



---

FACULTAD DE  
**AGRONOMIA**  
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

**MEJORAMIENTO EXTENSIVO CON LOTUS  
CORNICULATUS EN COBERTURA O SIEMBRA DIRECTA  
CON DIFERENTES CONTROLES  
DE LA VEGETACION Y DENSIDADES**

**por**

**Andrés CIANCIARULLO LANDRY  
Javier ECHEVERRIA CARRAU  
Nicolás ECHEVERRIA CARRAU**

**T E S I S**

**2000**

---

**MONTEVIDEO**

**URUGUAY**

---

**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMIA**



**MEJORAMIENTO EXTENSIVO CON LOTUS CORNICULATUS  
EN COBERTURA O SIEMBRA DIRECTA CON DIFERENTES  
CONTROLES DE LA VEGETACION Y DENSIDADES**

por

**FACULTAD DE AGRONOMIA**



**DEPARTAMENTO DE  
DOCUMENTACION Y  
BIBLIOTECAS**

**Andrés CIANCIARULLO LANDRY**

**Javier ECHEVERRIA CARRAU**

**Nicolás ECHEVERRIA CARRAU**

**TESIS presentada como uno de  
los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2000**

Tesis aprobada por:

Director:

.....

Ing. Agr. Pablo Amarante

.....

Ing. Agr. (PhD) Fernando García Préchac

.....

Ing. Agr. (M.Sc.) Diego Risso

Fecha:

.....

Autores:

.....

Andrés Cianciarullo Landry

.....

Javier Echeverría Carrau

.....

Nicolás Echeverría Carrau

## AGRADECIMIENTOS

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

Al Ing. Agr. Pablo Amarante y al Ing. Agr. (Ph.D) Fernando García Préchac, por la valiosa y continua dedicación puesta en el asesoramiento y conducción de este trabajo de tesis.

Al Ing. Agr. (M. Sc.) Diego Risso del INIA por su participación en la evaluación del mismo.

Al Esc. Alcides Dos Santos por permitir el desarrollo del ensayo en su establecimiento.

Al personal de las bibliotecas de la Asociación Rural del Uruguay, del INIA La Estanzuela, INIA Las Brujas y en especial al de la Facultad de Agronomía.

A los integrantes de la cátedra de Manejo y Conservación de Suelos y Aguas, por su continua colaboración.

A los integrantes de la cátedra de Edafología por la realización del análisis de suelo.

A los funcionarios de la Facultad de Agronomía y en especial a Amilcar Rodriguez por su colaboración en las tareas realizadas en las instalaciones de la facultad.

Por último a nuestra familia y amigos por su apoyo incondicional.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	VII
<u>1. INTRODUCCION</u> .....	1
<u>2. REVISION BIBLIOGRAFICA</u> .....	3
2.1. MEJORAMIENTOS DE CAMPO.....	3
2.1.1 <u>Generalidades</u> .....	3
2.1.2 <u>Implantación</u> .....	5
2.1.2.1 Acondicionamiento del tapiz.....	5
2.1.2.1.1 Pastoreo.....	6
2.1.2.1.2 Quema.....	8
2.1.2.1.3 Herbicidas.....	9
2.1.2.2 Acondicionamiento de la semilla.....	15
2.1.2.3 Epoca de siembra.....	16
2.1.2.4 Densidad de siembra.....	18
2.1.2.5 Fertilización.....	19
2.1.2.5.1. Fósforo.....	19
2.1.2.5.2. Nitrógeno.....	22
2.1.2.6. Germinación, Emergencia, Establecimiento y Persistencia.....	24
2.2 SIEMBRA DIRECTA DE PASTURAS.....	29
2.2.1 <u>Generalidades</u> .....	29
2.2.2. <u>Métodos de siembra y comparación con siembra directa</u> .....	30
2.2.3 <u>Fertilidad y fertilización bajo siembra directa</u> .....	35
2.2.4. <u>Maquinaria de siembra directa</u> .....	37
2.2.4.1. Generalidades.....	37
2.2.4.2. Abresurcos.....	38

3. <u>MATERIALES Y METODOS</u> .....	41
3.1 UBICACION .....	41
3.2. DESCRIPCION DE SUELOS Y ZONA .....	41
3.3 CLIMA .....	42
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL .....	44
3.4.1 <u>Método de siembra</u> .....	45
3.4.2 <u>Herbicidas y dosis</u> .....	47
3.4.3 <u>Semilla</u> .....	47
3.5 INSTALACION Y MANEJO DEL ENSAYO .....	47
3.5.1 <u>Fertilización</u> .....	47
3.5.2 <u>Pastoreo</u> .....	48
3.6 ANALISIS ESTADISTICO .....	48
3.7 DETERMINACIONES .....	51
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u> .....	54
4.1. EVALUACION DE LA IMPLANTACION Y ESTABLECIMIENTO DEL MEJORAMIENTO A LOS 143 DIAS DE LA SIEMBRA (DETERMINACION N° 1, REALIZADA EL 26/9/98). .....	54
4.2. EVALUACION DE LA PRODUCCION Y COMPOSICION BOTANICA DEL MEJORAMIENTO, A LOS 237 DIAS DE LA SIEMBRA (DETERMINACION N° 2, REALIZADA EL 29/12/98). .....	59
4.2.1 <u>Contribución del lotus a la producción del mejoramiento.</u> .....	62
4.2.2 <u>Contribución de la vegetación natural a la producción del mejoramiento.</u> .....	65
4.3. EVALUACION DE LA PERSISTENCIA Y PRODUCCION DEL MEJORAMIENTO AL AÑO DE SU IMPLANTACION (DETERMINACION N° 3, REALIZADA EL 19/5/99). .....	69
4.3.1 <u>Enmalezamiento del mejoramiento al año de la implantación</u> .....	77
4.3.2 <u>Relación entre el número de plantas de lotus y la producción de materia         seca al año de la implantación.</u> .....	78
4.4. PRODUCCION DE CARNE EN EL MEJORAMIENTO .....	80
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	81

6. <u>RESUMEN</u> .....	83
7. <u>SUMMARY</u> .....	84
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	85
9. <u>ANEXOS</u> .....	90

## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

	Página
Cuadro 1: Porcentaje de implantación a 120 días de la siembra según tratamientos de pastoreo.....	7
Cuadro 2: Presencia de gramíneas invernales y gramíneas estivales según tratamiento al final del verano del primer año del mejoramiento de Lotus corniculatus, Trifolium repens y Festuca arundinacea, medidos en número de plantas por m <sup>2</sup> .....	11
Cuadro 3: Efecto del control de la vegetación sobre la composición relativa de la producción de forraje a los siete meses (como contribución relativa en el % de la MS).....	14
Cuadro 4: Antecedentes nacionales de datos de implantación.....	27
Cuadro 5: Implantación y producción inicial de Lotus var. Ganador y var. Makú según método de siembra.....	34
Cuadro 6: Implantación según características del año.....	34
Cuadro 7: Fósforo (ppm) según P. Bray I según método de siembra a tres profundidades.....	36
Cuadro 8: Precipitaciones mensuales durante el experimento y promedio de 6 años y evapotranspiración promedio.....	42
Cuadro 9: Temperatura media mensual y anual en °C.....	43
Cuadro 10: Número de días con heladas meteorológicas (temp. ≤ 0°C sobre césped).....	44
Cuadro 11: Descripción de la aplicación de herbicidas.....	47
Cuadro 12: Descripción de fertilizaciones.....	48
Cuadro 13: Resumen de determinaciones a campo.....	52
Cuadro 14: Producción de MS/há a los 237 días de la siembra según densidad de siembra.....	60
Cuadro 15: Contribución del lotus en el mejoramiento expresado en % y Kg MS/há según método de siembra.....	62



Cuadro 16: Contribución del lotus en el mejoramiento expresado en % y Kg MS/há según control de la vegetación. ....	63
Cuadro 17: Contribución del lotus en el mejoramiento expresado en % y Kg MS/há según densidad de siembra. ....	64
Cuadro 18: Contribución de la vegetación natural (V.N.) en el mejoramiento expresado en % y Kg MS/há según método de siembra. ....	65
Cuadro 19: Contribución de la vegetación natural (V.N.) en el mejoramiento expresado en % y Kg MS/há según control de la vegetación. ....	65
Cuadro 20: Contribución de la vegetación natural (V.N.) en el mejoramiento expresado en % y Kg MS/há según densidad de siembra. ....	66
Cuadro 21: Resumen de MS/há, contribución en porcentaje del lotus y de la vegetación natural (V.N.).....	67
Cuadro 22: Resumen de contrastes de MS/há, contribución en porcentaje del lotus y de la vegetación natural (V.N.).....	68
Cuadro 23: Evolución del número de plantas de lotus según método de siembra .....	69
Cuadro 24: Evolución del número de plantas de lotus según control de la vegetación. ....	70
Cuadro 25: Evolución del número de plantas/m <sup>2</sup> de lotus según densidad de siembra.....	71
Cuadro 26: Evolución de la producción de materia seca según método de siembra.....	73
Cuadro 27: Evolución de la producción de materia seca según control de la vegetación .....	74
Cuadro 28: Evolución de la producción de materia seca según densidad de siembra.....	75
Cuadro 29: Resumen de contrastes de n° plantas de lotus/m <sup>2</sup> , producción de materia seca (Kg/há) y porcentaje de área ocupada por malezas.....	79

