizante binario en la línea de siembra. Al respecto, en el presente trabajo se comprobaron diferencias en la disponibilidad de Fósforo un año después de la siembra, asociadas a las diferentes localizaciones del nutriente provocadas por los métodos de siembra (ítem 4.5).

En relación al control de la vegetación si bien su efecto sólo resultó significativo para el peso de 10 plántulas de Trébol Blanco, igualmente se consideran importantes las diferencias observadas en las Figuras 6 y 7.

Los herbicidas considerados globalmente superaron al Testigo en un 29,2 % y 23,8 % para el peso de 10 plántulas de Lotus y Trébol Blanco respectivamente. Esto es coincidente con lo encontrado por Curtl y Gleeson (1987), acerca de que el Glifosato aumentó el peso aéreo y subterráneo de las plantas de Trébol Blanco y Rojo en un 29 %. En Trébol Blanco los contrastes indican que el Glifosato superó al Paraquat y que las dosis menores de cada herbicida superaron a las restantes, por lo que dentro del efecto general positivo de los herbicidas en el peso de plántulas de esta especie, se registraron efectos depresivos al aumentar la dosis.

Por otro lado, hubo un detrimento de la nodulación en los tratamientos con herbicidas en general, fundamentalmente en Lotus (27,3 % de disminución en Lotus y 13,7 % en Trébol Blanco). Los referidos efectos negativos podrían asociarse a que los herbicidas se agregaron un día después de la siembra.

Para la interpretación de los efectos de los tratamientos sobre el vigor inicial, se agrega que no existió correlación entre el peso de 10 plántulas y el porcentaje de nodulación en ninguna de las leguminosas estudiadas.

4.1.2.3- Síntesis del efecto de los factores estudiados sobre la implantación inicial:

En el análisis estadístico de las variables de establecimiento inicial consideradas se demuestra que no hubieron interacciones entre el método de siembra y el control de la vegetación. Se puede inferir que los efectos del método de siembra sobre las especies sembradas no estarían relacionados a la modificación de la competencia que ejercen las especies nativas para los métodos evaluados (poca remoción del tapiz en la línea para la siembra directa). Esto sería válido en etapas iniciales del crecimiento, ya que el método de siembra que promueva un mejor crecimiento de las especies sembradas, con seguridad generará ventajas competitivas de estas sobre las especies nativas.

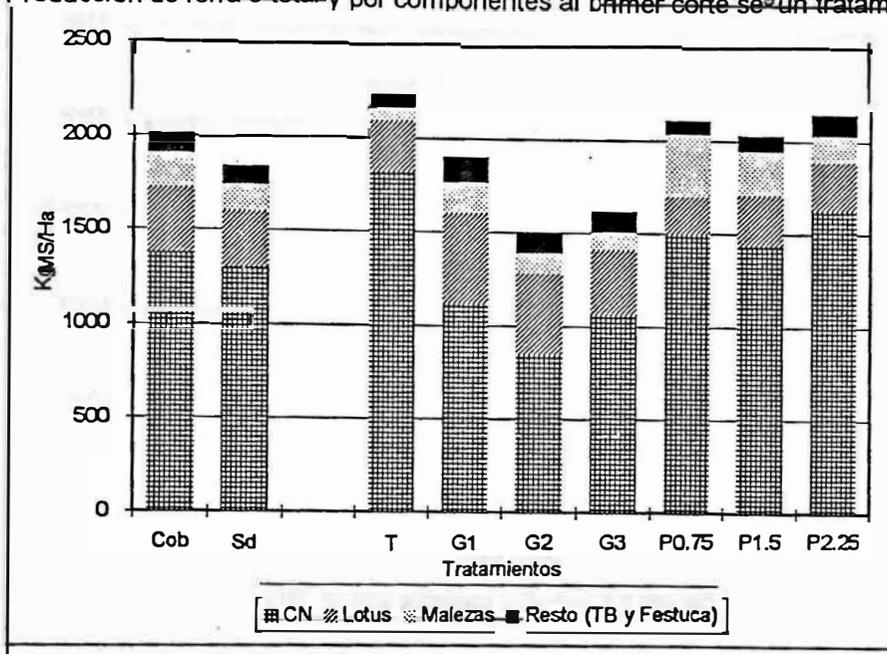
El método de siembra generó diferencias importantes en esta etapa inicial del establecimiento en todas las especies, aunque solo algunas fueron comprobadas estadísticamente. El comportamiento de las leguminosas y la Festuca fue diferente. Las primeras tuvieron mayor población en la cobertura pero con plántulas de menor peso y nodulación. La Festuca tendió a presentar un mayor nivel poblacional en la siembra directa, pero la magnitud del efecto fue menor que en las leguminosas.

En las leguminosas el efecto del control químico resultó en una combinación de efectos favorables y desfavorables. No pudo demostrarse una respuesta a los herbicidas en términos del número de plántulas/m², y si bien este factor mejoró el peso de las plántulas de las leguminosas disminuyó la nodulación de las mismas, comprobándose estadísticamente sólo algunas de estas diferencias. Esto contrasta con el comportamiento de la Festuca que tuvo una respuesta notoria al control químico del tapiz, efecto que podría atribuirse a que los herbicidas mejoraron la relación de competencia por Nitrógeno entre la gramínea sembrada y las especies nativas.

4.2- PRODUCCIÓN DE FORRAJE

4.2.1- Primer corte (siembra al 22/11/95)

Figura 8: Producción de forraje total y por componentes al primer corte según tratamiento.



Cuadro 6 Resultados del ANAVA y los contrastes del primer corte

VARIABLES	MSI	ConV	MSI x ConV	CV (% a)	CV (% b)	CONTRASTES
Kg MS/Ha	0,279	0,065 +	0,627	25,70	26,71	T > H 0,0796 P > G 0,011
CN*	0,379	0,004**	0,982	6,52	36,37	T > H 0,046 P > G 0,014
Lotus*	0,482	0,025 *	0,101	21,71	50,65	G > P 0,013
Malezas*	0,450	0,026 *	0,793	31,41	94,25	H > T 0,0769 P > G 0,0185 P0,75 > Otr P 0,0381
TB*	0,780	0,890	0,615	56,73	130,28	
Festuca*	0,801	0,532	0,931	134,51	112,85	
% CN	0,861	0,0004**	0,418	31,65	15,24	T > H 0,0003 P > G 0,0005
% Lotus	0,978	0,0005**	0,276	53,92	44,48	H > T 0,028 G > P 0,0001
% Malezas	0,643	0,028 *	0,741	107,05	72,23	T < H 0,012

* : Expresados en Kg MS/Ha.

El rendimiento de la pastura y de cada componente al primer corte, constituye la evaluación definitiva del proceso de implantación. En la Figura 8 y el Cuadro 6 se observa que los resultados fueron diferentes a lo esperado según las medidas de establecimiento inicial. Por un lado el aporte del Trébol Blanco y la Festuca fue muy bajo, y por otro el factor que afectó la implantación de las especies sembradas fue el control del tapiz particularmente en Lotus que fue la única que logró implantarse.

Esta situación se puede relacionar al temprano déficit de agua en el suelo, el que comenzó en agosto de 1995 y que sometió a estrés a plantas que aún no tenían un desarrollo y reservas suficientes. Al respecto Carámbula (1994), estudiando el aporte a la variación de los resultados de distintos efectos ambientales y de manejo que afectan la implantación, demostró la gran incidencia de las condiciones climáticas de cada año (efecto año). Agrega que existe variación entre las especies, siendo el Trébol Blanco muy sensible, ocupando Lotus una posición intermedia, y la gramínea utilizada (Rairgrás) demostró ser una especie más estable.

La producción de la pastura bajó en relación al grado de severidad del control del tapiz, habiendo sido menor en los herbicidas en general, y entre ellos menor en las distintas dosis de Glifosato frente a las de Paraquat, que determinó una producción total levemente inferior al Testigo. Esto se puede explicar por la supresión que los herbicidas provocaron en las especies nativas, sumado a que tal detrimento no fue compensado por el aporte de las especies sembradas.

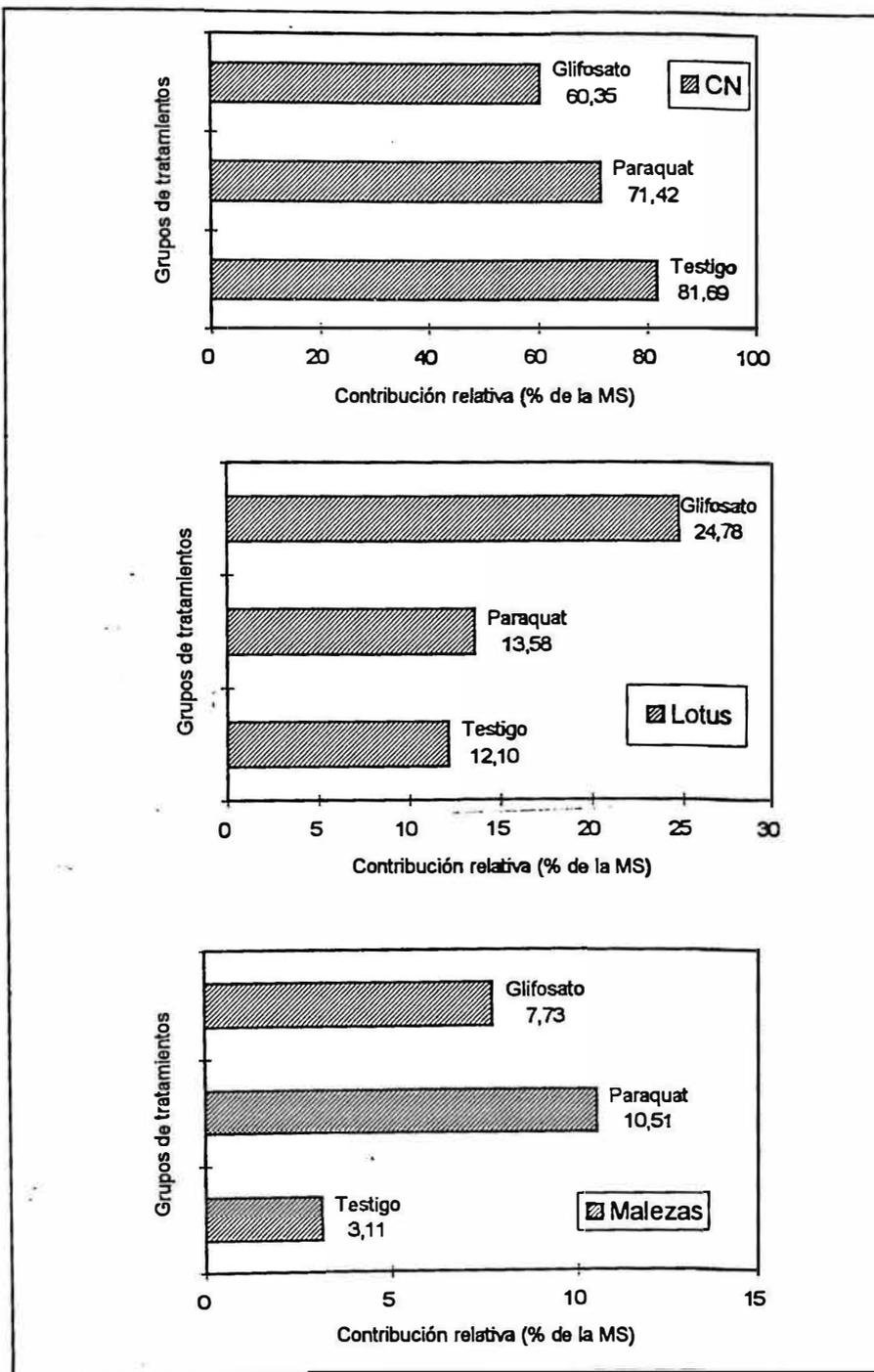
Dicho efecto se evidenció tanto en el aporte absoluto como en la contribución relativa de las gramíneas nativas, destacándose que fue altamente significativo y que no dependió de la dosis empleada (Figura 9 y Cuadro 6). El alto valor de la correlación entre la producción de la pastura y la producción de las gramíneas nativas ($r = + 0,90$; $gl = 54$) indica que la disminución de la producción de forraje al primer corte se debió en gran medida al tratamiento químico.

De la evaluación de componentes surge además que los herbicidas determinaron un aumento del enmalezamiento¹. El análisis del aporte absoluto indica que el enmalezamiento se diferenció del Testigo fundamentalmente en los tratamientos con Paraquat, y que a su vez este fue mayor en el tratamiento P0,75. Para los tratamientos con Glifosato se dieron las mismas diferencias pero como tendencias, siendo G1, el tratamiento que presentó un enmalezamiento considerablemente mayor al Testigo. En el análisis de la proporción de componentes también se probó estadísticamente el mayor enmalezamiento en los herbicidas, existiendo la tendencia a que este fuera mayor en el Paraquat que en el Glifosato. Para éste último, el valor de 7,73 % de malezas se debe en mayor medida a la disminución del componente gramínea, que al aumentó real de las mismas.

En relación al Lotus, fue el Glifosato el herbicida que determinó incrementos tanto en la producción de forraje/Ha como en el porcentaje de aporte a la materia seca. El Paraquat no generó diferencias considerables con el Testigo. Si bien el Glifosato permitió una mayor contribución de Lotus, el valor de 24,78 % se debió en parte a la disminución que el herbicida provocó en las gramíneas nativas.

¹ Se consideraron en la fracción malezas especies no gramíneas que ya integraban el tapiz antes de la aplicación de los tratamientos, siendo la más abundante *Eryngium horridum* (cardilla).

Figura 9: Efecto del control de la vegetación sobre la composición relativa de la producción de forraje al primer corte.



Considerando las evaluaciones previas del proceso de implantación surge que:

- se confirma que el Glifosato controla la competencia por un período de tiempo más prolongado que el Paraquat.
- aunque los herbicidas globalmente considerados redujeron la nodulación del Lotus en etapas iniciales, el resultado en términos del aporte de esta especie al primer corte mejoró con el control de la competencia que implicó el Glifosato.

El uso de Paraquat y Glifosato no solo disminuyó el rendimiento de la pastura a partir de la reducción en el componente gramíneas nativas, sino que cambió el balance de componentes de la pastura. Esto concuerda con Carámbula et al. (1994), que afirma que si el herbicida mata a las gramíneas perennes, provoca disminución en los rendimientos y desequilibrios en la pastura.