Figura 1: Precipitaciones mensuales promedio años 92 al 98 y 98-99 (período ensayo).....	43
Figura 2: Disposición espacial del ensayo.....	45
Figura 3: Detalle del abresurco y sistema de dosificación de semilla.....	46
Figura 4: Detalle del abresurco.....	46
Figura 5: Vista del mejoramiento en enero de 1999.....	53
Figura 6: Número de plantas de lotus/m <sup>2</sup> a los 143 días de la siembra según método de siembra.....	54
Figura 7: Número de plantas de lotus/m <sup>2</sup> a los 143 días de la siembra según control de la vegetación.....	56
Figura 8: Número de plantas de lotus/m <sup>2</sup> a los 143 días de la siembra según método de siembra y control de la vegetación.....	57
Figura 9: Número de plantas de lotus/m <sup>2</sup> a los 143 días de la siembra según densidad de siembra.....	58
Figura 10: Materia seca (Kg/há) a los 237 días de la siembra según control de la vegetación.....	59
Figura 11: Producción de MS/há a los 237 días de la siembra según control de la vegetación y densidad de siembra.....	61
Figura 12: Contribución del Lotus a los 237 días de la siembra según método de siembra, control de la vegetación y densidad de siembra.....	64
Figura 13: Contribución de la vegetación natural a los 237 días de la siembra según método de siembra, control de la vegetación y densidad de siembra.....	67
Figura 14: Número de plantas de lotus a los 378 días de la siembra según control de la vegetación.....	70
Figura 15: Materia seca (Kg/há) a los 378 días de la siembra según control de la vegetación.....	74
Figura 16: Producción de materia seca a los 378 días de la siembra según método de siembra y densidad de siembra.....	75
Figura 17: Producción de materia seca a los 378 días de la siembra según método de siembra y control de la vegetación.....	76

Figura 18: Porcentaje del área ocupada por malezas a los 378 días de la siembra según control de la vegetación .....77

## I. INTRODUCCION

El campo natural, principal recurso forrajero del país, no satisface ni los requerimientos de las producciones animales ni las exigencias económicas que contemplan los planes de desarrollo en marcha. Por eso una alternativa ineludible para complementar las pasturas nativas es, sin duda, contar en cada establecimiento con áreas de campo mejorado. Se trata de un método de mejora que resulta simple y económico cuando se lo compara con la instalación de praderas convencionales (Carámbula, 1996).

El mejoramiento de la oferta forrajera, tanto desde el punto de vista de la cantidad como de la calidad, indudablemente constituye hoy en día uno de los objetivos principales del desarrollo tecnológico dirigido a la producción ganadera en Uruguay y seguramente constituye también una de las alternativas de mayor impacto para el mejoramiento de la competitividad de mencionada producción (Indarte, 1997).

De esta manera, la utilización estratégica de los mejoramientos extensivos permitirá disminuir el grado de extensividad de las áreas ganaderas, a través de mejoras nutricionales que afectarán el comportamiento animal e incidirán en un todo sobre los sistemas de producción.

El experimento en que se desarrolló este trabajo de tesis forma parte de la línea de investigación del proyecto N° 34 de PRENADER, "Siembra Directa en producción forrajera, aplicada a Ganadería". Dicho experimento, tiene como hipótesis principales que la realización de la siembra con semilla y fertilización al surco permite lograr mejores respuestas en la implantación que siembras al voleo en mejoramientos extensivos y que con diferentes combinaciones de métodos de siembra y diferentes controles de la vegetación se puede disminuir la densidad de siembra sin dejar de obtener una buena implantación.

Entonces, el primer objetivo de este trabajo es comparar los niveles de implantación, establecimiento y producción de mejoramientos de *Lotus corniculatus*, realizados con dos métodos de siembra, diferentes controles previos de la vegetación y tres densidades de siembra.

El segundo objetivo consistió en determinar la evolución de los parámetros de persistencia y producción del mejoramiento, en el pasaje del primer al segundo año de instalado, según los diferentes tratamientos.

En lo referente a los métodos de siembra se evalúan la siembra directa y al voleo como posibles alternativas para la implantación de leguminosas. Con respecto al control previo de la vegetación a la siembra, se evalúa el efecto, tanto de la no-aplicación de herbicida, como el uso de glifosato y paraquat. Por último, se evalúan, tres densidades de siembra (7, 10 y 13 Kg/há), para poder detectar aquella que permita obtener la mejor relación costo/beneficio, y su posible interacción con los métodos de siembra y los diferentes controles de la vegetación.

Cabe resaltar que el ensayo fue realizado en un marco de condiciones productivas y totalmente a campo, dentro de un establecimiento agropecuario. Esto hace que si bien no se puede tener un control total de todas las variables, los resultados pueden ser más convincentes y aplicables.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1. MEJORAMIENTOS DE CAMPO

#### 2.1.1 Generalidades

A partir de la década del 50, en diversos países se desarrollaron trabajos tendientes a posibilitar el mejoramiento de pasturas por la inclusión de leguminosas en el tapiz de extensas áreas de suelos poco productivos (Charles, 1962; Smetham, 1979; Taylor y Templeton, 1981, citados por Risso, 1997).

El mejoramiento extensivo constituye una etapa intermedia entre la evolución lenta del campo, a través de los procesos de macollaje y resiembra natural, y la destrucción del tapiz con el establecimiento rápido de una pastura convencional. Por lo tanto, a través de un mejoramiento no se reemplaza la vegetación sino que solo se la modifica favorablemente (Carámbula, 1996).

Una pastura mejorada será el resultado más o menos estable de procesos de intensidad creciente, desde la simple fertilización de la pastura natural, pasando por fertilización y siembras de leguminosas y/o gramíneas sobre el tapiz con grados variables de remoción, hasta la sustitución de dicho tapiz por especies más productivas.(Milot et al., 1987).

Si bien es cierto que la tecnología aplicada en los mejoramientos extensivos puede no ser exitosa en todas las circunstancias, los resultados son lo suficientemente alentadores para sugerir que la misma debería extenderse en forma importante en el futuro en todo el país; presentándose junto con la suplementación como las vías más importantes para cubrir, en las épocas de carencia, las demandas nutritivas por parte de los animales (Carámbula ,1996).

Cabe destacar que, comparado con las pasturas convencionales, los mejoramientos extensivos permiten triplicar fácilmente la producción de forraje sin afectar el entorno natural provocando una distorsión menor sobre el equilibrio de las especies, existen menores posibilidades de avances de malezas (gramilla) y en los casos en que se pierde el mejoramiento la situación se presenta igual o superior al punto de partida (Carámbula, 1996).

Según García Préchac (\*), en referencia al engramillamiento, informaciones más recientes provenientes de experimentos realizados en el INTA verifican que en aquellos mejores mejoramientos (con más leguminosas), existe una invasión similar a praderas convencionales.

Los mejoramientos extensivos no pretenden sustituir a las pasturas naturales sino complementarlas. Se intenta incrementar la producción de forraje, corregir la estacionalidad y mejorar la calidad del tapiz nativo (Carámbula, 1996).

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.

Según Millot et al.(1987), en el caso de los mejoramientos extensivos, se enfatiza fundamentalmente el comportamiento de las leguminosas, ya que un factor primordial de los que limitan la expresión de nuestras pasturas naturales es el nitrógeno, elemento tradicionalmente muy costoso y de escasa residualidad por su fácil lixiviación del perfil, por lo que en general se evita su empleo. Se recurre entonces a la activación de su ciclo promoviendo la presencia de leguminosas naturales o introducidas, que transferirán, a través de exudados de raíces y restos en descomposición, el nitrógeno fijado simbioticamente.

Los mismos autores afirman que de esta manera se favorece una mejora en el rendimiento y calidad del tapiz en forma directa por la contribución del forraje de la leguminosa y en forma indirecta, al aumentarse la disponibilidad de nitrógeno para las gramíneas nativas, lo que posibilitará que las más productivas y exigentes se manifiesten.