En este sentido, Muller y Chamblee (1984), estudiando la implantación de alfalfa sobre un tapiz dominado por Festuca, observaron que las parcelas tratadas con Paraquat (0,28 Kg i.a./Ha) rindieron un 20 % menos de forraje al primer corte, explicado por una reducción del componente gramínea de la pastura.

En este ensayo se generaron tres balances de componentes diferentes en la pastura:

- *solo pastoreo (Testigo)*: conservó el componente gramíneas nativas inalterado y un bajo enmalezamiento, lo que es fundamental para la evolución, estabilidad y conservación de la diversidad genética de la pastura. Para las condiciones experimentales, la producción de forraje fue mayor que en los tratamientos con herbicidas, pero no presentó una contribución importante de las especies sembradas. En este tratamiento en el peor de los casos, se mantiene el recurso tal cual era.
- *pastoreo + Glifosato (Glifosato)*: se produjo una marcada reducción de las gramíneas nativas, un pequeño incremento de las malezas y se alcanzó una implantación y producción del Lotus mayor que el Testigo, pero no lo suficiente como para compensar la caída en producción de la pastura asociada a la depresión en las gramíneas nativas. En términos productivos, la única ventaja de este balance fue el ofrecer un forraje de mayor calidad y más accesible al ganado. La degradación de la pastura natural es notoria, afectándose tanto la estabilidad como la diversidad genética de la misma, lo que se confirma en la evaluación de los cambios en la composición botánica (ítem 4.4).
- *pastoreo + Paraquat (Paraquat)*: En este caso también ocurrió degradación del tapiz asociada por un lado a la disminución de las gramíneas nativas, aunque en menor medida que en el Glifosato, y por otro a la ocupación de espacio por malezas. En comparación al Testigo la producción total de materia seca fue levemente inferior pero con una proporción mayor de malezas, no habiéndose diferenciado el aporte de Lotus.

El resultado final del proceso de implantación estuvo fuertemente condicionado por el déficit hídrico que afectó desde fines de invierno del año de instalación. Este implicó un efecto mayor que el de los métodos de siembra estudiados, que en gran medida determinó la desaparición de Trébol Blanco y Festuca, que posteriormente se confirmó (ítem 4.3). Es probable que esto haya impedido la expresión de otras diferencias potenciales entre la cobertura y la siembra directa más allá de las demostradas al inicio del establecimiento, ya que el único efecto comprobado en etapas posteriores, se restringió a la sobrevivencia estival.

En cambio, el control de la vegetación determinó en dicha situación climática una fuerte supresión de las gramíneas del campo natural, la que incluso pudo haberse acentuado en la medida que las condiciones no favorecieron la recuperación. Esto explicó la caída de la producción de la pastura ya que el control con herbicidas para las condiciones experimentales no favoreció a las especies sembradas, aparte de un efecto sobre la población inicial de Festuca.

Esta marcada sensibilidad del método de siembra a las condiciones climáticas del año de implantación sugiere la necesidad de mayor investigación al respecto para lograr una menor dependencia del método de siembra de las condiciones ambientales; fundamentalmente cuando se usan herbicidas que afectan a las gramíneas perennes.

En este sentido podrían considerarse dentro de las hipótesis de trabajo (que tendrían aplicación para la instalación de praderas artificiales sin laboreo), los siguientes aspectos:

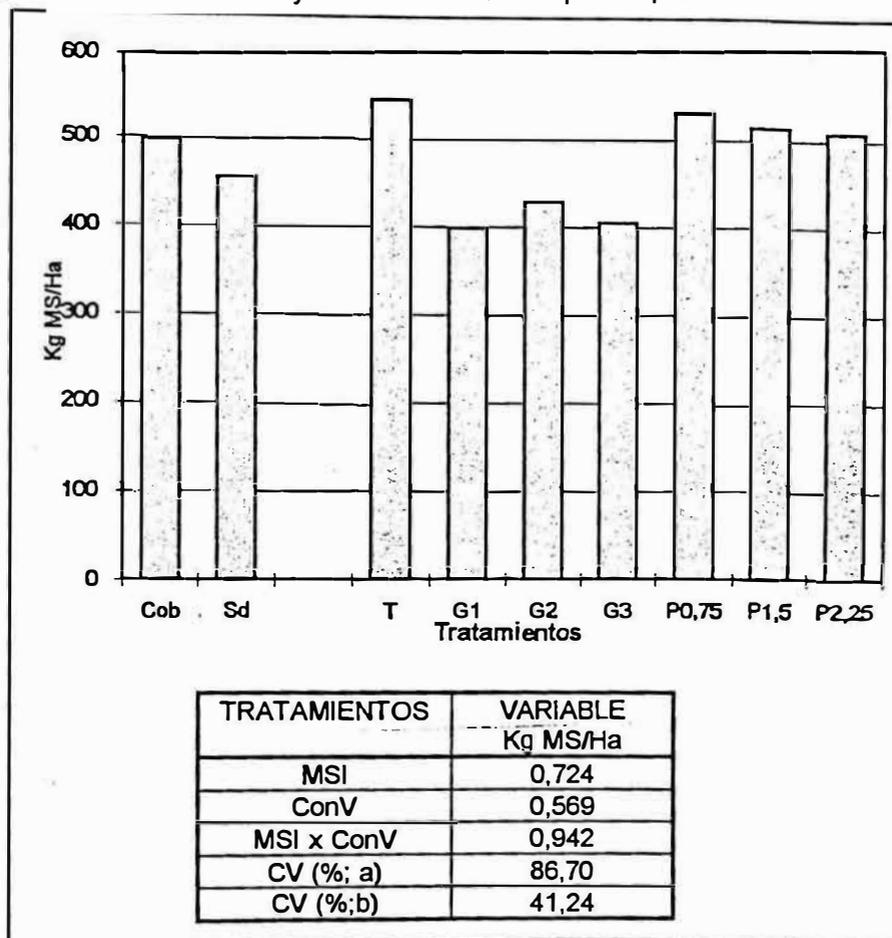
- Uno de los efectos de la siembra directa es la siembra en línea, lo que tiene un componente asociado a la distribución de las semillas y otro a la mejora potencial en la uniformidad de la siembra. Debe considerarse en este sentido, la diferente respuesta esperable entre leguminosas y gramíneas e incluso distintas especies de leguminosas. En este aspecto podría esperarse, sobre todo en las leguminosas, efecto de la modificación (reducción) de la distancia entre hileras, que interaccionaría con las densidades de siembra (nivel de competencia en la línea).
- Por otro lado, a priori se esperarían mejoras en la implantación y producción inicial asociadas a la siembra directa en relación a la colocación de la semilla dentro del suelo, la localización del fertilizante en la línea de siembra y la posible reducción de la competencia del tapiz en la línea, según el grado de remoción que el tipo de sembradora genere.
- En el caso de las leguminosas, considerando que se trata de forrajeras de semilla pequeña, es posible que gran parte de las potencialidades mencionadas de la siembra directa como método no se expresen debido a problemas de ajuste de la tecnología. Al respecto la regulación de la profundidad de siembra, el adecuado tapado de la semilla y la excesiva proximidad del fertilizante y la semilla, pueden ser aspectos críticos. En este sentido es esperable un efecto importante del sistema de abre-surco y tapado de la sembradora utilizada.

Se considera que se necesita mayor información para ajustar la alternativa de control del tapiz más adecuada para cada situación, maximizando las posibilidades tanto del pastoreo como de los herbicidas y la asociación entre ambos. Con respecto al control químico es trascendente la investigación para evitar la degradación del recurso que se quiere mejorar.

4.2.2- Segundo corte, producción estival de forraje (23/11/95 al 13/3/96)

La producción estival de forraje estuvo afectada por el marcado déficit hídrico verificado. Este se asoció a la escasez de precipitaciones durante el verano y fue acentuado por el bajo contenido de agua en el suelo al ingreso de la referida estación.

Figura 10: Medias de tratamientos y resumen del ANAVA para la producción estival de forraje.



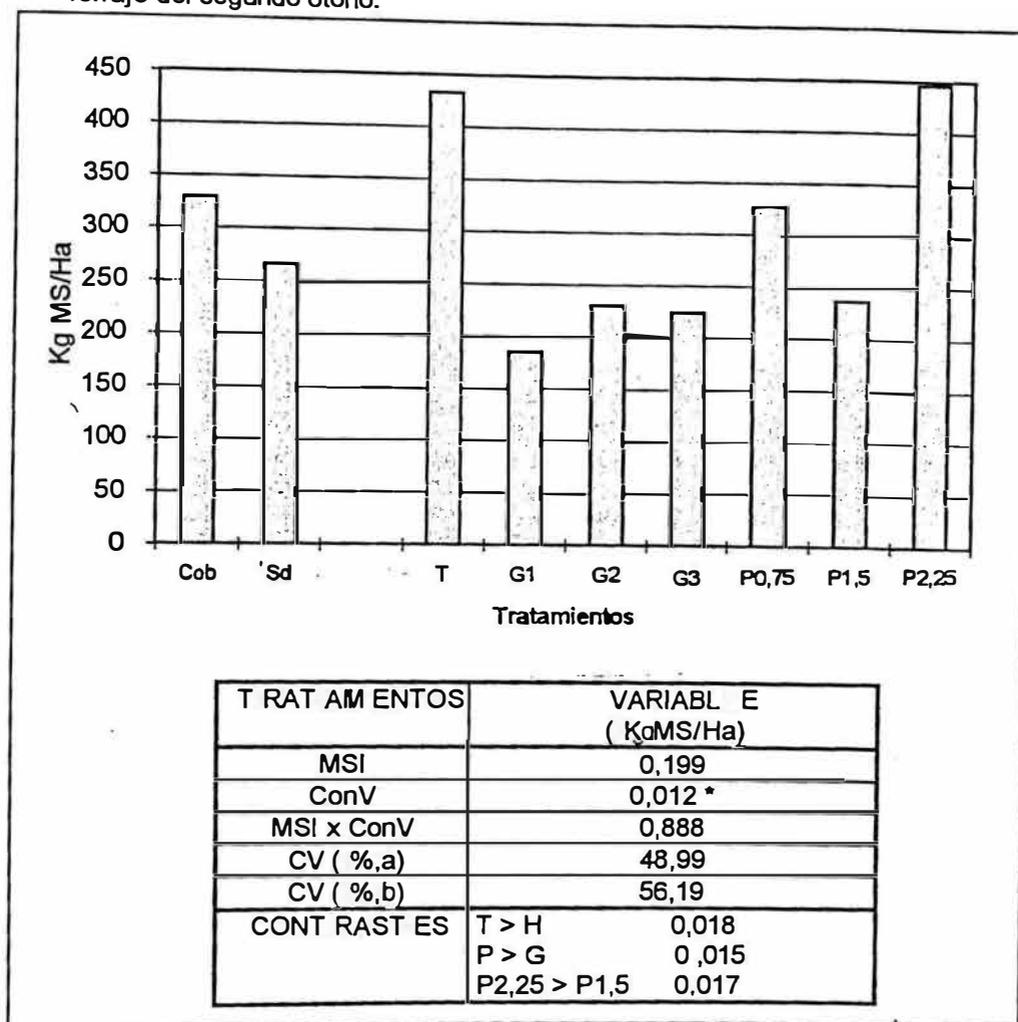
A pesar de que el Testigo superó en un 32,4 % la producción de los tratamientos con Glifosato, dicha diferencia no fue estadísticamente significativa. Esto se explicaría por el incremento de la variación debida al error experimental que se refleja en la magnitud del coeficiente de variación, y que habría disminuido la capacidad de detectar diferencias entre tratamientos. El origen de esta situación pudo estar asociado a la caída en la producción de forraje anteriormente señalada.

Se considera entonces que la producción de los tratamientos con Glifosato fue menor que la del Testigo, independientemente de la dosis, lo que está indicando que el efecto depresivo del Glifosato sobre las gramíneas nativas se mantuvo en el tiempo.

Por otro lado, ninguna de las dosis de Paraquat se diferenció del Testigo en producción total y no hubo efecto del método de siembra. La evolución del clima pudo haber impedido la expresión de otras diferencias potenciales entre tratamientos.

4.2.3- Tercer corte, producción de forraje del segundo otoño (14/3/96 al 6/6/96)

Figura 11: Medias de tratamiento, resumen del ANAVA y contrastes para la producción de forraje del segundo otoño.



La producción del mejoramiento en el segundo otoño fue aún más afectada por la sequía que la producción estival, lo que se evidencia en la comparación con datos de producción de forraje de campo natural de Cristalino profundo (Rssó y Scavino, 1978, Formoso com. pers., citados por Crempien, 1983; anexo 5) y resultados de mejoramientos de campo natural de la misma región (Pons et al., 1981, Formoso com. pers., citados por Crempien, 1983; anexo 5). A pesar de esta situación, se detectaron diferencias entre tratamientos en mayor medida que para el segundo corte.

Se reiteró la superioridad del Testigo sobre los tratamientos con Glifosato, con más del doble de producción, lo que confirma el efecto negativo del Glifosato para cualquiera de las dosis sobre las gramíneas nativas, y por lo tanto la pastura. A diferencia de los cortes anteriores, la producción de forraje de los tratamientos con Paraquat en su conjunto fue menor que la del Testigo (en un 22,3 %), lo que indica que también hubo degradación del tapiz aunque la magnitud del efecto fue menor. Se agrega que la producción del tratamiento P2,25 fue mayor respecto a las otras dosis de este herbicida lo que se debería al error experimental (sitio atípico en el borde de un bloque, Bloque 1).

A diferencia del primer y segundo corte, se evidenció una marcada tendencia de superioridad de la cobertura (24 % más). Esto sería atribuible a una mayor población de Lotus constatada en la cobertura en el otoño, especie con crecimiento otoñal importante.

La mayor detección de diferencias en comparación al segundo corte se debe a la mayor separación entre las medias de tratamientos, a lo que se suma para el método de siembra un menor error de parcela grande (error a). Las diferencias porcentuales entre tratamientos deben relativizarse ya que las variaciones en términos absolutos entre los mismos son reducidas.

4.2.4- Producción de forraje acumulada (período experimental)

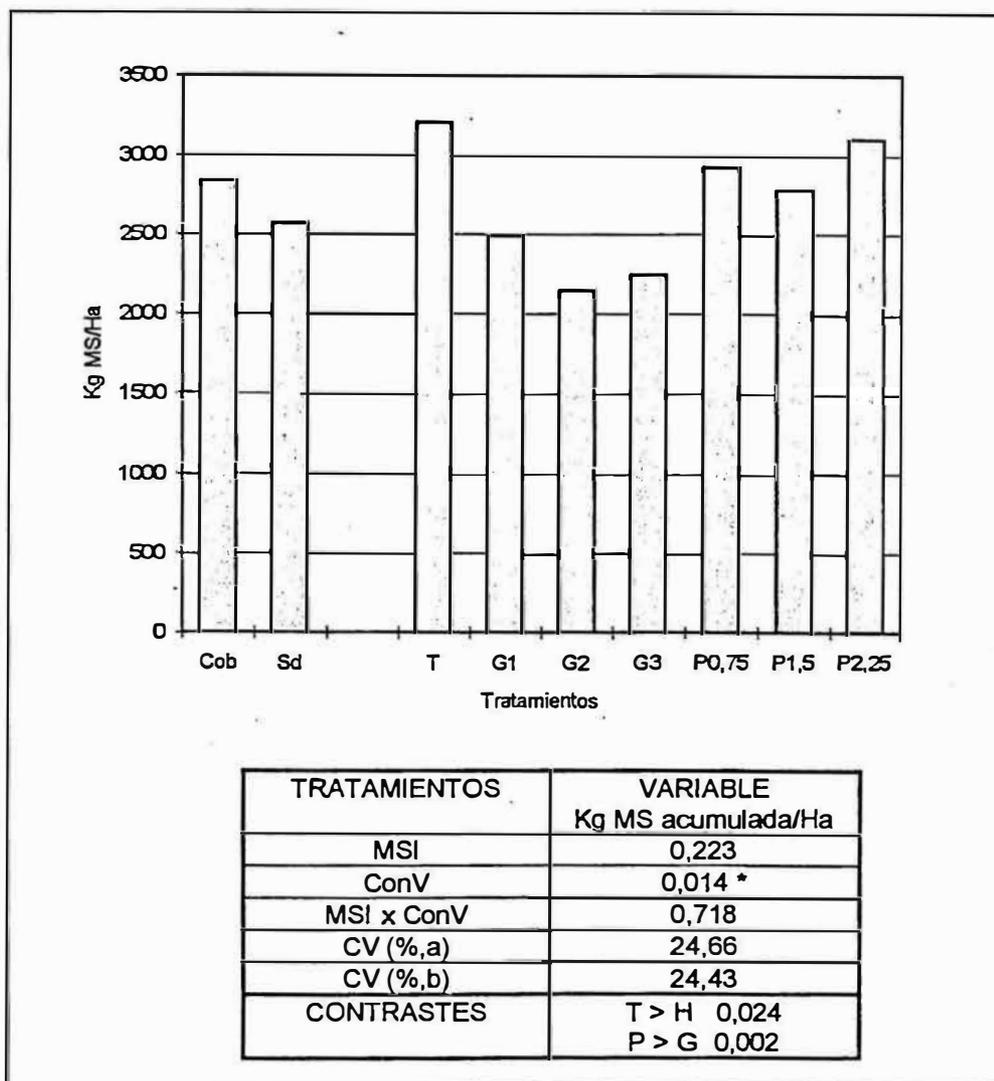
El haber sumado los datos de todos los cortes para obtener la producción total acumulada del período experimental disminuyó la variación debida al error, reflejado en los errores a y b, lo que implica mayor precisión en la comparación de los tratamientos. El análisis de esta variable confirma lo evidenciado en los tres cortes realizados (Figura 12).

Los herbicidas causaron una caída en la producción de la pastura que como fue demostrado se dio en todas las estaciones evaluadas y respondió al deterioro del componente principal, las gramíneas nativas. A su vez, fue un año donde las condiciones hídricas no permitieron la posible compensación de las especies sembradas por mayor implantación y producción en los tratamientos con herbicida. Este efecto fue leve para el Paraquat, pero el Glifosato provocó un 28,4 % menos de producción que el Testigo.

Por otro lado, la tendencia verificada en el primer corte con respecto a que la menor dosis de Glifosato tendría menos efecto que las otras dosis de éste sobre la producción de la pastura, se reflejó en la producción acumulada. A partir del análisis de los componentes de la producción de forraje del primer corte, esto no podría atribuirse enteramente al efecto de las distintas dosis de Glifosato sobre las gramíneas nativas (Figura 8).

En relación al método de siembra (Figura 12) se observa la misma tendencia que en todos los cortes, determinando la Cobertura valores de producción de forraje mayores que la Siembra Directa, pero en ningún caso la magnitud de la diferencia alcanzó valores importantes. Pudo haberse tratado de una diferencia que no logró expresarse en mayor medida como consecuencia de la característica climática del período experimental.

Figura 12: Medias de tratamientos, resumen del ANAVA y contrastes para la producción de forraje acumulada en el período experimental (siembra al 6/6/96)

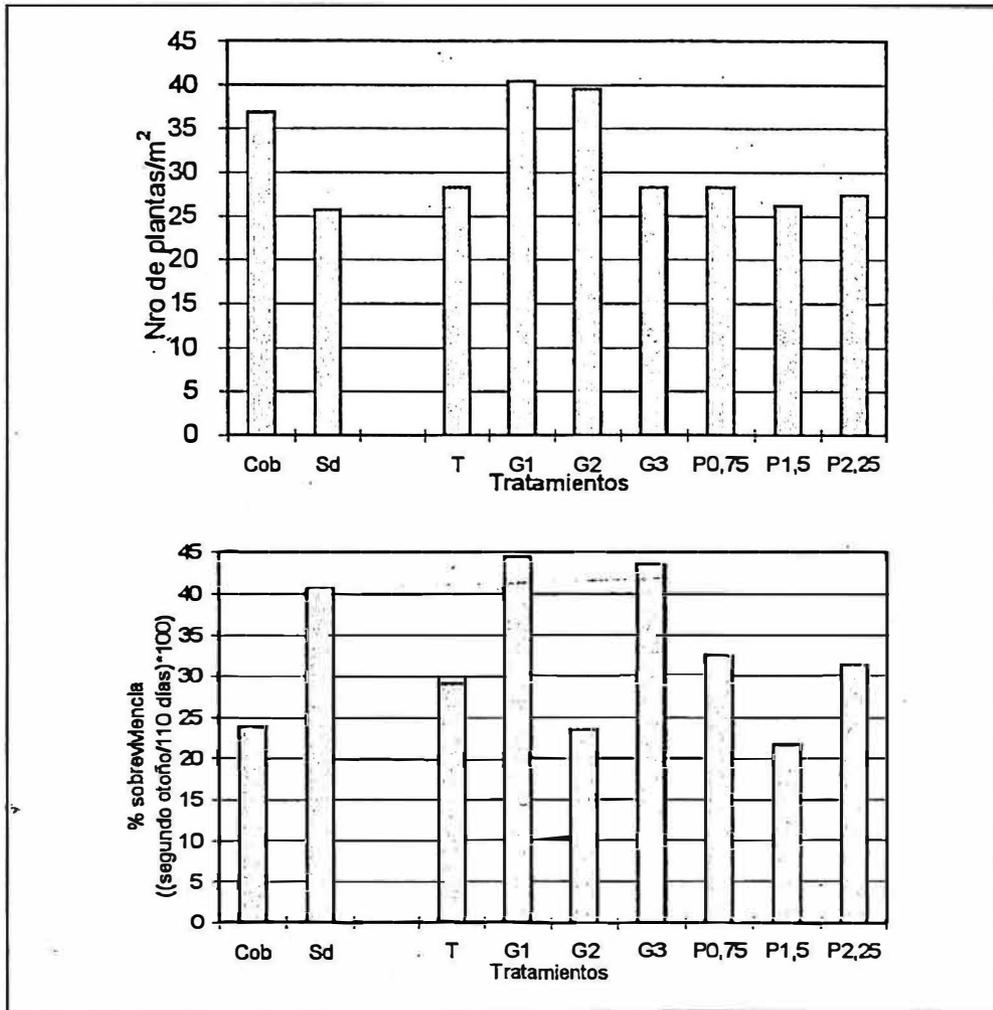


4.3- SOBREVIVENCIA ESTIVAL

La evaluación de la población de plantas al segundo otoño del mejoramiento, indica que la Festuca (4,4 plantas/m²) y el Trébol Blanco (0 plantas/m²) desaparecieron definitivamente del tapiz, siendo los porcentajes de sobrevivencia respecto a la población 110 días post-siembra de 6.5% y 0% respectivamente. La población de Lotus bajo sensiblemente, con porcentajes de sobrevivencia de 32,3 % respecto a su población a los 110 días de la siembra. Esto coincide con Dowling et al. (1971) y Dowling y Gilmour (1983), quienes acuerdan en que el primer verano es una etapa crítica en cuanto a la pérdida de plantas y la definición del nivel poblacional del mejoramiento.

Este efecto se vio incrementado como consecuencia del estrés hídrico provocado por la escasez de precipitaciones desde Agosto de 1995 hasta entrado el mes de marzo de 1996, lo que afectó fundamentalmente al Trébol Blanco y la Festuca. El Lotus igualmente logró mantener niveles de sobrevivencia estival aceptables, que pueden considerarse altos en comparación con la información promedio que presenta Dowling et al. (1971). En este sentido estudios de Amorín (1986) sobre suelos de Cristalino, evidencian la adaptación del Lotus a siembras sobre el tapiz, con buen comportamiento en la mayoría de los métodos de siembra utilizados.

Figura 13: Sobrevivencia estival de Lotus.



Cuadro 7: Resultados del ANAVA y los contrastes para la sobrevivencia estival de Lotus según tratamientos.

TRATAMIENTOS	VARIABLE	
	Nro de plantas de Lotus/m ²	% Sobrevivencia estival
MSI	0,072+	0,118
ConV	0,551	0,344
MSi x ConV	0,398	0,455
CV (% a)	48,70	89,44
CV (% b)	59,76	72,30

A pesar de esta situación general, se pudo comprobar que el número de plantas de Lotus por metro cuadrado fue mayor en la cobertura, por lo que el mayor establecimiento inicial se tradujo en una población superior al segundo otoño. No obstante, la diferencia entre los métodos de siembra fue notoriamente menor que a los 110 días de la siembra, lo que se explica porque la sobrevivencia estival en la siembra directa fue un 70,2 % superior al de la cobertura (Figura 13 y Cuadro 7).

Esta situación se puede explicar a partir de una mayor capacidad de las plantas de la siembra directa para soportar el estrés ocurrido en el período. Las mismas habrían tenido un mayor peso y desarrollo del sistema radicular, lo cual se apoya en el incremento demostrado en el peso y la nodulación de las plántulas de las leguminosas a los 90-100 días post-siembra, que se atribuyó al mejor contacto semilla-suelo y la localización del fertilizante en la línea de siembra. No obstante, no existió correlación entre la sobrevivencia estival de Lotus y el peso o la nodulación de esta especie en las primeras etapas del establecimiento.

La reducción de la superioridad poblacional de la cobertura, provocada por la mayor pérdida relativa de plantas durante el verano, en adición al bajo nivel poblacional general, contribuyen a explicar que la mayor producción de forraje de la cobertura solo haya sido una tendencia de baja magnitud.

Si bien el efecto del control de la vegetación no resultó significativo en estas variables, la población de Lotus en dos de los tratamientos con Glifosato fue considerablemente mayor a la de los restantes. Esto podría relacionarse a la tendencia de G1 y G3 a permitir una mayor sobrevivencia estival.

Según Dowling et al. (1971), una de las ventajas del uso de herbicidas es la reducción de la competencia en el primer verano, lo que aumenta la sobrevivencia de las plantas.

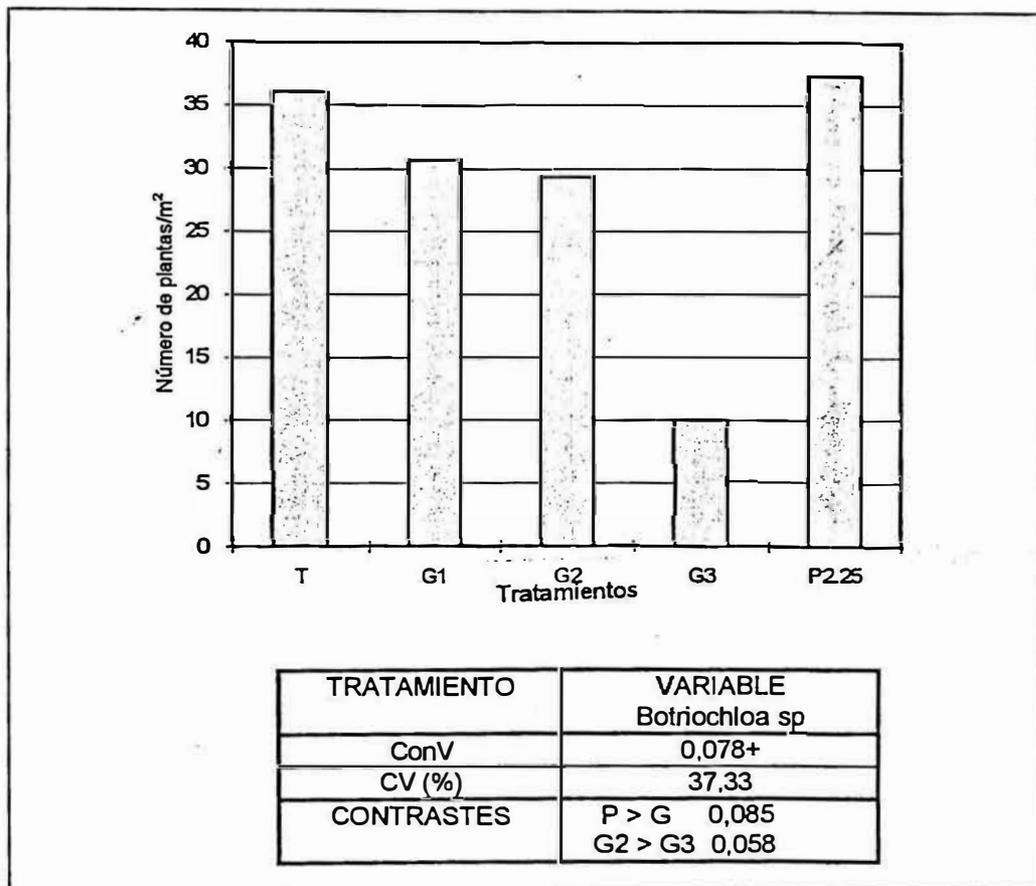
Al analizar estos resultados, se observa que la respuesta poblacional del Lotus al uso de herbicidas fue similar en el segundo otoño respecto a lo encontrado a los 110 días de la siembra y en la sobrevivencia inicial, con algunas tendencias a favor del Glifosato fundamentalmente. Hay que tener en cuenta que dicho herbicida incidió favorablemente en el aporte absoluto y relativo de Lotus al primer corte.