Si bien a través del laboreo convencional se logra usualmente establecer gramíneas y leguminosas satisfactoriamente, el método es costoso, consume mucho tiempo y es ineficiente en términos de uso de la energía (Kunelius et al., 1982, citados por Caram et al.,1996). 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.

---

\* Fernando García Préchac (2000) – comunicación personal.

El mejoramiento será potencialmente exitoso siempre que se asegure que las etapas claves sean realizadas correctamente. Para ello el productor tendrá que tomar continuamente decisiones que van desde la elección del potrero hasta las categorías de ganado que destinará en cada estación del año a sus pasturas mejoradas (Carámbula, 1996).

Según el mismo autor generalmente se recomienda iniciar los mejoramientos en áreas fácilmente manejables de tamaño apropiado, para luego una vez resueltos los problemas y adquirida mayor experiencia, ampliar la superficie mejorada.

## 2.1.2 Implantación

### 2.1.2.1 Acondicionamiento del tapiz

Las condiciones ambientales que se presentan para la implantación de mejoramientos extensivos son muy diferentes a las que se registran cuando la siembra se realiza mediante laboreos convencionales intensivos. En este sentido, en los mejoramientos, principalmente en aquellos realizados en cobertura, la semilla se encuentra con un medio hostil con características limitantes que deben ser tenidas en cuenta en forma muy particular, a los efectos de favorecer una buena implantación (Bermúdez, 1992, citado por Carámbula, 1996).

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 de la semilla, lo que resulta en mayor evaporación y entonces condiciones desfavorables para la germinación (Dowling et al., 1971, citados por Caram et al., 1996).

Según Carámbula (1977), en primer término la falta de un buen contacto entre semilla y suelo provoca porcentajes bajos de instalación. Así mismo, las plántulas deben enfrentar un microambiente especial con características tales como: suelo compactado, lo que dificulta la penetración de las radículas; mineralización limitada de nutrientes, lo cual afecta el primer crecimiento de las plántulas; almacenamiento bajo de agua, por lo que la implantación depende en forma directa de las lluvias; presencia de cepas salvajes inefectivas, que pueden afectar la nodulación de las leguminosas introducidas y una gran competencia inmediata por parte de la vegetación existente.



Para la siembra sobre la vegetación es necesario la creación de “sitios seguros” para que la semilla tenga un buen contacto con el suelo y también reducir la capacidad de competencia de las especies nativas (Dowling, 1978; Campbell, 1985 citados por Berretta y Risso, 1998, citado por La Paz et al., 1996).

La ocurrencia de pequeños espacios, aberturas o huecos en la vegetación es fundamental para que la 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. 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).

Según el mismo autor, 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. También se sostiene que la quema o la aplicación de herbicidas son también agentes artificiales capaces de generar espacios en el tapiz.

#### 2.1.2.1.1 Pastoreo

Según Dowling, (1978) y Campbell, (1985), citados por Berretta y Risso, (1996), en el desarrollo de un mejoramiento es importante planear con anticipación su siembra, de manera de adecuar el manejo del pastoreo desde meses previos al otoño, ya que el mismo juega un importante papel.

Cuanto más pequeño es el nicho, más expuestas estarán la semilla y la plántula a ser dominadas por la velocidad del rebrote y la densidad creciente de la vegetación nativa. El ideal es lograr, por manejos previos, rebrotes débiles y de bajo valor competitivo. A estos efectos el campo debe ser pastoreado en forma intensa durante el verano, alternando algunos periodos de alivio para evitar que la vegetación se entreme (Ayala, et al., 1994).

Berretta y Risso (1996), concuerdan con lo antes mencionado y afirman que en general y de acuerdo con la condición del campo a mejorar, se deberán realizar pastoreos con cargas importantes para comer a fondo, permitiendo descansos no muy prolongados, para promover un agotamiento de las reservas. Por el contrario, pastoreos continuos y con dotaciones conservadoras, promoverán un tapiz denso y

cerrado que no favorecerá el contacto semilla – suelo. Una situación similar a esta ocurre cuando la vegetación dominante son especies de porte postrado, compuesta por plantas estoloníferas y arrosetadas que dejan escaso suelo desnudo, aún cuando la altura del tapiz se acercara a un centímetro.

Según Carámbula (1996), en tapices muy agresivos dominados por flechillas y espartillos (*Piptochaetium*, *Stipa*) es muy importante iniciar el acondicionamiento desde el invierno anterior a la siembra evitando la acumulación de forraje en primavera. Dicho pastoreo severo se continuará en verano a los efectos de abrir el tapiz. El pastoreo se podrá iniciar con vacunos que luego podrán ser reemplazados por lanares, una vez que la pastura ofrezca menores cantidades de forraje y sea difícilmente accesible a los primeros. Si se espera a último momento será imposible bajar la pastura y la instalación será deficiente, al menos que se recurra a tratamientos adicionales de quema o con herbicidas.

El pastoreo puede resultar también de mucha utilidad si se usa como complemento de otros métodos de acondicionamiento del tapiz. En tal sentido, este tratamiento facilita el pasaje de la maquinaria realizando laboreos superficiales y la siembra directa, así como permite una mayor eficiencia en la acción de los herbicidas (Carámbula, 1996).

Según Risso (1994), citado por Carámbula (1996), finalmente se debe expresar que no es imprescindible ni conveniente arrasar totalmente el tapiz, ya que la presencia de cierta altura de forraje y algunos restos secos protegen la germinación y las pequeñas plántulas en desarrollo.

Según Minutti, et al. (1996), se favoreció la implantación del *Lotus corniculatus* con un pastoreo intenso previo a la siembra en cobertura, tal como se expresa en el siguiente cuadro:

**Cuadro 1:** Porcentaje de implantación a 120 días de la siembra según tratamientos de pastoreo.

<b>Tratamiento del pastoreo</b>	<b>% de implantación del <i>L. Corniculatus</i></b>
Aliviado	15,26
Medio	33,94
Intenso	43,81

*Fuente: Minutti, et al. (1996).*

### 2.1.2.1.2 Quema

La quema del campo natural previo a la siembra ha demostrado ser un tratamiento efectivo para la implantación de los mejoramientos, habiéndose obtenido resultados positivos en Australia (Coaldrake y Russel, 1969), Gran Bretaña (Gardner, 1958; Jones, 1963) y Uruguay (Medero, et al. 1958), citados por Carámbula (1977).

Vallentine (1989), citado por Carámbula (1996), afirma que las ventajas de este método se observan fundamentalmente en aquellos casos en que una excesiva cantidad de forraje seco impedirá la instalación de las plántulas. Si el forraje seco se encuentra acumulado en manchones este método no resulta eficiente, siendo preferible que el material inflamable se presente extendido en la pastura de manera uniforme.

La semilla debería ser distribuida inmediatamente después que baje la temperatura de las cenizas y antes de que ocurran lluvias. En muchas oportunidades se recomienda el pasaje de rastras después de la siembra a los efectos de que la ceniza cubra mejor la semilla y se concrete una mejor cama de siembra (Carámbula, 1996).

Según el mismo autor, a pesar de que ha sido demostrado muchas veces que la quema bajo ciertas circunstancias presenta bondades destacables, básicamente cuando se llega al momento de la siembra por exceso de forraje, es evidente que su uso puede presentar serios inconvenientes de practicidad y manejo, y en particular problemas de promoción de malezas agresivas tales como cardilla (*Eryngium horridum*) y mio-mio (*Baccharis coridifolia*).

Finalmente, se puede afirmar que la quema es eficaz cuando el pastoreo no promueve un raleo adecuado. Sin embargo, White (1981), citado por Carámbula (1996), sostiene que una quema severa podría eliminar totalmente la cubierta vegetal, conduciendo a un porcentaje de implantación muy pobre.

White y Janson (1971), citados por Carámbula (1996), obtuvieron similares resultados a los anteriormente mencionados, concluyendo que la quema determinó muy bajos porcentajes de implantación.

### 2.1.2.1.3 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, citados por Minutti et al., 1996). Su éxito es dependiente del herbicida usado, la época de aplicación con relación a la siembra, la duración del control de la vegetación y la competencia de las malezas, por lo cual el control químico debe definirse para cada situación en particular.

Este método presenta una serie de ventajas: rápida eliminación parcial o total de la competencia existente (Carámbula, 1977); formación de un manto de residuos vegetales que incrementa la humedad relativa en la vecindad de la semilla, logrando así una más rápida imbibición (Sithamparanathan et al., 1986, citados por La Paz et al., 1994); disminución de los riesgos de erosión, mantenimiento de la estructura de los primeros centímetros de suelo, impidiendo su encostramiento y aumentando la infiltración del agua y también una disminución en los riesgos de daño por pisoteo (Baycé et al., 1984).

Sin embargo, según Carámbula (1996), este método puede provocar algunos inconvenientes que deben ser enfrentados por las pequeñas plántulas, ya que al ser destruida gran parte de la vegetación nativa, la población de insectos y fauna se concentra en las especies introducidas. Así mismo, se produce una deficiencia temporaria de nitrógeno, como consecuencia de la muerte y descomposición de un volumen amplio de raíces, lo que conduce a una gran competencia por parte de este nutriente con el consecuente debilitamiento de las gramíneas introducidas y de las leguminosas mal noduladas. Sobre este último punto, hoy se conoce que es solucionable mediante la utilización de un tiempo razonable de barbecho químico (García Préchac, 1999 – CD curso de siembra directa para egresados en Paysandú).

Según Baker et al. (1996), existen dos extremos en cuanto al control de la vegetación preexistente o no, antes de sembrar el mejoramiento. El primero es la completa erradicación de todas las especies preexistentes (generalmente usando herbicidas), dejando a las especies sembradas sin competencia y pudiendo así expresar el máximo potencial. Pero durante el período de establecimiento no se tiene forraje para la superficie sembrada por esa estación o año. El otro extremo es la no-supresión de la vegetación, donde la competencia del tapiz preexistente es máxima. Entre estos dos extremos está la eliminación con herbicida en la banda de siembra simultáneamente a la plantación, dando un compromiso entre la pérdida de rendimiento de especies preexistentes y la realización de un potencial rendimiento de las especies a introducir.

Risso (1992), afirma que cuando se aplica herbicida a una pastura con alta disponibilidad, los restos vegetales pueden ser muy abundantes impidiendo el contacto semilla suelo, así como también ser una fuente de enfermedades al entrar en descomposición, según Chapman y Fletcher (1985), citados por La Paz et al., (1994).

Según Carámbula (1996), el tapiz natural debe ser acondicionado con tratamientos intensos de debilitamiento (fundamentalmente pastoreo), reservando el uso de herbicidas para casos extremos de crecimiento de la vegetación, realizando las aplicaciones con productos que solo detengan el crecimiento del tapiz. De lo contrario se corre el riesgo de perder mucho forraje, ocasionar la muerte de especies perennes y promover la aparición de anuales invernales de escasa producción, así como favorecer un incremento de malezas.

Así mismo, al controlar los herbicidas momentáneamente la competencia o eliminarla totalmente, afectan la entrega inmediata de forraje, siendo este período de baja producción de distinta extensión de acuerdo con el herbicida aplicado y su dosis (Berretta, com. pers., citado por Carámbula, 1996). Por consiguiente entre la aplicación del herbicida y la oferta de forraje por parte de las especies introducidas se registra un déficit forrajero de diferente intensidad que dependerá también de la rapidez con que se recupere el tapiz natural y/o se establezca y crezca el mejoramiento).

Según Risso y Scavino (1978), citados por Minutti et al (1996), el uso de herbicidas es un método que posibilita el marchitamiento de la cubierta vegetal dejando un mantillo de restos secos que protegen a la semilla de la desecación y posteriormente a las plántulas de las bajas temperaturas.

Ferenczi et al., (1997), registraron que el análisis de los cambios en la composición botánica evidenció que el glifosato redujo la población de gramíneas nativas de ciclo estival, mientras que las especies de ciclo invernal tendieron a ser afectadas por ambos herbicidas (paraquat y glifosato). Otra consecuencia de la aplicación de dichos herbicidas fue el incremento de las malezas (Cuadro 2).

**Cuadro 2:** Presencia de gramíneas invernales y gramíneas estivales según tratamiento al final del verano del primer año del mejoramiento de *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens* y *Festuca arundinacea*, medidos en número de plantas por m<sup>2</sup>.

	Testigo	Glifosato 1 lt.	Glifosato 2 lts.	Glifosato 3 lts.	Paraquat 2,25 lts.
Gramíneas estivales	190	120	117	70	164
Gramíneas invernales	44	28	26	18	18

Fuente: Ferenczi et al. (1997).

El glifosato es un herbicida postemergente no selectivo, ampliamente utilizado 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. El glifosato es el herbicida más importante en los sistemas de siembra directa en todo el mundo. Su adecuado manejo, no solo en cuanto a la dosis de producto, es uno de los pilares en que se basa esta técnica (Martino, 1995).

El mismo autor asegura que la inmovilización del glifosato por el suelo y su alta velocidad de descomposición, evita la presencia de sus residuos en aguas y productos vegetales. Además su baja toxicidad para mamíferos, sumada a otras características del herbicida, hacen que sea un agroquímico muy seguro desde el punto de vista ambiental.

Según Ferenczi et al.(1997), el glifosato en dosis moderadas y altas produce una depresión importante de la vegetación natural, traduciéndose esto en mayores rendimientos de las especies introducidas. Por otro lado esta situación produce grandes cambios en el tapiz que se recupera luego de terminado el ciclo del cultivo.

Boerboon et al., (1990) citado por Martino (1997), afirman que si bien no se conoce la existencia natural de resistencia al glifosato en las plantas, algunas especies exhiben tolerancia a altas dosis del herbicida, como por ejemplo algunas leguminosas.

Sobre este punto, Martino (1997) señala que todas las especies de plantas son susceptibles al glifosato, sin haberse reportado ningún caso de resistencia. Sin embargo, varían en el grado de tolerancia a este herbicida, a través de diferentes

mecanismos y de su estado fenológico. A su vez, remarca que otra limitante del glifosato es su falta de residualidad. Cuando el producto se aplica uno o dos meses previos a la siembra, no se evita el desarrollo posterior de malezas.

Fernandez y Villalba (\*), afirman que el glifosato cuenta con la ventaja adicional que independientemente de las dosis aplicadas no presenta residualidad por ser rápidamente inactivado al tomar contacto con el suelo y por ende no existe peligro de la ocurrencia de efectos fitotóxicos en el cultivo, aún cuando se siembre inmediatamente.

Según Valenti (1997), las siembras sobre campo natural con aplicaciones de glifosato determinan alteraciones profundas en la composición botánica del tapiz, desde importantes enmalezamientos (senecio, cardilla, cardos, etc.) hasta dominancia de gramíneas anuales, fundamentalmente raigrás.

El paraquat es un herbicida desecante que mata gramíneas anuales y controla gramíneas y leguminosas perennes. Produce un quemado rápido. Se inactiva en contacto con el suelo, pero permanece activo en adhesión con materia orgánica (Carámbula, 1996).

Se observa que cierta altura del forraje remanente o incluso los restos secos de la vegetación, luego de la aplicación del herbicida (paraquat), favorecen un mayor número de plántulas, al disminuir la desecación de la semilla y proteger las plántulas de fríos intensos en los primeros estadios, sin significar problemas de competencia (Dowling et al., 1971; Baker, 1985; citado por Risso y Berretta, 1995).

En lo que refiere a toxicología el glifosato presenta escasa toxicidad. Con respecto al paraquat, según la FAIRS (Florida Agricultural Information Retrieval System, 1998), particularmente en forma concentrada, causa lesiones a los tejidos con los que entra en contacto. Deja la piel de las manos secas y fisuradas, a veces resultando en pérdida de uñas. Un contacto prolongado con la piel podría causar ampollamiento y ulceramiento; si esto llevara a la absorción en suficientes dosis causa envenenamiento sistémico. Inhalación prolongada del spray de la pulverizadora puede causar sangrado nasal. Contaminación de ojos causa una severa conjuntivitis y en ocasiones dilatación y permanente opacamiento corneal. Cuando se lo ingesta a determinadas dosis el paraquat puede tener efecto mortal.

---

\* Griselda Fernandez y Juana Villalba (1998) – comunicación personal

Moshier y Penner (1978), citados por Ferenczi et al.(1997), 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), citados por Ferenczi et al.(1997), utilizando los mismos herbicidas no descartan esta posibilidad.

Coincidiendo con lo anterior, 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, tales como ácido acético, taninos o compuestos fenólicos (efectos alelopáticos). El efecto puede ser transitorio o tener residualidad, en cuyo caso puede afectarse la resiembra del mejoramiento (Davies y Davies 1981, citado por Ferenczi et al. 1997).

Según Davies y Davies (1981), citados por Ferenczi et al. (1997), 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 en 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.

Según Marchesi et al. (1997), citado por Ferenczi et al. (1997), la implantación de lotus sembrado en cobertura tuvo respuesta al control de la vegetación en mayor grado por los tratamientos con glifosato que con paraquat.