4.4- CAMBIOS EN EL TAPIZ

4.4.1- Variación de la frecuencia de gramíneas nativas

El análisis estadístico individual de las 19 gramíneas de campo natural detectadas como más frecuentes no evidenció diferencias consistentes entre los tratamientos de control del tapiz considerados a excepción de *Botriochloa* sp, registrándose diferencias significativas pero irrelevantes en otras especies. La figura 14 muestra que la frecuencia de *Botriochloa* sp disminuyó en los tratamientos con Glifosato, fundamentalmente en la mayor dosis.

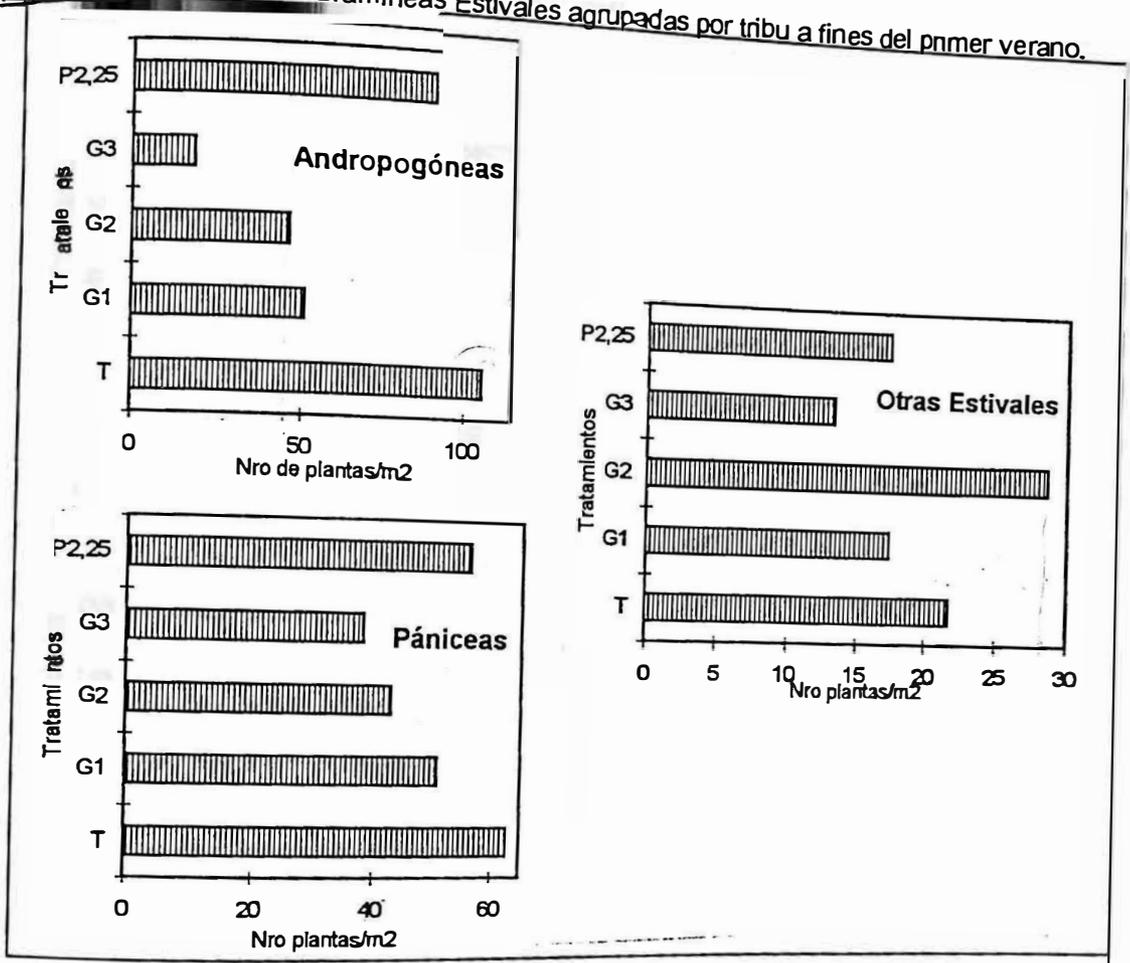
Figura 14: Medias de tratamientos, resumen del ANAVA y contrastes para la presencia de plantas de *Botriochloa* sp a fines del verano del primer año del mejoramiento.



Esa reducida capacidad de detectar diferencias entre tratamientos pudo estar asociada a que se trato de conteos y a que en varias de las especies las frecuencias eran bajas, y por tanto no se registraron presencias. Por ello, el número de muestras por unidad experimental pudo haber sido escaso, o el tipo de evaluación no haber sido la más adecuada, incrementándose así el error experimental.

Intentando solucionar este problema, las 19 gramíneas cuantificadas se agruparon teniendo como criterios la tribu y el ciclo de producción, para verificar si los tratamientos de control de la vegetación estudiados habían tenido efecto.

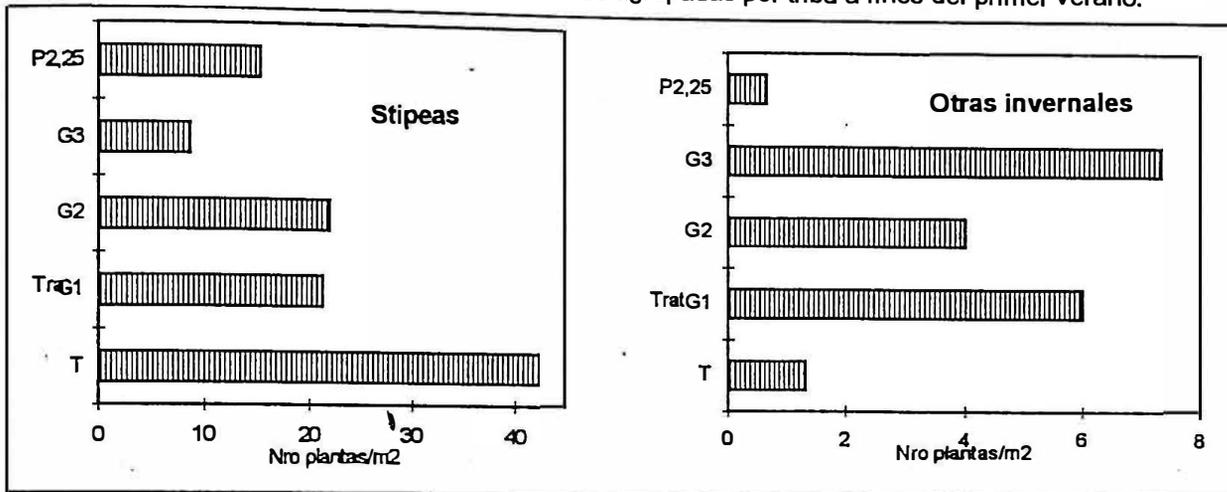
Figura 15: Presencia de Gramíneas Estivales agrupadas por tribu a fines del primer verano.



Los resultados de las tribus de Gramíneas Estivales (Figura 15 y Cuadro 8) aunque las diferencias no fueron significativas, permiten afirmar que el número de plantas por unidad de superficie tendió a disminuir considerablemente como consecuencia de la aplicación de herbicidas. El efecto fue más agresivo para los tratamientos con Glifosato que con Paraquat (evaluado solo a través de su mayor dosis). También hubo una tendencia a un mayor efecto al aumentar la dosis de Glifosato.

En el caso de las Andropogónneas, el valor de α fue próximo a 0,15 lo que refuerza las tendencias mencionadas. Si se asume este efecto como estadísticamente significativo, los contrastes prueban una menor frecuencia en los herbicidas en general y en el Glifosato respecto al Paraquat. El efecto sobre esta tribu también fue mayor que sobre las Pániceas, lo que podría atribuirse a una sensibilidad diferencial entre estas tribus a los herbicidas.

Figura 16: Presencia de Gramíneas Invernales agrupadas por tribu a fines del primer verano.



Para las Stipeas, a pesar de que también se trato de tendencias, los herbicidas redujeron su presencia en más del 50 %. A diferencia de las tribus de especies estivales, se evidenció una disminución de la frecuencia similar entre el promedio de las dosis de Glifosato y la dosis más alta de Paraquat. Esta última tuvo un comportamiento intermedio entre la mayor dosis de Glifosato y las restantes dosis de éste herbicida.

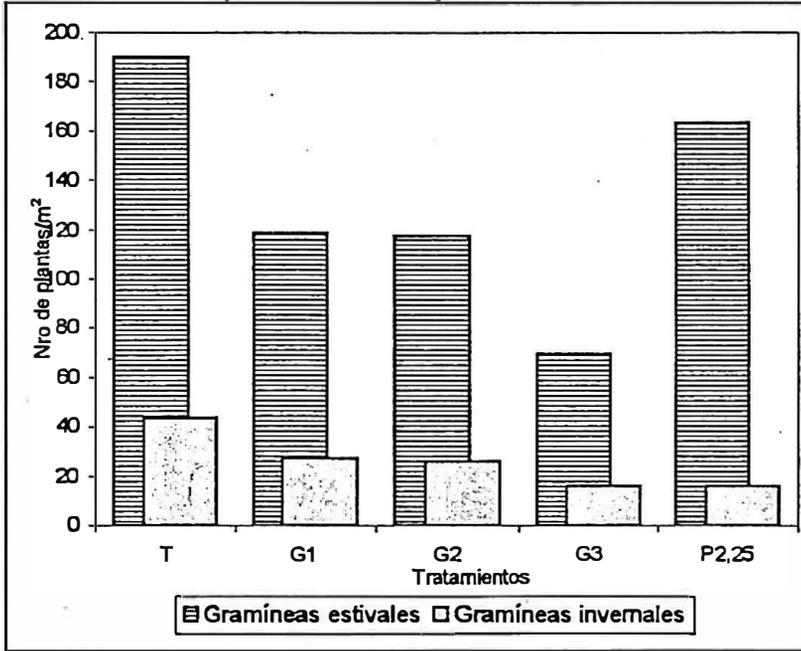
El resto de las especies de Gramíneas Invernales presentó un comportamiento diferente al de los demás grupos, tanto de especies estivales como invernales. No se lograron diferencias estadísticas, pero existieron diferencias considerables. Mientras que la frecuencia respecto al Testigo fue más de 4 veces mayor en el promedio de los tratamientos con Glifosato, se redujo aproximadamente a la mitad en el tratamiento P2,25. Este comportamiento diferencial del Glifosato y el Paraquat puede deberse a que el primero desplazó a las Gramíneas Perennes, generando espacios que habrían sido ocupados por Gramíneas Anuales Invernales, las que se habrían detectado a pesar del momento de la evaluación. En relación a esto hay que considerar que la frecuencia de plantas del grupo fue baja, lo que sin duda afectó la variación debida a causas no controladas reflejada en la magnitud del coeficiente de variación del error. No obstante esa tendencia se dio en las tres dosis de Glifosato.

Cuadro 8: Resultados del ANAVA y los contrastes para la frecuencia de plantas de los grupos evaluados según tratamiento a fines del verano del primer año del mejoramiento.

VARIABLES	ConV	CV (%)	CONTRASTES
Pániceas	0,543	37,79	—
Andropogóneas	0,173	68,17	T > H 0,081 P > G 0,103
Otras estivales	0,781	77,88	—
Stipeas	0,381	90,83	—
Otras Invernales	0,447	127,04	—
Gramíneas estivales	0,092+	35,75	T > H 0,044 P > G 0,086
Gramíneas invernales	0,569	86,14	—

Como se observa en la Figura 17, el agrupamiento por Ciclo de Producción demostró que las Gramíneas Estivales disminuyeron notoriamente en los tratamientos con herbicidas (38,3 %) evidenciándose un efecto distinto del Glifosato y el Paraquat. Mientras que el primero determinó una caída de la frecuencia respecto al Testigo de 46,4 %, el Paraquat la disminuyó solamente un 14,0 %. En relación al Glifosato se señala que la mayor dosis tuvo una media considerablemente menor que las otras dos y aunque esa diferencia no resultó significativa estadísticamente, podría considerarse como efecto de la dosis.

Figura 17: Presencia de Gramíneas Invernales y Gramíneas Estivales según tratamiento al final del verano del primer año del mejoramiento.



El ordenamiento de los tratamientos de control del tapiz para las Gramíneas Invernales fue el mismo que para las Estivales, a excepción de la dosis de Paraquat considerada (P2,25). El P2,25 produjo un efecto equivalente al de la mayor dosis de Glifosato, tanto para las Gramíneas Invernales en su conjunto como para las Stipeas. Si bien para estas especies las diferencias no fueron significativas deberían tenerse en cuenta considerando la magnitud de las tendencias que en general, indicarían que los herbicidas reducen considerablemente tanto especies de Gramíneas Estivales como Invernales.

Los efectos observados en cada grupo de Gramíneas se explicarían en base a la etapa del ciclo en que éstas se encontraban al momento de la aplicación y la diferencia en el modo de acción de los herbicidas. En las Gramíneas Estivales el mayor efecto del Glifosato se debería a su acción sistémica sobre plantas que estaban terminando la acumulación de reservas, con baja sensibilidad a la pérdida de área foliar. Por el contrario, las Gramíneas Invernales al momento de la aplicación estaban comenzando la fase vegetativa con bajas reservas disponibles, lo que determinó que fueran igualmente sensibles a la pérdida de área foliar causada el Paraquat y la acción sistémica del Glifosato, el que habría concentrado su actividad en la parte aérea.