Martino (1997), observó que se produce un aflojamiento de la superficie del suelo luego de aplicaciones de glifosato sobre tapices de especies estoloníferas como la gramilla. Según la hipótesis más aceptada, ello se debería a la descomposición de los tejidos subterráneos de las plantas muertas por el herbicida, lo cual generaría una estructura con alta proporción de poros. Este fenómeno sería una forma de laboreo biológico.

Según Amarante et al. (1996), citado por García Prechac et al. (1998), para la instalación de leguminosas tanto en cobertura como en siembra directa en líneas, no ha sido clara la respuesta al control de la vegetación natural sobre suelos de cristalinos. Algunos resultados preliminares de Formoso et al. (1996), mostraron alguna tendencia a respuesta al uso de un herbicida desecante en lotus y trébol rojo pero no en trébol blanco sobre suelos de Cristalino.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS



INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS  
INIA  
CALLE 14 DE ABRIL 1000  
MONTEVIDEO, URUGUAY



Ferenczi et al. (1997), en un experimento de lotus corniculatus y trífolium repens, encontraron que los diferentes controles de la vegetación (glifosato, paraquat y testigo), no afectaron la implantación a los 110 días de ambas especies. La producción de materia seca (MS) del campo natural del primer año disminuyó con los tratamientos con herbicida, en mayor grado con el glifosato (Cuadro 3). Sin embargo el mayor control de la vegetación aumentó el aporte de lotus corniculatus con la siguiente mejora de la calidad de la oferta forrajera.

**Cuadro 3:** Efecto del control de la vegetación sobre la composición relativa de la producción de forraje a los siete meses (como contribución relativa en el % de la MS).

	<b>Glifosato</b>	<b>Paraquat</b>	<b>Testigo</b>
Campo natural	60,35	71,42	81,69
Lotus corniculatus	24,78	13,58	12,10

*Fuente: Ferenczi et al. (1997)*

Con relación al Lotus, fue el glifosato el herbicida que determinó incrementos 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.

En mejoramientos extensivos realizados en la región este del país, Ayala y Carámbula (1996), citados por Ferenczi et al. (1997) determinaron que mientras en los tratamientos de acondicionamiento del tapiz con glifosato (Roundup, 2,5 lts./há.), se afectan las especies productivas sustituyéndolas por gramíneas invernales de escasa producción y malezas enanas, los tratamientos con paraquat (Gramoxone, 2,5 lts./há.) detienen el crecimiento por un período prudencial sin afectar la composición florística del tapiz. Estos autores sostienen que se debe evitar que el herbicida mate a las gramíneas perennes, lo que provocaría disminución de la producción y desequilibrios en la pastura.

Carámbula et al. (1994), observaron un comportamiento diferente de las leguminosas y gramíneas. Destacan 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.

### 2.1.2.2 Acondicionamiento de la semilla

La inoculación consiste en mezclar con la semilla un producto que contiene una concentración adecuada de rizobios especialmente seleccionados por su capacidad para utilizar el nitrógeno del aire (Plan Agropecuario, 1987).

En los mejoramientos de campo el establecimiento satisfactorio de las leguminosas depende, básicamente, de una nodulación efectiva a través de su bacteria específica *Rhizobium*, quien realiza la utilización del nitrógeno libre de la atmósfera. La relación entre el rizobio (dador de nitrógeno) y la leguminosa (huésped) que determina si una simbiosis es efectiva o no, es altamente específica y puede solamente ser considerada teniendo en cuenta los dos componentes de esta asociación y los factores que interactúan con ellos (Carámbula, 1996).

Suckling, (1966); Campbell, (1968); Langer, (1981) y Newbould et al., (1982), citados por La Paz et al. (1994), coinciden en que es ampliamente conocida la necesidad de una buena y efectiva nodulación de las leguminosas por parte de las bacterias específicas (*rhizobium*) para lograr un establecimiento y producción adecuada.

Carámbula (1996), afirma que cualquier demora en la germinación hace crítica la situación y muchas veces la mortalidad de población introducida por el inoculante es total, no sobreviviendo ningún núcleo de bacterias capaces de colonizar la rizósfera cuando emerge la radícula. Este suceso se conoce como “falla de inoculación” y muchos fracasos de implantación de los mejoramientos son debidos al mismo, debiéndose tener en cuenta que las probabilidades de fracaso en la nodulación son mayores en las coberturas que en siembras directas y siembras convencionales.

Entre los nutrientes que afectan en forma notable el proceso simbiótico, el fósforo ocupa un lugar de primerísima jerarquía ya que constituye un elemento indispensable tanto en las etapas en que el rizobio se encuentra libre en el suelo, como en la semilla inoculada y sembrada (Carámbula, 1996).

Las condiciones de humedad y fertilidad son muy importantes para alcanzar un proceso eficiente de simbiosis. Cuando la inoculación ha sido realizada con el agregado de alguna sustancia adherente y luego peleteada con una sustancia secante, se registran resultados muy favorables, al ofrecerse un hábitat muy apropiado para la vida del rizobio (Carámbula, 1996).

El peleteado asegura la sobrevivencia del inoculo creándole un medio ambiente adecuado. Además cabe agregar que protege la semilla contra la desecación provocada por el viento y el sol, cuando la semilla está en contacto con fertilizantes de pH extremos y contra el ataque de la hormiga. El ataque de estos insectos puede causar ciertos inconvenientes, ya que en Australia ha sido demostrado que podrían llegar a remover el 90 % de la semilla y amontonarla en los hormigueros en un período de tan solo dos días (Carámbula, 1977).

El robo de las semillas por parte de hormigas puede ser reducido en forma apreciable mediante el uso de insecticidas que no afecten el rizobio (Champ y Siller, 1961; Campbell, 1966; citados por Caram et al., 1996), pero la forma más eficiente de controlarlo es a través del peleteado. No obstante, este método pierde eficacia cuando las lluvias alcanzan a lavar al pelet y exponen a las semillas a ser removidas por estos insectos.

La siembra de la semilla inoculada pero no peleteada puede resultar en serios fracasos ya que durante el período comprendido entre la inoculación y la germinación, el rizobio puede estar expuesto a numerosas condiciones desfavorables para su supervivencia (Carámbula, 1996).

### 2.1.2.3 Época de siembra

La época de siembra de los mejoramientos de campo es más crítica que la de las siembras convencionales. Las mejores condiciones para este tipo de siembras se logran cuando el medio ambiente asegura temperaturas adecuadas y las mayores probabilidades de disponer de un balance apropiado entre la humedad dada por lluvias, rocios y neblinas, y la evapotranspiración (Carámbula, 1996).

La siembra debe realizarse en suelos tibios y húmedos después de lluvias efectivas de principios de otoño. Las instalaciones otoñales realizadas muy temprano tienen el inconveniente de que las plántulas deben competir con un tapiz estival en activo crecimiento, hecho al que se suman posibles riesgos 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 estas bajas temperaturas. A ello debe agregarse los registros de muertes de plántulas por congelamiento a causa de las heladas, muy especialmente cuando estas ocurren en forma numerosa y continua (Ayala et al., 1994).

Olmos (1991), concluye que a través de los años no hay una secuencia verano-otoño que se repita, por lo tanto se hace difícil predecir una fecha de siembra adecuada, y solo es posible manejarse con posibilidades de ocurrencia de los eventos.

En las distintas regiones del país, la época de siembra más adecuada sería en otoño, desde abril hasta fines de mayo. En este período las probabilidades de precipitaciones adecuadas son relativamente altas, que con una evapotranspiración media, resulta en una buena humedad del suelo; temperaturas aún no muy bajas facilitan la germinación y el desarrollo inicial de las plántulas (Risso, 1991; Olmos, 1994; Carámbula y Ayala, 1995; citados por Risso y Berretta, 1997).

Cuando se atrasa la época de siembra, disminuye en forma evidente las ventajas logradas por manejos adecuados de acondicionamiento del tapiz. En este sentido, mientras tapices abiertos en épocas tempranas favorecen una rápida instalación, la misma situación en épocas tardías resulta desfavorable al dejar demasiado expuestas las plántulas a bajas temperaturas (Carámbula et al., 1994).

Tradicionalmente, cuando se renuevan pasturas por laboreo en el hemisferio sur, otoño es la época preferida de siembra, porque las malezas son más fácilmente controladas que en primavera y post-laboreo los niveles de humedad del suelo son probablemente más seguros en invierno relativamente suaves, que en periodos muy calurosos de verano. Con siembra directa, la viabilidad de herbicidas y la no-remoción de suelos (remoción elimina la dormancia de las malezas), eliminan las desventajas de las siembras en primavera. Además, la conservación de la humedad con siembra directa reduce el riesgo de las nuevas pasturas en veranos secos. De todas maneras en países del hemisferio sur se siembran pasturas mayoritariamente en otoño (Baker et al., 1996).