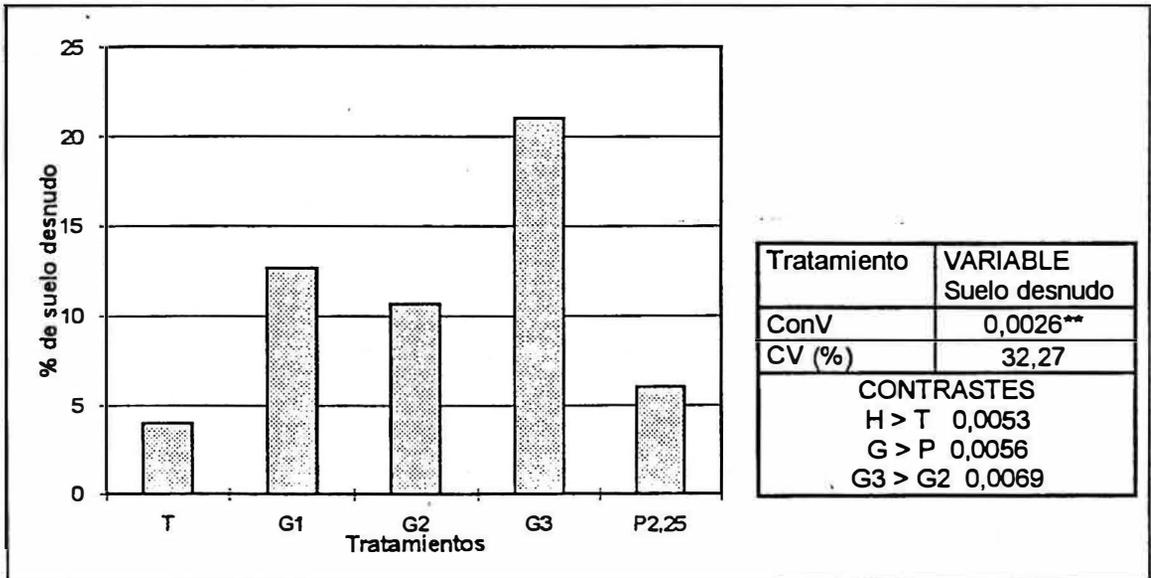
Por último, el ordenamiento de las medias de los tratamientos de control de la vegetación para Paníceas, Andropogóneas y Gramíneas Estivales es homólogo al ordenamiento de las medias de dichos tratamientos para la producción de forraje de la pastura en cada corte y la producción acumulada. Esto confirma que la depresión de la producción de forraje por el efecto de los herbicidas, se debió a su acción negativa sobre el componente gramínea nativa de la pastura natural.

4.4.2- Proporción de suelo desnudo

La evaluación de la cobertura de suelo al final del primer verano evidenció diferencias estadísticas al igual que la realizada 33 días post-siembra, con el mismo ordenamiento de los Tratamientos de Control de la Vegetación. A diferencia de la primer determinación, la variable alcanzó valores relevantes en los tratamientos con Glifosato, herbicida para el que se comprobó un mayor efecto aún de la dosis más alta.

El ordenamiento de los tratamientos para esta variable es concordante con el que se evidenció para la frecuencia de Paníceas, Andropogóneas, Gramíneas Estivales, Stipeas y Gramíneas Invernales, fundamentalmente en las tres primeras. De esta forma la reducción en las gramíneas perennes provocada por los herbicidas, sería la causa del incremento en el suelo desnudo.

Figura 18: Efecto de los herbicidas sobre el porcentaje de suelo desnudo a fines del verano del primer año del mejoramiento.

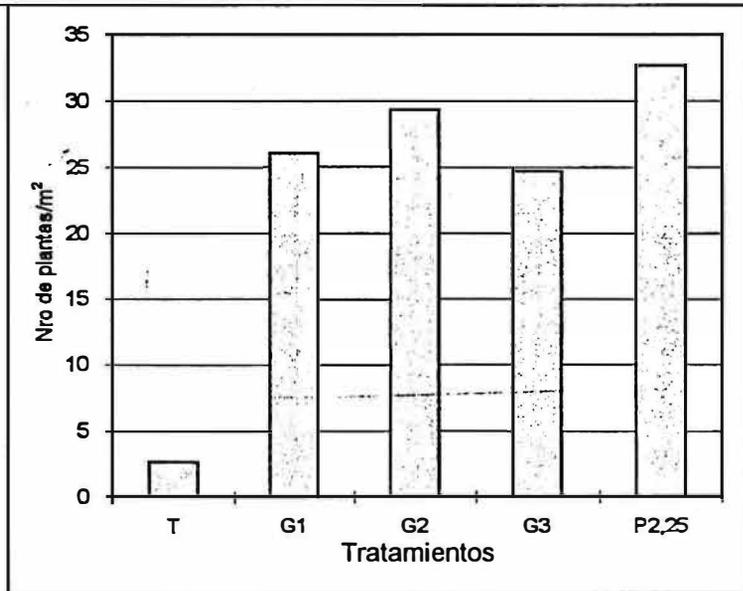


4.4.3- Invasión por malezas

La utilización de herbicidas trajo aparejado un incremento en el enmalezamiento, lo que se demostró a través de varios parámetros.

La Figura 19 muestra que los herbicidas incrementaron la presencia de *Cynodon dactylon* independientemente del tipo y dosis de herbicida utilizado. La magnitud de las diferencias detectadas evidencian dicho efecto a pesar de que este no fue comprobado estadísticamente, lo que se debería a la alta variación debida al error (alto coeficiente de variación del error). Este incremento podría asociarse a un bajo número de muestras por unidad experimental y/o al tipo de variable considerada (conteo). Cabe señalar que el muestreo puede haber subestimado el nivel de gramilla del Testigo por un efecto de dilución dentro de un tapiz más denso en las parcelas de este tratamiento, pero de todos modos el Testigo presentaba un nivel considerablemente menor que los tratamientos con herbicida.

Figura 19: Presencia de *Cynodon dactylon* según tratamiento de control del tapiz a fines del verano del primer año del mejoramiento.

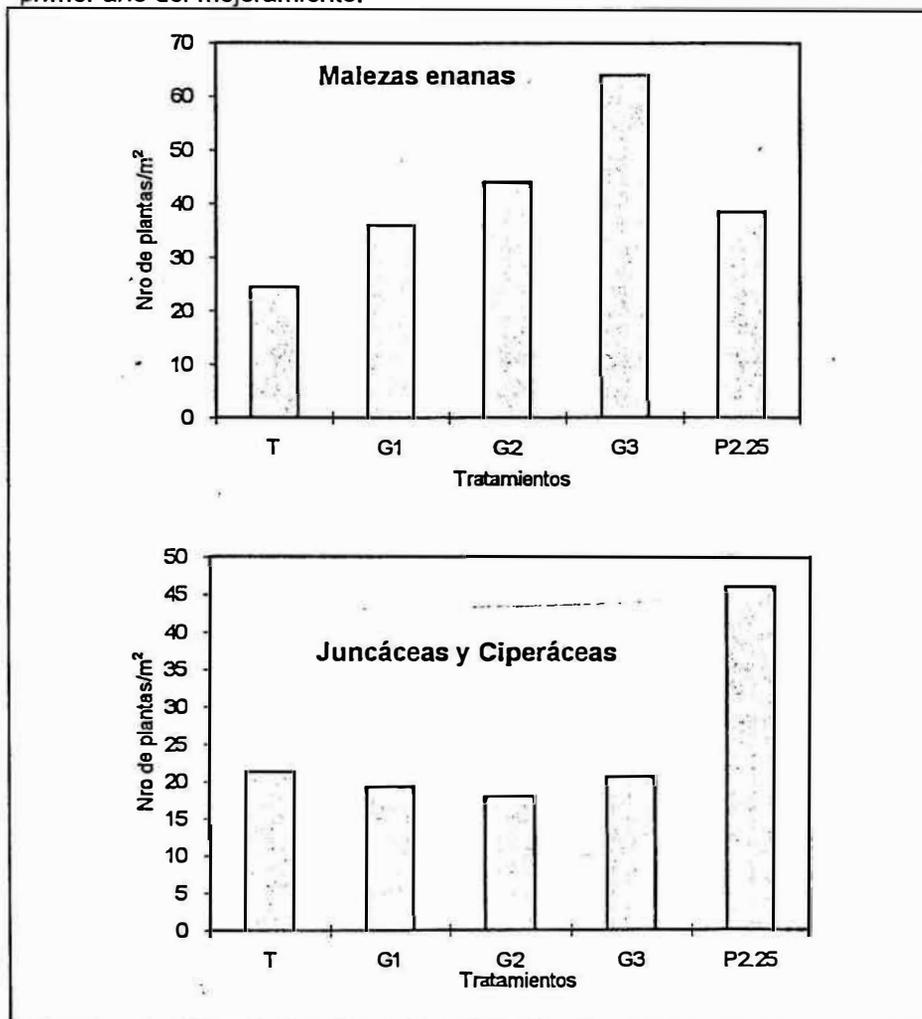


Relacionando esta variable con los resultados del porcentaje de suelo desnudo, surge que en los Tratamientos con Glifosato la propagación de la gramilla se habría dado a través de la ocupación de los espacios generados por éste herbicida en el tapiz. Espacios libres que surgen como consecuencia de las pérdidas de plantas de Gramíneas que produjo la aplicación de Glifosato.

En cambio en el caso del Paraquat, el efecto se explicaría en base a que se trata de un herbicida no traslocable y porque al momento de la aplicación la gramilla, además de ser una especie con relación parte aérea/raíz reducida, ya estaba por comenzar el período de dormancia con suficientes reservas subterráneas. Esto habría generado una importante ventaja en el rebrote de esta problemática maleza a partir de la primavera posterior a la aplicación.

Por otro lado, los herbicidas considerados globalmente aumentaron la cantidad de malezas enanas (Figura 20), con un valor de α levemente superior al 10 %. La mayor dosis de Paraquat provocó un efecto similar a la menor dosis de Glifosato, y para éste último existió una tendencia de incremento con la dosis. Los herbicidas a través de la referida creación de espacios en la pastura, habrían provocado que éstos fueran en parte ocupados por malezas enanas. La correlación entre suelo desnudo y malezas enanas ($r = + 0,50$; $gl = 13$), calculada a partir de la evaluación de fines del primer verano, corrobora esta explicación.

Figura 20: Presencia de malezas enanas, Juncáceas y Ciperáceas² a fines del verano del primer año del mejoramiento.



Como se observa en la Figura 20 las Juncáceas y Ciperáceas presentaron un comportamiento distinto al de las malezas anteriores, en el sentido de que la dosis de Paraquat considerada tuvo más del doble de plantas que el resto de los tratamientos.

² Las malezas enanas más abundantes eran *Chaptalia arechavaletai* y *Eryngium nudicaule*. Las especies de Juncáceas y Ciperáceas se cuantificaron en forma agrupada.

Cuadro 9: Resultado del ANAVA y los contrastes para el conteo plantas/m² de *Cynodon dactylon*, malezas enanas y Ciperáceas y Juncáceas según tratamiento a fines del primer verano del mejoramiento.

TRATAMIENTO	VARIABLES		
	<i>Cynodon dactylon</i>	Malezas enanas	Ciperáceas y Juncáceas
ConV	0,365	0,106	0,049**
CV (%)	79,50	36,84	41,41
CONTRASTES	—	H > T 0,062	P > G 0,0049

Junto con la evaluación de la población de *Lotus* al segundo otoño, se determinó el número de plantas/m² de las malezas más frecuentes: *Chaptalia arachavaletai*, *Eryngium nudicaule*, *Eryngium horridum*, *Baccharis coridifolia*, *Baccharis trimera*, *Conyza bonariensis* y otras malezas dicotiledóneas. En contraste con las demás evaluaciones de enmalezamiento realizadas no hubieron diferencias entre los tratamientos.

4.5- EFECTO DE LA LOCALIZACION DEL FOSFORO APLICADO EN LA DISTRIBUCION DEL NUTRIENTE EN LOS PRIMEROS 10 cm DEL SUELO

Por debajo de los 5 cm no se encontró influencia de las dos formas de ubicación del fertilizante asociadas a los métodos de siembra, es decir, superficial (cobertura) y subsuperficial y concentrado en la línea de siembra (siembra directa). Estos resultados concuerdan con Malhi et al. (1992), que demostraron que la mayoría del Fósforo del fertilizante recuperado como Fósforo extractable permaneció en los primeros 5 cm. También sostienen que si bien la dosis influyó sobre la cantidad y profundidad de movimiento, poco o nada se recuperó por debajo de los 15 cm.

En los primeros 5 cm la localización del fertilizante produjo diferencias en la disponibilidad del nutriente. Estas fueron altamente significativas para la primer profundidad y constituyeron una marcada tendencia, que puede considerarse significativa para la segunda.

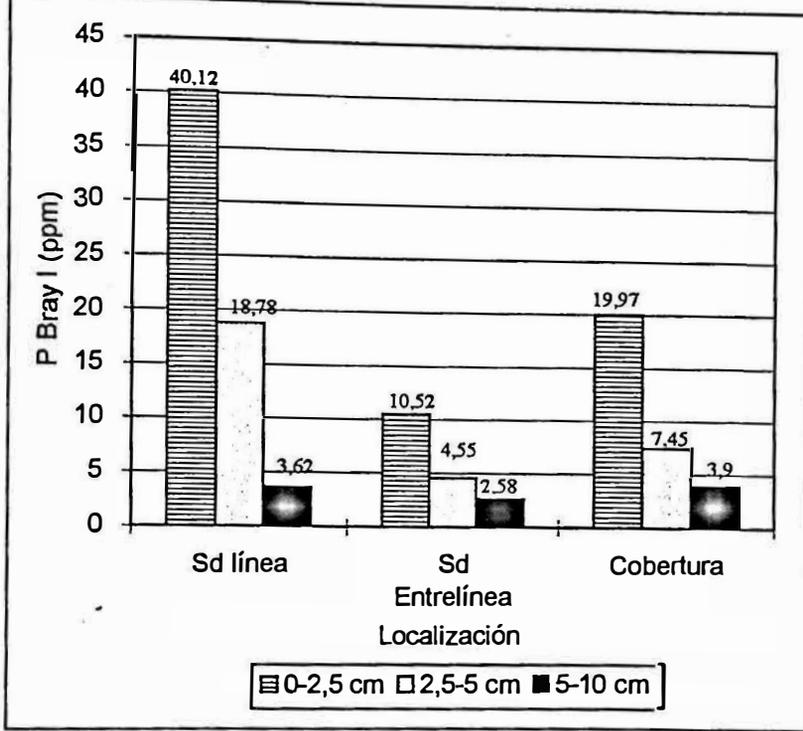
De 0 a 2,5 cm la disponibilidad en la línea de siembra fue notoriamente mayor que en la entrelinea y la cobertura. Se probó también que el nivel del nutriente era superior en la cobertura en comparación con la entrelinea. De 2,5 a 5 cm la disponibilidad de Fósforo en los diferentes sitios evaluados presentó el mismo orden que en la primer profundidad. Sin embargo, la superioridad de la cobertura frente a la entrelinea no pudo comprobarse estadísticamente.