En algunas circunstancias se ha considerado que la siembra podría realizarse en primavera. Si bien es cierto que en esta época los registros de humedad y temperatura favorecen el crecimiento de las especies introducidas, también es cierto que las plántulas deberán enfrentar una agresividad cada vez mayor por parte del tapiz natural y la posibilidad que se deban soportar periodos de sequía con sistemas radiculares poco desarrollados. Así mismo, se verá muy restringida la productividad al primer año dada la importancia de que las especies, tanto anuales como perennes, semillen abundantemente para asegurar una adecuada resiembra natural. (Carámbula, 1996).

Según Sangakkara et al. (1982), citados por Carámbula (1996), aún en Nueva Zelanda, donde las condiciones para las siembras primaverales podrían ser más adecuadas, el 83 % de los productores implantan las pasturas en otoño.

#### 2.1.2.4 Densidad de siembra

La densidad de siembra de los mejoramientos de campo debe proveer cantidades adecuadas de semilla que aseguren poblaciones adecuadas de plantas. Este aspecto adquiere singular importancia particularmente en el año de instalación, cuando una correcta abundancia y distribución de las especies afectan en forma notable la productividad inmediata y la estabilidad futura del mejoramiento (Carámbula, 1996).

Teniendo en cuenta que la introducción de especies en el tapiz natural se hace en condiciones poco favorables para la germinación, emergencia y establecimiento, el manejo de la densidad puede resultar fundamental en la vida de un mejoramiento (Risso y Berretta, 1997).

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 Píerez, 1987)

Los conocimientos actuales permiten recomendar densidades de siembras apropiadas para las diferentes leguminosas utilizadas, que en general son mayores que las utilizadas en pasturas cultivadas (Risso, 1990; Olmos, 1994; Risso y Berretta, 1995; citados por Risso y Berretta, 1997).

Según Carámbula (1996), las densidades de siembra deberían ser siempre ajustadas de acuerdo a las condiciones de la sementera. Así, se deberá aumentar la densidad en suelos pobres, tapices densos y coberturas al voleo. Cabe destacar que cuando se siembran mezclas forrajeras de leguminosas o de gramíneas y leguminosas se deberá disminuir las densidades de cada especie en porcentajes no superiores al 25-35 % y de acuerdo con la complejidad de la mezcla.

El mismo autor, indica que la densidad de siembra para *lotus corniculatus* puro, al voleo y en cobertura, es de 10 a 12 Kg/Há.

## 2.1.2.5 Fertilización

### 2.1.2.5.1. Fósforo

De nada sirve el mejor acondicionamiento del tapiz ni el método más apropiado de siembra, ni las densidades más adecuadas, si el nivel nutritivo del suelo es incorrecto (Carámbula, 1996).

Mientras en los sistemas pasturas-cultivos existen etapas de la mineralización de la materia orgánica, en las que debido al laboreo se liberan cantidades apreciables de nutrientes, esto no sucede en las pasturas naturales donde la incorporación de la materia orgánica se procesa lentamente a través del reciclaje mediante la descomposición de los restos secos de las plantas y de las deyecciones de los animales (Zamalvide, com. pers. citado por Carámbula, 1996). Este hecho constituye una limitante para la implantación de nuevas especies, por lo que se deberá tener en cuenta como principal objetivo dar solución a la escasa disponibilidad de nutrientes.

En general para las leguminosas, los niveles de fósforo que poseen los suelos del Uruguay no son los adecuados para la implantación y crecimiento de estas especies. En función de esto, es necesario aumentar los niveles de fósforo en el suelo como condición indispensable para lograr que las leguminosas puedan establecerse y a su vez alcanzar su potencial de rendimiento (Carámbula, 1977).

En cuanto a la fertilización inicial con fósforo, se dispone de información para diversas situaciones, tanto de suelo como de las leguminosas empleadas. Por otra parte, consistentemente se destaca la relevancia de la fertilización anual en la manifestación productiva del mejoramiento (Risso, 1991; Risso y Morón, 1993; Bemhaja, 1995; Carámbula y Ayala, 1995; Olmos, 1995; Risso y Berretta, 1995; citados por Risso y Berretta, 1997).

Las respuestas a la fertilización fosfatada inicial son mayores en siembras tempranas, por lo que altas dosis en siembras tardías no revierten la situación y resultan ineficientes y por lo tanto antieconómicas (Ayala et al., 1994).

La fertilización fosfatada afecta más el crecimiento inicial (peso de plántulas) que la población alcanzada durante el período de implantación (Santiñaque, F., com. pers., citado por Carámbula, 1996).

La información obtenida por distintos investigadores en Uruguay demuestra que no necesariamente las fertilizaciones iniciales con fósforo deben ser altas. Por otra parte, se ha demostrado que los efectos residuales de las mismas son bajos, lo cual afirma la imperiosa necesidad de programar refertilizaciones adecuadas si se pretende mantener las leguminosas en el tapiz (Zamalvide, com. pers. citado por Carámbula, 1996).

Según Bordoli (\*) información experimental sobre niveles críticos de P Bray I en suelo indica que el nivel crítico para el género lotus es de 8-10 ppm.

En general, se puede sugerir que para la aplicación de fósforo, los niveles iniciales para el género Lotus no deberían ser superiores a 40 unidades de  $P_2O_5$ /há. con refertilizaciones anuales de 30 unidades de  $P_2O_5$ /Há. (Carámbula, 1996).

La información experimental demuestra que los aumentos de rendimiento como respuesta a varias dosis de fósforo aplicadas por distintas fuentes osciló en mínimos de 11-25 % para suelos superficiales y/o arenosos a máximos de 50-90 % para algunos suelos profundos y más o menos pesados de las unidades Alférez, Vergara, Fraile Muerto y La Carolina (Carámbula, 1977).

Según Caradus (1980), citado por Carámbula (1996), el establecimiento de las leguminosas se ve notablemente favorecido por la fertilización fosfatada. Sin embargo, parece bien claro que existen diferencias importantes entre especies. Así, el género Lotus muestra una gran eficiencia en la utilización de este nutriente aún a bajas concentraciones, el trébol requiere una disponibilidad más alta. No obstante, Carámbula et al. (1994b) observaron que las respuestas mayores para ambas leguminosas fueron registradas cuando la fertilización inicial pasó de 30 a 60 Kg/Há de  $P_2O_5$ .

El mismo autor, afirma que si bien las especies de lotus son menos exigentes en fósforo, su desarrollo radicular se vería de todas maneras acelerado por cantidades adecuadas de este nutriente, lo cual permitiría a sus plántulas sobrellevar su lento crecimiento.

Según Berretta y Risso (1997), en especies del género lotus, niveles iniciales de 30 a 40 unidades de  $P_2O_5$  por hectárea y aplicaciones anuales de 30 unidades de  $P_2O_5$  por hectárea posibilitan un buen comportamiento productivo del mejoramiento.

---

\* Martín Bordoli (2000) – comunicación personal.

Morón (1984), citado por Asuaga (1994), encontró una baja respuesta a la fertilización fosfatada de *Lotus corniculatus*, comparando con trébol blanco, trébol rojo y alfalfa.

Con relación al lotus “San Gabriel” y “El Rincón”, si bien se han observado respuestas interesantes aún a 120 unidades, es posible trabajar con niveles más conservadores logrando un buen establecimiento y persistencia (Risso y Berretta, 1995).

Las diferencias en los sistemas radicales darían a las gramíneas una gran ventaja competitiva sobre las leguminosas en la absorción de agua y nutrientes, especialmente nutrientes poco móviles como el fósforo. Para éste es muy importante la cantidad que se encuentra cerca de la raíz (Evans, 1977 citado por Caram et al.).

En la instalación de las siembras en el tapiz se hacen menores los procesos de fijación e inmovilización al encontrarse el fósforo concentrado superficialmente. Estas condiciones favorecen el crecimiento inicial de las leguminosas, tanto en las siembras como en las resiembras naturales, aspecto que resulta fundamental para lograr implantaciones exitosas. Sin embargo, estas ventajas que se dan a las plántulas no se repiten en plantas adultas, dado que la disponibilidad de fósforo declina rápidamente hacia los horizontes inferiores (Carámbula, 1996).

Morón y Perez (1981), citados por Ferenczi et al.(1997), 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 de pasturas, podrían no ser efectivas.

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 citado por Acuña, 1993, citado por Ferenczi et al, 1997).