Cuadro 10: Resultado del ANAVA y los contrastes para el efecto de la localización del Fósforo aplicado, asociada a los métodos de siembra a tres profundidades.

TRATAMIENTO	VARIABLES		
	P Bray I (0-25 cm)	P Bray I (2,5-5 cm)	P Bray I (5-10 cm)
Localización	0,004 **	0,111	0,271
CV (%)	32,15	81,31	32,49
CONTRASTES	L > Otr 0,0017 Cob > EL 0,128	L > Otr 0,047	

L: línea de siembra EL: entrelinea Cob: aplicación en cobertura Otr: Otro

Figura 21: Efecto de la localización del Fósforo aplicado asociado a los métodos de siembra, a tres profundidades.



En términos de la respuesta vegetal, se debería verificar si los comprobados cambios en la distribución del Fósforo debidos a su localización, son capaces de generar efectos agrónomicamente relevantes. Estas respuestas pueden generarse en la implantación o en repercusión a posibles cambios en el sistema radicular.

A partir de estos resultados, se observa que la localización del fertilizante fosfatado en siembras sobre el tapiz, debe ser tenida en cuenta en el ajuste del método de muestreo de suelo con el objetivo de determinar su disponibilidad de Fósforo.

5- CONCLUSIONES

- Los resultados del presente trabajo son preliminares ya que representan un año y una localidad, más aún si se considera que la implantación de mejoramientos de campo esta fuertemente condicionada por las características climáticas del año. Además, el período experimental estuvo pautado por un prolongado déficit hídrico que afectó marcadamente la implantación definitiva del mejoramiento y por tanto la producción de forraje.
- Los métodos de siembra evaluados generaron diferencias en la implantación inicial de las especies sembradas. Mientras que, las leguminosas tuvieron mayor población en la cobertura, pero con plántulas de menor peso y nodulación; la Festuca tendió a presentar una mayor población en la siembra directa (en líneas). Este comportamiento de las leguminosas coincidente con la información nacional (zapata versus cobertura). Mientras que la Festuca respondió consistentemente con lo referido para las gramíneas tanto a nivel nacional como internacional.
- Para las leguminosas no pudo demostrarse ningún tipo de respuesta a los herbicidas en términos del número de plántulas/m², evidenciándose en el vigor efectos favorables como plántulas de mayor peso, y desfavorables como la disminución de la nodulación de las mismas. En este sentido el escaso tiempo entre la aplicación del herbicida y la siembra, habría impedido posibles respuestas de las leguminosas al control químico. Esto contrasta con el comportamiento de la Festuca que tuvo una respuesta importante al control químico del tapiz.
- En el primer corte se demostró que los efectos del método de siembra y el control de la vegetación en la implantación inicial no se reflejaron en el resultado definitivo de este proceso. La sequía fue determinante del fracaso de la implantación del Trébol Blanco y la Festuca, de la reducción en el nivel poblacional del Lotus y habría limitado la expresión de otras diferencias entre tratamientos. Las diferencias entre la cobertura y la siembra directa, y aquellas asociadas al control de la vegetación en relación a las especies sembradas, habrían sido las más afectadas; no así las vinculadas a la acción depresiva de los herbicidas sobre las especies nativas.
- Los tres cortes realizados evidencian consistentemente que la producción de forraje fue afectada sólo por el control de la vegetación, habiendo producido los herbicidas en general una marcada reducción de la producción de forraje que se mantuvo durante todo el período experimental. El Glifosato fue más severo que el Paraquat, aunque este último también redujo la producción, destacándose que la acción de ambos herbicidas no dependió de la dosis. Este efecto se produjo a través de la supresión de las gramíneas nativas, componente principal de la pastura natural, y no fue compensado por un incremento importante de las especies sembradas en respuesta al control de la competencia. En el primer corte, el único beneficio encontrado de la aplicación de herbicida fue el incremento en la producción de Lotus en los tratamientos con Glifosato.
- La evaluación de la composición botánica del tapiz permite sostener que los herbicidas redujeron considerablemente tanto especies de gramíneas estivales como invernales. En las primeras se evidenció una mayor incidencia del Glifosato, mientras que en las segundas se registró la tendencia a un efecto similar de ambos herbicidas. El ordenamiento de los tratamientos de control de la vegetación para Andropogóneas y Paníceas, así como el de las gramíneas estivales fue similar al que presentaron las diferentes evaluaciones de producción de forraje.

- Otra consecuencia negativa de la aplicación de los herbicidas fue el incremento en las malezas provocado por ambos herbicidas, destacándose entre ellas a *Cynodon dactylon*. Puede afirmarse que la magnitud del efecto general fue similar en el Glifosato y el Paraquat, y que se habría dado por la supresión de las gramíneas perennes.

- Los resultados confirmaron que los efectos de los herbicidas sobre el tapiz pueden ser negativos, fundamentalmente cuando la desaparición de plantas no es compensada por los componentes sembrados. En la medida que la aplicación de Glifosato y Paraquat no solo redujo la producción de la pastura en todas las estaciones, sino que también provocó cambios en el balance de componentes, se puede afirmar que predominaron los procesos de degradación. Esto se contrapone al objetivo perseguido en un mejoramiento del campo natural.

- El análisis de sobrevivencia estival confirmó la desaparición definitiva de Trébol Blanco y Festuca, mientras que Lotus a pesar de tener una importante disminución de plantas, mantuvo un nivel aceptable al segundo otoño. La sobrevivencia estival fue superior en la siembra directa, aunque no se eliminó totalmente la diferencia poblacional a favor de la cobertura. Esto, sumado a los efectos del método de siembra y el control de la vegetación encontrados en la implantación inicial, podrían considerarse como efectos potenciales de los tratamientos.

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

- El análisis estadístico demostró que no existió interacción entre el método de siembra y el control de la vegetación para ninguna de las variables consideradas en este trabajo. Esto indicaría que se trata de efectos independientes, aunque hay que tener en cuenta que el método de siembra no resultó significativo para la mayoría de las variables luego de la etapa de implantación inicial.

- Queda en evidencia la necesidad de disponer de métodos de siembra sobre el tapiz debidamente validados para nuestras condiciones, que permitan lograr mejoramientos forrajeros con mayor independencia de las condiciones climáticas. Esto es aún más crítico cuando se utilizan herbicidas cuyo efecto sobre las gramíneas nativas sería relativamente independiente de la situación climática del año, lo que generaría a su vez, la necesidad de contar con una buena implantación de la gramínea perenne. También, se considera necesaria mayor información que permita optimizar el control de la vegetación para cada situación, evitando la degradación del recurso pastura natural. En la medida en que la siembra directa y el uso de herbicidas han surgido como nuevas alternativas tecnológicas, la continuación y profundización de la investigación en el tema desde un enfoque multidisciplinario sería una importante vía para acceder a mejoramientos de campo más seguros y de mayor productividad inicial.

6- RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo consisten en la comparación de la cobertura y la siembra directa como métodos de siembra de mejoramientos de campo natural de *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* y *Festuca arundinacea*, en la implantación y producción inicial. A su vez se realiza la evaluación de dos tipos de herbicidas a varias dosis, como método asociado para el control de la competencia de la vegetación nativa, adicional al pastoreo.

El ensayo se instaló sobre un Brunosol Subeútrico de la región de Cristalino Profundo del Uruguay, desarrollándose el trabajo de campo en el período marzo 1995-junio 1996. El diseño experimental fue de parcelas divididas en cuatro bloques al azar, ubicándose en las parcelas mayores los métodos de siembra. Estas se dividieron en siete parcelas menores en las que se evaluó el control de la vegetación, consistiendo los tratamientos en: Testigo sin herbicida; 1, 2 y 3 litros de Glifosato p.c./Ha; y 0,75, 1,5 y 2,25 litros de Paraquat p.c./Ha.

Mientras que las leguminosas presentaron una mayor población de plántulas 110 días post-siembra en la cobertura, la *Festuca arundinacea* se benefició con la siembra directa, pero esta última diferencia no fue estadísticamente significativa. No se encontró respuesta a los herbicidas en la población de plántulas de leguminosas. En cambio la población de *Festuca arundinacea* fue superior en los herbicidas en general, con mayor respuesta al Glifosato y con tendencia a aumentar con la dosis.

En agosto de 1995 comenzó un período de déficit hídrico que se extendió hasta comienzos del segundo otoño, y que tuvo un marcado efecto sobre la implantación definitiva del mejoramiento de campo. La única de las especies que se implantó fue el *Lotus corniculatus*, y a diferencia del establecimiento inicial no se encontró respuesta al método de siembra en la producción de materia seca. El mayor efecto fue la supresión de las gramíneas nativas perennes provocada por los herbicidas, fundamentalmente el Glifosato, que determinó la disminución de la producción de forraje durante todo el período de estudio.

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. Otra consecuencia negativa de la aplicación de los mismos, fue el incremento de las malezas comprobado en diferentes momentos.

7- SUMMARY

The objectives of this work are to compare the broadcasting and the direct drilling as sowing methods of sod improvement with *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* and *Festuca arundinacea*, in the establishment and production during the first year. In addition the evaluation of two herbicides at various rates is done, as an associated method to control the vegetation competition, apart from grazing.

The experiment was installed on a deep Brunosol subeutrico soil in the Cristalino region of Uruguay, and the field period extended from March of 1995 to June of 1996. The experimental design was split plots in four random blocks. The sowing methods were installed as main treatments and plots were divided in 7 sub-plots that consisted in: control without herbicide; 1, 2 and 3 litres/hectarea of c.p. Glifosato; and 0.75, 1.5 and 2.25 litres/hectarea of c.p. Paraquat.

While the Legumes had a greater stand 110 days post-sowing in the broadcasting treatment, the *Festuca arundinacea* trended to be superior in the direct drilling. The Legumes didn't respond to the herbicides, however the *Festuca arundinacea* stands were higher in the treatments with herbicides, especially Glifosate.

In August of 1995 began a period of dry weather that continued until the autumn of 1996, which had an important effect on the definitive establishment results. *Lotus corniculatus* was the only specie which stabilised and in difference with the initial establishment, the forage production wasn't affected by sowing methods. The main effect of the herbicide application was the suppression of the perennial native grasses, related to the low pasture production during the experimental period, that was more severe in the case of Glifosate.

The analysis of the botany composition changes evidenced that the Glifosate had decreased the stand of the most frequent native grasses with summer cycle, while the winter cycle species trended to be affected by both herbicides. Other negative consequences was the increment of weeds verified at different moments of the experiment.

8-BIBLIOGRAFIA

- ACUÑA, H. 1993. Comparación de métodos de siembra de la mezcla Trébol Blanco/Ballica perenne en un suelo trumiao. *Agricultura Técnica* 53 (3): 197-201.
- AMORIN, J. y GONZALEZ, F. 1986. Evaluación de fuentes por niveles de Fósforo en campo natural y con introducción de leguminosas, evaluación de distintas leguminosas con tres métodos de introducción en el tapiz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 144 p.
- ARGELAGUET, R. e IRAZOQUI, A. 1985. Fertilización fosfatada en la implantación y producción de leguminosas en pasturas naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 186 p.
- ARROSPIDE, C. y CERONI, C. 1980. Estudio sobre el rejuvenecimiento de praderas sembradas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 173 p.
- BAYCE, D., CALDEYRO, E. y PUPPO, E. 1984. Siembra de gramíneas nativas sobre el tapiz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 235 p.
- BENTANCOR, C. y GARCIA, S. 1991. Siembra en cobertura: estudio preliminar del comportamiento de varias especies (Gramíneas y Leguminosas). San Antonio, Salto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 191 p.
- BOATMAN, N y HAGGAR, R. 1985. Effects of grass defoliation on the establishment and growth of slot-seeded white clover. *Grass and Forage Science* 40: 375-378.
- BYERS, R. y TEMPLETON JR, W. 1988. Effects of sowing date, placement of seed, vegetation suppression, slugs, and insects upon establishment of no-till alfalfa in orchardgrass sod. *Grass and Forage Science* 43: 279-289. -----
- CAMPBELL, M. y SWAIN, F. 1973. Effect of strength tillth and heterogeneity of the soil surface on radicle-entry of surface-sown seeds. *J. Br. Grassld Soc.* 28: 41-50.
- CARAMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Editorial Hemisferio Sur. 464p. (Colec. Ciencias agropecuarias no. 11)
- ; COLLUCCI, P y ORCASBERRO, R. 1986. Fortalecimiento de los programas de investigación agropecuaria prioritarios en Uruguay: Nutrición Animal y Pasturas. Informe final de la consultoría técnica para la F.A.O. 257 p.
- ; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E. y BERMUDEZ, R. 1994. Siembra de mejoramientos en cobertura. INIA Treita y Tres. Boletín de divulgación no. 46. 19p. ✓
- . 1994. Actualización de información tecnológica sobre pasturas en producción extensiva. In *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva*. Serie Técnica no 13. INIA. 2 ed. 7-11.
- CASTRILLON, A. y PIREZ, C. 1987. Evaluación de la capacidad de instalarse de especies forrajeras en el campo natural con diferentes tratamientos de laboreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 264 p.

- C.I.A.A.B.-M.G.A.P. 1974. Boletín de divulgación no. 27. Mejoramiento de pasturas naturales. 21 p.
- CREMPIEN, C. 1983. Antecedentes técnicos y metodología básica para utilizar en presupuestación en establecimientos ganaderos. 2 de. Editorial Hemisferio Sur. 72 p.
- CURLL, M. y GLEESON, A. 1987. The introduction of red or white clover into a perennial grass sward. *Grass and Forage Science* 42: 397-403. ✓
- CHAPMAN, D.; CAMPBELL, B. y HARRIS, P. 1985. Establishment of ryegrass, cocksfoot, and white clover by oversowing in hill country. 1- Seedling survival and development, and fate of sown seed. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 28: 177-189.
- . y FLETCHER, R. 1985. Seedling appearance, survival, and development of 'Grasslands Huia', 'Grasslands Tahora', and Kent wild white clover cultivars after surface sowings in summer-moist hill country. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 28: 191-199.
- DAVIES, W. y DAVIES, J. 1981. Varying the time of spraying with Paraquat of Glyphosate before direct drilling of grass and clover seeds with and without calcium peroxide. *Grass and Forage Science* 36: 65-69.
- DIAZ, J. y MOOR, J. 1980. Estudios sobre métodos y densidades de siembra de pradera. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 134 p.
- DOVEL, R.; HUSSEY, M. y HOLT, E. 1990. Establishment and survival of Illinois bundleflower inter-seeded into an established kleingrass pasture. *Journal of Range Management* 43 (2): 153-156.
- DOWLING, P; CLEMENTS, R. y McWILLIAM, J. 1971. Establishment and survival of pasture species from seeds sown on the soil surface. *Australian Journal of Agricultural Research* 22: 61-74.
- . 1978. Effect of resident vegetation on establishment of surface sown pasture species at Glen Innes, New South Wales. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 18 (92): 411-414.
- . y GILMOUR, A. 1983. Influence of grazing and herbicide before sowing on establishment and survival of surface-sown pasture species on the Northern Tablelands of New South Wales. *Australian Journal of Agricultural Research* 23: 146-153.
- ECHEVERRIA, A. y MARQUES, P. 1993. Implantación de especies en cobertura sobre campo restablecido (Unidad San Manuel). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 145 p. ✓
- GARCIA, A. y LOPEZ, E. 1985. Comparación de técnicas de introducción de Lotus (*Lotus corniculatus* L.) en el tapiz natural y su efecto en la velocidad de crecimiento de corderos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 2 pp.

- GARCIA, F; TERRA, J y BLANCO, F. 1996. Uso de elementos de la tecnología de siembra directa en producción forrajera en suelos de lomadas del este. In Curso de actualización sobre manejo y conservación de suelos. Montevideo Facultad de Agronomía. pp 87-100.
- HART, R; CARLSON, G y RETZER, H. 1968. Establishment of Tall Fescue and White Clover: Effects of seeding method and weather. *Agronomy Journal* 60 (4): 385-387.
- KUNELIUS, H.; CAMPBELL, A.; MCRAE, K. y IVANY, J. 1982. Effects of vegetation suppression and drilling techniques on the establishment and growth of sod-seeded Alfalfa and Bird's-foot Trefoil in grass dominant swards. *Canadian Journal of Plant Science* 62: 667-675.
- LA PAZ, A.; PEREZ, M. y ROBATTO, R. 1994. Implantación de especies sembradas en cobertura sobre Basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 148 p.
- MALHI, S.; NYBORG, M.; HARAPIAK, J.; ROBERTSON, J. y WALKER, D. 1982. Downward movement of surface-applied P on establishment forage stands. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 23 (15 -16): 1781-1790.
- MALIK, N. y WADDINGTON, J. 1990. No-till pasture renovation after sward suppression by herbicides. *Canadian Journal of Plant Science* 70 (1): 261-267.
- MARTINO, D. 1994. Agricultura sostenible y siembra directa. INIA La Estanzuela. Serie técnica no. 50. 29 p.
- . 1995. El herbicida Glifosato: su manejo más allá de la dosis por hectárea. INIA La Estanzuela. Serie técnica no. 61. 26 p.
- McWILLIAM, J.; CLEMENTS, R. y DOWLING, P. 1970. Some factors influencing the germination and early seedling development of pasture plants. *Australian Journal of Agricultural Research* 21 (1): 19-32.
- MORON, A. y PEREZ, J. 1981. Dinámica del fósforo en la productividad de una pastura convencional. C.I.A.A.B. Miscelanea no. 37. III, 19 p.
- MOSHIER, L. y PENNER, D. 1978. Use of Glyphosate in Sod Seeding Alfalfa (*Medicago sativa*) Establishment. *Weed Science* 26 (2): 163-166.
- MULLER, J. y CHAMBLEE, D. 1984. Sod-Seeding of Ladino Clover and Alfalfa as Influenced by Seed Placement, Seeding Date, and Grass Suppression. *Agronomy Journal* 76: 284-288.
- OLSON, R. y DREIER, A. 1956. Nitrogen, a key factor in fertilizer Phosphorus efficiency. *Soil Science Society Proceedings* : 509-514.
- PEREZ GOMAR, E. y GARCIA, F. 1993. Manejo de suelos arenosos en Tacuarembó. INIA Tacuarembó. Serie técnica no. 33. 22 p.

RISSO, D. y SCAVINO, J. 1978. Región centro-sur. In Pasturas IV. C.I.A.A.B. Miscelanea no. 18. pp. 25-36.

———. 1994. Siembras en el tapiz: consideraciones generales y estado actual de la información en la zona de suelos sobre cristalino. In Pasturas y Producción animal en áreas de ganadería extensiva. Serie Técnica no 13. INIA. 2 ed. 71- 78.

ROGERS, D.; CHAMBLEE, D.; MUELLER, J. y CAMPBELL, W. 1983. Fall sod-seeding of Ladino Clover into Tall Fescue as influenced by time of seeding, and grass and insect supression. *Agronomy Journal* 75: 1041-1046.

SANTIÑAQUE, F. 1984. Alternativas de mejoramiento de pasturas naturales. I-II. Paysandú, Facultad de Agronomía, EEMAC (Mimiografiado, Cátedra de Forrajeras, Rep. N° 756).

TAYLOR, T.; SMITH, E. y TEMPLETON Jr, W. 1969. Use of minimum tillage and herbicide for establishing legumes in Kentucky Bluegrass (*Poa pratensis*) swards. *Agronomy Journal* 61 (5): 761-765. ✓

TAYLOR, R. y ALLISON, D. 1983. Legume establishment in grass sods using minimum tillage seeding techniques without herbicide aplication: Forage yield and quality. *Agronomy Journal* 75 (2):167-172. ✓

TERMEZANA, A. y CARAMBULA, M. 1971. Proyecto Basalto; estudios en forrajeras. Mimeografiado. Facultad de Agronomía. 107 p.

WHITE, J. 1981. Mejoramientos de pasturas montañosas. In Langer, R. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, ed. Hemisferio Sur. pp 309-349.

9- ANEXOS

ANEXO 1

Descripción morfológica:

- Horizonte A : de 0 a 23 cm, textura franco arcillo limoso a franca arcillosa (con gravilla). Estructura de bloques subangulares medianos y finos, moderados. Transición clara.
- Horizonte B₂₁t: de 24 a 47 cm, textura arcillosa a arcillosa limosa con gravilla y algo de grava. Transición gradual.
- B₂₂t: de 48 a 71 cm, textura arcillosa con más gravilla y grava. Transición gradual.
- BC : de 72 a 86 cm, textura arcillosa con alto porcentaje de grava. Transición gradual.
- Horizonte C : de 87 cm a más, textura arcillosa.

Para caracterizar el suelo se realizaron además los análisis mecánico y químico (Cuadro A1). Para ello se muestreo el suelo en su condición original el 2 de junio de 1995, de la siguiente manera:

- se utilizó un taladro Edelman
- se consideraron 3 profundidades de muestreo (0-10; 10-20 y 30-40 cm)
- se realizó en una zona adyacente al ensayo de características similares, sin fertilización.

Cuadro 11: Información analítica del suelo del ensayo

Análisis mecánico	0-10 cm	10-20 cm	30-40 cm
Arena (%)	50,3	44,8	42,1
Limo (%)	29,3	25,0	23,2
Arcilla (%)	20,4	30,2	34,7
Textura	Franco	Franco-arcilloso	Franco-arcilloso
Análisis químico (0-20 cm)			
Materia orgánica (%)	4,2		
Fósforo (Bray)	3,5		
pH (agua)	5,75		
pH (KCl)	4,7		
CIC (meq/100 g de suelo, pH7)	20,65		
% saturación (pH 7)	69		

Fuente: - Análisis mecánico y químico; D.S.F. M.G.A.P

ANEXO 2

Cuadro 12: Registro de heladas agrometeorológicas (número de heladas por mes), para la estación meteorológica de Florida.

	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Total	Primer	Ultima
1995	0	3	10	9	11	6	1	40	20/5	28/10
1996	1	6	11*	—	—	—	—	—	—	—

* Hasta el 20/6.

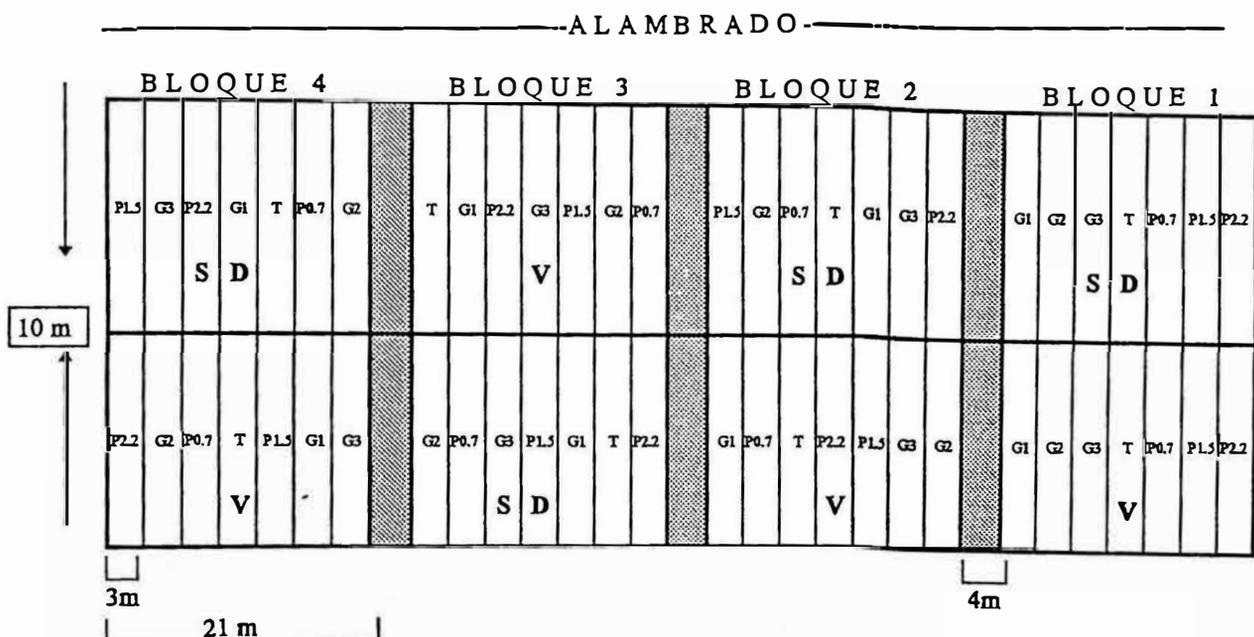
Cuadro 13: Registro de temperaturas mensuales máximas y mínimas promedio, para la estación meteorológica de Florida.

Temperatura (°C)	1995		1996		Serie histórica*	
	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.
Enero	29,6	16,5	30,0	16,0	28,4	17,3
Febrero	27,7	15,9	29,1	16,4	27,8	17,3
Marzo	26,0	14,9	28,6	16,0	25,7	15,8
Abril	22,6	11,8	21,8	13,0	22,1	12,3
Mayo	18,9	8,4	—	—	18,7	9,7
Junio	14,8	5,1	—	—	15,4	7,5
Julio	16,0	6,1	—	—	15,2	7,0
Agosto	16,9	5,9	—	—	16,2	7,0
Setiembre	19,4	7,9	—	—	18,1	8,8
Octubre	21,3	9,3	—	—	20,6	11,0
Noviembre	25,6	13,0	—	—	23,8	13,3
Diciembre	31,0	15,5	—	—	26,9	15,8

* Estación meteorológica del Prado, período 1946-1980.

ANEXO 3

Figura 22: Diseño del ensayo



ANEXO 4

METODO PARA LA DETERMINACION DE FOSFORO

Para el análisis de Fósforo se empleó el método Bray I, habiéndose realizado en el Laboratorio de la Cátedra de Fertilidad de Suelos y Fertilizantes de la Facultad de Agronomía. El muestreo se hizo el 13 de marzo de 1996 de la siguiente manera:

- se usó un calador.
- se consideraron los testigos de cada bloque, tomando 4 sitios de muestreo en cada unidad experimental a las profundidades de: 0-2,5; 2,5-5 y 5-10 cm.
- para la cobertura se realizaron 4 perforaciones abarcando la variabilidad de cada parcela menor.
- en la siembra directa se consideraron las dos situaciones generadas por la localización del Fósforo en la línea, por lo que en cada unidad experimental se realizaron para cada sitio 2 perforaciones (línea y entre línea), resultando un total de 8.

ANEXO 5

Cuadro 14: Información cuantitativa de la magnitud del efecto año (sequía) sobre la producción de forraje del ensayo:

	VERANO (23/11/96 a 13/3/96)	OTOÑO (14/3/96 a 6/6/96)
ENSAYO: - Promedio general	476,1	297,4
- Testigo	544,7	432,9
- Risso y Scavino (1978) citado por Crempien (1983), C. P. (2100 Kg/Ha/año)	294	672
- Formoso (comp. pers.) citado por Crempien (1983), C. P (2900 Kg/Ha/año)	551	754
- Formoso (comp. pers.) citado por Crempien (1983), C. P M. (4500 Kg/Ha/año)	855	1170
- Pons et al. (1981) citado por Crempien (1983), C.P.M (4000 Kg/Ha/año)	480	1120

- C.P. : Cristalino Profundo

- C.P.M.: Cristalino Profundo mejorado

ANEXO 6

RESUMEN DE LA INFORMACION ESTADISTICA

Cuadro15: Medias para las variables de establecimiento inicial.