#### 2.1.2.5.2. Nitrógeno

Vallis (1978), citado por Caram et al. (1996), sostiene que existe mucha controversia sobre el tema de la aplicación de este nutriente en la implantación de leguminosas. Por ejemplo Kimm (1981), destaca que una fertilización nitrogenada disminuye las posibilidades de éxito del mejoramiento. Esto se debe que el nitrógeno favorece al tapiz natural que está desarrollado y en condiciones de hacer un mejor aprovechamiento del nutriente que las leguminosas, aumentando su vigor y agresividad.

Caram et al. (1996), concluyeron que el principal factor limitante para la implantación de leguminosas sobre el tapiz natural, una vez que se ha superado la limitante fósforo, es la disponibilidad de nitrógeno.

Según Vallis (1978), citado por Carámbula (1996), la aplicación de dosis moderadas de nitrógeno para favorecer la implantación de las leguminosas tiene un efecto a través de un mayor crecimiento inicial de las radículas, lo cual promovería la presencia de un mayor número de sitios disponibles para la nodulación.

Coincidiendo con lo antes mencionado, Hallsworth (1958), citado por Carámbula (1996), sugirió que la aplicación de cantidades pequeñas de nitrógeno en la siembra favorece a las leguminosas a través de un aumento en el área foliar, lo cual promueve a su vez un incremento en la cantidad de metabolitos hacia los nódulos. Como consecuencia se registraría una mayor nodulación y secreción de nitrógeno, sin que el proceso de simbiosis sea afectado adversamente.

Según Carámbula (1996), la presencia libre de este nutriente libre resultaría también beneficiosa para que las leguminosas enfrenten una posible deficiencia del mismo como consecuencia de retrasos en el proceso de nodulación temprana por bajas temperaturas o baja población de rizobios por semilla.

Sin embargo la aplicación de dosis altas de nitrógeno podría afectar la implantación de leguminosas al interferir en el proceso de nodulación y promover un mayor efecto competitivo por parte de las gramíneas presentes en el tapiz. En este sentido, dosis mayores a 40 unidades de nitrógeno por hectárea pueden tener efectos depresivos para las leguminosas (Carámbula, 1996).

Según el mismo autor, datos obtenidos por Santiñaque (com. pers.), sugieren que la falta de este elemento podría ser una restricción importante en las siembras en

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

Kunelius (1974), citado por Caram, et al.(1996), desarrolló un experimento en el que evaluó la nodulación y el crecimiento de lotus en siembras en cobertura. Cuando hubo control de malezas por medio de herbicidas la nodulación fue deprimida con el agregado de 25 Kg. de N/Há.. Sin embargo, cuando no hubo control de malezas, la nodulación y fijación de nitrógeno fueron promovidas por el agregado de 25 Kg de N/Há.. La respuesta de la leguminosa a la fertilización nitrogenada puede ser reflejada por un efecto negativo, neutro, o positivo sobre la nodulación (Lee y Smith, 1972, citado por Hojjatti ,1978, citado por Caram, et al., 1996).

Roberts (1960), citado por Bentancor y García (1991), concluyó que en siembras en tapices dominados por gramíneas, el uso de nitrógeno debe ser retasado hasta que las plántulas estén lo 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 interacciona con el fósforo y en este sentido Olson y Dreier (1956), citados por Ferenczi et al. (1997), encontraron que el fertilizante nitrogenado aumentó el uso del fertilizante fosfatado en un 50 %.

Según Melgar (1998), el efecto del nitrógeno en los llamados fertilizantes arrancadores es fundamental por levantar los niveles de nitrógeno disponible iniciales, bajos de por sí, en especial en siembra directa y porque el efecto del nitrógeno acompañante en fertilizantes mezcla, conduce a una mayor absorción del fósforo. Este efecto ha sido atribuido al poder acidificante del amonio que aumenta la solubilidad del fosfato dicálcico del fertilizante en la zona de la rizósfera. Este efecto no se observaría si se agregaran por separado el nitrógeno y el fósforo.

Por último, dado que en los mejoramientos el nitrógeno es ubicado superficialmente, su eficiencia sobre el crecimiento de las plántulas puede perderse, al menos en parte, no solamente debido al lavado por lluvias sino también a volatilización en forma de amoniaco por la ocurrencia de altas temperaturas y rocíos. En este sentido, el nitrógeno cedido por las leguminosas se presentaría como más eficiente al ser más independiente de las condiciones ambientales que el agregado en forma de fertilizante (Carámbula, 1996).

### 2.1.2.6. Germinación, Emergencia, Establecimiento y Persistencia.

La germinación comprende en las leguminosas la aparición de la radícula (Carámbula, 1977).

El proceso de germinación puede considerarse como completo cuando el largo de la radícula excede al diámetro menor de la semilla (Mc. Williams, Clements y Dowling, 1970, citados por Caram et al., 1996).

La germinación es el momento más difícil en la implantación y la mayor limitante hacia coberturas exitosas, lo constituyen las bajas poblaciones de plántulas que sobreviven en este período (Ayala et al., 1994).

La humedad disponible es seguramente el factor más dominante en todo el proceso de germinación y emergencia ya que la semilla deberá embeberse, germinar e introducir la radícula en el suelo, para comenzar luego el crecimiento radicular y aéreo, en un ambiente poco favorable cuando se trata de siembras en cobertura (Risso, 1994 citado por Caram et al., 1996).

La habilidad diferencial de las especies de germinar bajo potenciales hídricos por debajo de la capacidad de campo es un hecho relevante para el éxito en el establecimiento de siembras en cobertura (Campbell, 1968; citado por Mc. Williams y Dowling, 1970; citado por Minutti et al., 1996). Los mismos autores encontraron diferencias significativas entre especies en la habilidad para germinar bajo circunstancias de estrés hídrico, para completar la penetración radicular y establecerse bajo condiciones de campo.

Las leguminosas absorben agua más rápidamente que las gramíneas, alcanzan alto contenido de humedad antes de la germinación y por lo tanto, tienen una mayor tasa de germinación. Esto quizá no se deba a diferencias en la permeabilidad de la semilla, sino al mayor tamaño y absorción de los embriones de las leguminosas, con respecto al endosperma mayoritario de las gramíneas (Shilles, 1948; citado por Castrillón y Pirez, 1987), y el efecto de la presencia de una capa de células que actúan como un tejido esponjoso dentro de la testa en las semillas de leguminosas (Mc. Williams et al., 1970; citados por Minutti et al., 1996).

Otra dificultad importante para la implantación de leguminosas, es cuando se introducen en campos de tapiz denso, donde existe una trama cerrada de raíces en los primeros centímetros del suelo, que dificulta la penetración de las radículas

(Rhodes, 1968, Carámbula, 1977, citados por García y Lopez, 1985). La fase de germinación es más crítica que la fase de establecimiento. A causa de que las radículas de las leguminosas tienen mayor dificultad para penetrar el suelo, realizan más lentamente este proceso y por lo tanto están más sujetas a pérdidas por desecación y fauna del suelo (Campbell y Dowling, 1970, citados por Caram et al., 1996).

Una vez que la semilla ha germinado, la radícula debe entrar en el suelo y hacer contacto con un suministro más permanente de humedad bajo la superficie (Minutti et al., 1996).

Tanto en gramíneas como en leguminosas, el consumo de nutrientes comienza a los pocos días de la germinación, antes de que las reservas sean agotadas completamente (Mc. Williams et al., 1970; citado por Minutti et al., 1996).

Un factor importante es el hecho de que las especies de leguminosas utilizadas para mejoras extensivas de campo, poseen semillas de pequeño tamaño y por lo tanto menor área cotiledonal que semillas grandes. Es esta característica y no el mayor peso, lo que explica la mayor tasa de crecimiento a través de la mayor eficiencia fotosintética de estas últimas (Mc. Williams et al., 1970, citado por Minutti et al., 1996).

Sobre este punto Stanton (1984), citado por Carámbula (1996), afirma que el tamaño o peso individual de la semilla tiene efectos muy importantes sobre el comportamiento de sus plántulas, habiéndose demostrado ventajas de las semillas grandes sobre las chicas, de tal manera que el crecimiento de las plántulas es directamente proporcional al peso de las semillas.

Evers (1995), afirma que para pequeñas semillas de leguminosas u otras de similar tamaño, más de 0,5 cm de profundidad de siembra comienza a ser excesivo.

Es relativa, y en casos cuestionables, la comparación de diferentes resultados de establecimiento provenientes de varias fuentes, pues incluyen diferentes climas, estaciones de crecimiento, tipos de pasturas, especies sembradas, niveles de fertilidad del suelo y prácticas de manejo, e incluso diferencias en cuanto a la definición de que consiste una plántula establecida (Chapman y Fletcher, 1985, citados por Alvez y Treglia, 1997). Pese a esto, se presenta en el cuadro 4 resultados de implantación de *Lotus corniculatus*.