MSI	ConV	Rep *	% RS **	% VV ***	% SDO ****	Lotus 40 días	Lotus 110días	TB 40 días	TB 110días	Lotus % 110/40	TB % 110/40
Sd	T	4	24,5	71,0	4,5	95,8	77,8	40,3	26,4	79,1	71,2
Sd	G1	4	80,0	12,6	7,4	77,8	59,7	31,9	16,7	103,3	50,3
Sd	G2	4	83,2	10,1	6,8	134,7	168,1	59,7	50,0	129,7	99,3
Sd	G3	4	84,7	7,4	8,0	93,1	73,6	47,2	34,7	72,8	67,4
Sd	P0,75	4	63,5	30,2	6,3	137,5	55,6	37,5	5,6	47,4	17,7
Sd	P1,5	4	67,9	29,3	3,0	156,9	116,7	61,1	34,7	96,3	93,2
Sd	P2,25	4	69,9	25,7	4,5	145,8	66,7	63,9	22,2	45,2	39,6
Cob	T	4	22,5	73,3	4,3	193,1	154,2	93,1	43,1	80,8	47,2
Cob	G1	4	81,4	14,7	3,9	231,9	186,1	70,8	50,0	83,0	66,7
Cob	G2	4	82,5	10,1	7,3	211,1	180,6	86,1	45,8	87,2	53,3
Cob	G3	4	84,4	6,1	9,6	145,4	169,4	63,4	47,2	135,3	75,5
Cob	P0,75	4	69,8	25,9	4,3	177,8	155,6	61,1	36,1	93,1	62,7
Cob	P1,5	4	76,4	20,0	3,6	198,6	166,7	80,6	45,8	81,5	52,6
Cob	P2,25	4	77,4	18,1	4,5	195,8	163,9	98,6	52,8	85,7	55,5

* Rep: repetición ** RS: Restos Secos *** VV: Vegetación Verde **** SDO: Suelo Desnudo

MSI	ConV	Rep	Fest. 110días	Peso Lotus	Peso TB	%nod. Lotus	%nod. TB
Sd	T	4	41,7	0,010	0,010	72,0	68,8
Sd	G1	4	81,9	0,010	0,018	59,5	74,0
Sd	G2	4	93,1	0,013	0,013	63,8	70,0
Sd	G3	4	108,3	0,013	0,010	44,3	65,0
Sd	P0,75	4	68,1	0,030	0,013	56,5	73,3
Sd	P1,5	4	75,0	0,010	0,008	54,3	58,8
Sd	P2,25	4	80,6	0,013	0,010	46,8	53,0
Cob	T	4	37,5	0,010	0,008	49,5	72,0
Cob	G1	4	69,4	0,010	0,010	36,8	50,5
Cob	G2	4	75,0	0,013	0,010	29,0	51,0
Cob	G3	4	100,0	0,013	0,010	31,3	63,8
Cob	P0,75	4	41,7	0,010	0,013	36,0	61,8
Cob	P1,5	4	52,8	0,013	0,010	35,0	49,3
Cob	P2,25	4	52,8	0,010	0,008	37,8	58,8

Cuadro 16: Medias para las variables de producción de forraje.

PRIMER CORTE											
MSI	ConV	Rep	KgMS/Ha	CN*	Lotus*	Mz*	TB*	Fest*	%CN	%Lotus	%Mz
Sd	T	4	2170	184300	18052	7378	5483	1790	85,0	8,6	3,1
Sd	G1	4	1743	110608	40051	12096	6559	5055	62,4	23,6	7,1
Sd	G2	4	1579	82948	53626	9257	9395	2706	52,3	34,2	6,0
Sd	G3	4	1561	108510	28227	8234	5457	5633	65,7	19,0	6,4
Sd	P0,75	4	1995	140893	22020	26999	5991	3600	71,8	11,7	11,5
Sd	P1,5	4	2079	137128	32360	29031	5349	4043	66,4	15,9	13,4
Sd	P2,25	4	1754	144130	15778	8879	2941	3670	76,1	13,8	6,0
Cob	T	4	2293	178859	36357	7035	5911	1119	78,4	15,4	3,1
Cob	G1	4	2069	113388	55594	21238	10272	6428	53,6	27,0	11,5
Cob	G2	4	1433	87850	31934	12167	5455	5910	63,3	21,3	8,1
Cob	G3	4	1680	104544	39743	11802	7516	4437	62,8	23,6	7,2
Cob	P0,75	4	2105	145895	19831	39265	3384	2090	70,8	10,2	16,3
Cob	P1,5	4	1983	149483	22990	18121	1871	5800	73,5	13,7	8,5
Cob	P2,25	4	2539	181503	36994	18701	13289	3466	69,8	16,1	7,3

* Expresados en Kg MS/Ha

MSI	ConV	Rep	2º CORTE	3º CORTE	TOTAL
			KgMS/Ha	KgMS/Ha	KgMS/Ha
Sd	T	4	508,4	434,7	3113
Sd	G1	4	411,2	173,6	2329
Sd	G2	4	377,0	230,4	2187
Sd	G3	4	353,2	205,8	2120
Sd	P0,75	4	483,8	262,6	2790
Sd	P1,5	4	556,4	200,9	2815
Sd	P2,25	4	492,8	350,2	2597
Cob	T	4	580,9	431,0	3305
Cob	G1	4	386,0	196,0	2651
Cob	G2	4	483,4	231,0	2115
Cob	G3	4	457,0	242,1	2380
Cob	P0,75	4	579,4	390,8	3075
Cob	P1,5	4	471,6	271,7	2726
Cob	P2,25	4	524,1	542,4	3606

Cuadro 17: Medias para las malezas evaluadas en el tercer corte.

MSI	ConV	Rep	Cardilla	Carqueja	Mio mio	H. camicera	E. nudicaule	Chaptalia	O. mz
Sd	T	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,58	1,92	0,08
Sd	G1	4	0,00	0,00	0,00	0,00	1,33	2,67	0,00
Sd	G2	4	0,42	0,17	0,00	0,00	0,25	2,17	0,08
Sd	G3	4	0,08	0,08	0,00	0,17	0,08	2,67	0,00
Sd	P0,75	4	0,00	0,00	0,42	0,00	0,25	0,92	0,25
Sd	P1,5	4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83	0,08	0,33
Sd	P2,25	4	0,17	0,08	0,00	0,00	0,58	1,00	0,00
Cob	T	4	0,00	0,00	0,17	0,00	0,50	1,42	0,17
Cob	G1	4	0,33	0,00	0,08	0,00	0,17	1,17	0,25
Cob	G2	4	0,17	0,08	0,00	0,08	1,25	2,50	0,00
Cob	G3	4	0,58	0,08	0,00	0,00	0,58	4,92	0,00
Cob	P0,75	4	0,25	0,00	0,00	0,00	1,00	1,75	0,00
Cob	P1,5	4	0,17	0,00	0,25	0,00	0,75	2,67	0,00
Cob	P2,25	4	0,08	0,00	0,17	0,00	0,17	0,75	0,08

Expresado en número de plantas/m².

Cuadro 18: Medias para las variables de sobrevivencia estival de Lotus.

MSI	ConV	Rep	Nro de plantas de Lotus/m ²	% de sobrevivencia estival	MSI	Nro de plantas de Lotus/m ²	% de sobrevivencia estival
Sd	T	4	25,83	37,6	Cob	30,84	20,6
Sd	G1	4	22,50	52,1	Cob	58,34	36,7
Sd	G2	4	29,17	18,0	Cob	50,00	28,9
Sd	G3	4	25,84	66,1	Cob	30,83	21,6
Sd	P0,75	4	28,34	42,9	Cob	25,84	22,1
Sd	P1,5	4	25,00	27,0	Cob	27,50	16,4
Sd	P2,25	4	20,83	41,5	Cob	34,17	21,3

Cuadro 19: Medias para las variables de composición botánica evaluadas*.

ConV	Rep	Axonopus sp	Coelorrhachis sp	Botriochloa sp	Briza sp.	Setaria parviflora	Danthomia	Paspalum dilatatum	Paspalum notatum	Pitochaetium
T	3	11,00	61,67	36,00	0,00	0,00	0,00	4,67	46,33	12,33
G1	3	5,33	16,00	30,67	0,67	1,33	1,33	0,67	43,33	2,00
G2	3	4,67	16,67	29,33	0,00	0,00	0,00	0,67	32,67	14,67
G3	3	3,33	7,33	10,00	0,00	0,00	0,00	2,00	32,00	2,00
P2,25	3	7,33	52,00	37,33	0,67	0,00	0,00	36,67	38,67	4,00

ConV	Rep	Stipa setigera	Sporobolus indicus	Eliomurus mubicus	Aristida sp.	Schizanthum	Andropogon macrostachyus	Malezas enanas	Juncáceas y Ciperáceas
T	3	4,00	20,33	0,67	26,00	2,67	4,67	24,33	21,33
G1	3	0,67	16,00	0,00	18,67	0,67	3,33	36,00	19,33
G2	3	0,67	16,67	0,00	6,67	0,00	0,00	44,00	18,00
G3	3	1,33	9,33	0,00	5,33	0,67	0,00	64,00	20,67
P2,25	3	1,33	16,67	0,00	10,00	0,67	0,00	38,67	46,00

ConV	Rep	Eragrostis sp.	Panicum decipiens	Eustachis	Agrostis montevidensis	Gramilla	% suelo desnudo	% vegetación verde	% restos secos
T	3	1,33	0,67	0,00	0,00	2,67	4,00	36,00	39,67
G1	3	1,33	0,00	0,00	5,33	26,00	12,67	31,67	41,67
G2	3	20,0	4,67	0,67	4,00	29,33	10,67	26,67	45,67
G3	3	4,00	0,67	0,00	7,33	24,67	21,00	25,33	43,33
P2,25	3	0,00	0,00	0,67	0,00	32,67	6,00	32,67	43,00

*Variables expresadas en número de plantas/m²

Cuadro 20: Resumen del ANAVA para las frecuencias de las especies consideradas en la evaluación estival de la composición botánica.

		Panicum decipiens				Pitochaetium				Axonopus sp		Coelorhachis sp	
F de V	GL	CM	Prob	CONTRASTES	CM	Prob	CONTRASTES	CM	Prob	CM	Prob	CM	Prob
ConV	4	11,6	0,10	Otr G>G1 0,10 G2> G3 0,04	109,7	0,08	T > H 0,12 G2 > G3 0,03	26,67	0,67	1779	0,39		
Error	8	4,20	—	—	34,7	—	—	43,07	—	1500	—		

		Brotioclhoa sp		Briza sp.		Setaria parviflora		Danthomia		P. dilatatum		P. notatum	
F de V	GL	CM	Prob	CM	Prob	CM	Prob	CM	Prob	CM	Prob	CM	Prob
ConV	4	361,3	0,08	0,40	0,46	1,07	0,46	1,07	0,46	729,1	0,49	120,7	0,86
Error	8	114,5	—	0,40	—	1,07	—	1,07	—	770,5	—	377,6	—

		Stipa setigera		Sporobolus indicus		Eliomurus muticus		Aristida sp.		Schlzaquinum		A. macrotix	
F de V	GL	CM	Prob	CM	Prob	CM	Prob	CM	Prob	CM	Prob	CM	Prob
ConV	4	5,73	0,68	47,93	0,61	0,27	0,46	231,3	0,36	3,07	0,46	15,07	0,38
Error	8	9,73	—	68,13	—	0,27	—	184,7	—	3,07	—	12,47	—

		Malezas enanas		Juncáceas y Ciperáceas		Eragrostis sp.		Eustachis		Agrostis montevidensis		Gramilla	
F de V	GL	CM	Prob	CM	Prob	CM	Prob	CM	Prob	CM	Prob	CM	Prob
ConV	4	634,1	0,11	415,7	0,05	208,0	0,48	0,40	0,46	32,0	0,29	419,1	0,37
Error	8	232,6	—	107,7	—	214,8	—	0,40	—	21,6	—	336,3	—

		% suelo desnudo		% vegetación verde		% restos secos	
F de V	GL	CM	Prob	CM	Prob	CM	Prob
ConV	4	132,6	0,003	58,27	0,26	14,67	0,77
Error	8	12,30	—	35,72	—	33,07	—

Cuadro 21: Medias para las gramíneas agrupadas por tribu y ciclo de producción+.

ConV	Rep	Paniceas	Andropogoneas	Otras estivales	Stipeas	Otras invernales	Gramíneas invernales	Gramíneas estivales
T	3	62,67	105,67	21,67	42,33	1,33	43,67	190,00
G1	3	50,67	50,67	17,33	21,33	6,00	27,33	118,67
G2	3	42,67	46,00	28,67	22,00	4,00	26,00	117,33
G3	3	38,00	18,00	13,33	8,67	7,33	16,00	69,33
P2,25	3	56,00	90,00	17,33	15,33	0,67	16,00	163,33

+ Variables expresadas en número de plantas/m².

Cuadro 22: Medias para la evaluación del efecto de la localización del Fósforo aplicado.

Localización	Rep	P Bray (ppm)		
		0-2,5 cm	2,5-5 cm	5-10 cm
Sd línea	3	40,12	18,78	3,62
Sd entrelínea	3	10,52	4,55	2,58
Cob	3	19,97	7,45	3,9

ANEXO 7

ANALISIS DE LA ASOCIACION ENTRE VARIABLES

Cuadro 23: Correlaciones relevantes entre variables de implantación inicial *

	Lotus 2º ot.	Lotus 40 días	Fest 110 días	TB 40 días	Lotus 2º Ot/110 días	Lotus 110/40 días	TB nod	Lotus nod.	TB peso	Lotus peso
Lotus 110 días	0,37	—	—	—	-0,53	0,48	—	-0,13	—	0,06
Lotus 2º ot.	—	—	—	—	0,31	0,09	—	-0,02	—	0,26
RS 33 días	—	0,24	0,42	0,22	—	0,29	0,11	-0,15	0,46	0,45
VV 33 días	—	0,15	-0,41	0,15	—	-0,13	0,25	0,28	-0,27	-0,19
S des 33 días	—	0,01	—	0,04	—	0,13	0,16	0,07	0,35	0,26
Lotus 2º Ot/110	—	—	—	—	—	-0,24	—	0,11	—	0,18
Lotus 110/40	—	—	—	—	—	—	—	0,05	—	-0,02
TB nod.	—	—	—	—	—	—	—	—	0,05	—
Lotus nod.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0,16

S des: suelo desnudo

Cuadro 24: Correlaciones relevantes entre variables de producción de forraje al primer corte *

	Materia Seca total (Kg/Ha)	CN (Kg MS/Ha)
CN (Kg MS/Ha)	0,90	—
Lotus (Kg MS/Ha)	0,02	-0,31

* Los grados de libertad son de 50 y la prueba de hipótesis de las correlaciones se realizó considerando: 1% = 0,33
5% = 0,27

Cuadro 25: Correlaciones relevantes entre variables de composición botánica.

	Mz enanas	Gramilla	Restos secos	Veg verde	Suelo desnudo
Paniceas	-0,13	-0,22	0,37	0,37	-0,34
Andropogoneas	-0,26	-0,27	0,22	0,23	-0,46
G. Estivales	0,03	-0,26	0,07	0,15	-0,18
G. Invernales	-0,13	-0,42	0,39	0,20	-0,40
Suelo desnudo	0,50	0,02	—	—	—
Veg verde	-0,20	0,29	—	—	—

Los grados de libertad son de 13 y la prueba de hipótesis de las correlaciones se realizó considerando: 1% = 0,64
5% = 0,51