El establecimiento puede ser biológicamente definido como la secuencia de germinación de la semilla y desarrollo de la plántula, que permiten la persistencia de las especies introducidas en el largo plazo (Minutti et al., 1996).

Dowling et al., (1971), citado por Caram et al. (1996), consideraron a una plántula como establecida una vez que ha emitido su primer hoja verdadera.

Según Chapman et al. (1995), citado por La Paz et al.,(1994), una mejor definición de establecimiento estaría basada en criterios morfológicos (macollaje o aparición de estolones), que puede eliminar confusiones provenientes de efectos de estación, fertilidad, etc., y dar una mejor aproximación a la verdadera etapa fisiológica de la plántula.

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 (Dowling et al., 1971, citado por Caram et al. 1996).

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; Dowling et al., 1971, citado por Caram et al. 1996).

El proceso de establecimiento de la plántula es probablemente el momento más difícil de una forrajera. Silverstown y Dickie (1981), citado por Carámbula, (1996) han demostrado que en las primeras etapas de desarrollo se registra una gran mortandad de plántulas, pudiendo alcanzar bajo malas condiciones 90 % o más.

De acuerdo con Carámbula et al. (1994b), la citada mortandad de plántulas, que se registra en las primeras etapas del desarrollo de un mejoramiento, se produce a consecuencia de la acción de varias causas, entre las que deben citarse como importantes la desecación del suelo y la competencia por parte del tapiz nativo establecido, así como la depredación (principalmente hormigas) y la ocurrencia de enfermedades y plagas,. Existen también otros factores bióticos que pueden afectar el comportamiento en la germinación y el desarrollo de las plántulas. Entre otros deben considerarse la presencia de microorganismos, sustancias alelopáticas y secreciones radiculares.

**Cuadro 4:** Antecedentes nacionales de datos de implantación (Alvez y Treglia, 1997).

Año	Días al conteo	Referencias	Nº plantas/ m <sup>2</sup> Lotus corniculatus
1984	75	Risso y Morón, 1990	11
1985	60	Risso y Morón, 1990	30
1985	60	Risso y Morón, 1990	35
1988	120	Risso et al., 1990	400
1988 (1)	120	Risso et al., 1990	620
1989	120	Risso et al., 1990	69
1989	120	Risso et al., 1990	76
1989	90	Bentancor y García, 1991	1,8
1989	90	Bentancor y García, 1991	1,4
1989	90	Bentancor y García, 1991	1,0
1989	90	Bologna y Hill, 1993	16,4
1989	90	Bologna y Hill, 1993	32,2
1994	120	Minutti, Rucks, Silveira, 1996	31
1992	120	Methol y Solari, 1994	142

(1) Los datos presentados por los mismos autores en los mismos años, corresponden a distintas fechas de siembra o bien a distintos sitios.

Carámbula (1996), afirma que la población de plántulas da una idea de la salud del mejoramiento extensivo, ya que un número suficiente de individuos por unidad de superficie determinará las posibilidades de éxito, no solo para lograr una adecuada producción de materia seca, sino para asegurar a la vez la persistencia productiva. No obstante, no alcanza con que exista una población adecuada de plántulas, sino que es importante también que éstas dispongan de microambientes apropiados para su desarrollo por control de la agresividad del tapiz y aporte de fósforo.

Por último, los porcentajes de establecimiento 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 aumente la población de semillas en el suelo (Carámbula, 1977). Según el mismo autor (1991), este aspecto debe ser considerado con especial atención, ya que en muchas zonas la resiembra natural y la persistencia de las especies puede llegar a ser un carácter más importante que la disponibilidad de altos rendimientos de forraje.

Desde el punto de vista agronómico, el concepto de persistencia en los mejoramientos involucra el criterio de constancia de rendimientos dentro de un equilibrio dinámico de balance entre la pastura natural y las especies introducidas (Carámbula, 1996).

El mismo autor (1996), considera persistencia como el mantenimiento de una población adecuada de plantas que sean capaces de cubrir las exigencias de producción de materia seca, especialmente en épocas críticas.

Carámbula (1996), cita a la interfase planta – animal, la implantación, el manejo del pastoreo, el proceso de simbiosis, la ocurrencia de enfermedades y plagas y la refertilización como los principales factores que afectan la persistencia y estabilidad del mejoramiento.

Según Millot et al. (1987), luego del segundo año del mejoramiento, la posible desaparición o escasa contribución de las leguminosas sembradas en los mejoramientos se podría explicar entre otros factores por:

- Excesivo pastoreo en etapas iniciales de crecimiento y durante la semillazón, así como excesivo empastamiento a fines de verano.
- Condiciones ambientales en otoño, que no ofrecen a las semillas y a las nuevas plántulas un ambiente favorable en humedad, temperatura y luz para la germinación y posterior desarrollo.
- Siembra de grandes extensiones que se manejan con sistemas de pastoreo continuo con frecuentes desajustes de dotación que llevan a zonas de sub y sobrepastoreo, perjudicando la calidad del forraje y persistencia de las leguminosas.
- Por último, problemas de nutrición mineral, fundamentalmente asociadas a una inadecuada política de fertilización fosfatada.

## 2.2 SIEMBRA DIRECTA DE PASTURAS.

### 2.2.1 Generalidades.

De acuerdo con el Conservation Technology Information Center de los EEUU (CTIC 1992, citado por García Préchac 1998), "No-Tillage", o sea Siembra Directa, es el sistema de preparación del suelo y la vegetación para la siembra, en el que el disturbio realizado en el suelo para la colocación de semillas es mínima, ubicándolas en una muy angosta cama de siembra o surco, que depende del uso de herbicidas para el control de las malezas; el suelo se deja intacto desde la cosecha hasta una nueva siembra, excepto para inyectar fertilizantes. Los elementos tecnológicos que caracterizan a la siembra directa (S.D.) son las máquinas de S.D. y los herbicidas, en particular los que tienen al glifosato como principio activo, de acción sistémica y espectro total (García Préchac, 1998).

Así la S.D. fue definida como la siembra directa en el suelo sin tocarlo previamente, o como la ubicación de la semilla con movimientos mínimos y la retención máxima de los residuos superficiales (Augsburger, 1998).

La técnica de siembra directa ha impulsado, en los últimos años, una de las mayores revoluciones tecnológicas del sector agropecuario uruguayo. Este fenómeno que tiene dimensiones internacionales, es en buena parte consecuencia de uno de los descubrimientos más trascendentes en la historia de la agricultura: herbicida glifosato (Baird et al., 1971 citado por Martino 1997). Otros factores tales como el desarrollo de maquinaria especializada y la legislación para la conservación del suelo en varios países, han sido necesarios para potencializar las posibilidades ofrecidas por el glifosato, y posibilitar la opción masiva de la siembra directa (Martino, 1997).

En el área de producción ganadera extensiva, donde la S.D. podría tener un importante impacto productivo, su adopción es todavía muy incipiente (Martino, 1997).

García Préchac (1998), destaca como ventajas de la siembra directa, una drástica reducción de la erosión y la degradación del suelo, un mayor contenido de agua en el suelo, menor costo, mayor oportunidad de siembra, cosecha y pastoreo, posibilidad de utilización de suelos no aptos y áreas de desperdicio bajo laboreo convencional y nuevas posibilidades de mejoramientos forrajeros y renovaciones de pasturas con las máquinas de siembra directa y los herbicidas.



El mismo autor cita como desventajas atribuidas a la siembra directa, una menor disponibilidad de nitrógeno en el suelo, una menor temperatura en el mismo así como una mayor compactación. También destaca la mayor probabilidad de ocurrencia de fitotoxicidades, enfermedades y plagas y la dependencia del uso de herbicida para el control de las malezas.

Según Rimolo (1998), en un sistema de S.D. comparado con uno de siembra convencional, se diferencian ciertas condiciones ambientales como temperatura, humedad, pH y potencial de óxido-reducción. La cantidad y calidad de la materia orgánica que reciben los sistemas son similares, pero la disponibilidad para los microorganismos es diferente. Todo esto influye sobre el número, la diversidad y la actividad de los microorganismos, las que modifican algunas características del suelo: nutrientes disponibles, propiedades físicas y la posibilidad de que se comporten como agentes que controlan la contaminación.

Considerando la profundidad de la capa arable, en promedio, se puede establecer que la densidad de microorganismos en S.D. es igual o superior al laboreo convencional (Rimolo, 1998).

El adecuado control de malezas es un factor clave para el suceso de la S.D.. Las dificultades que se plantean, en comparación con los sistemas tradicionales, se deben a tres razones:

- La inversión del suelo como una herramienta de control de maleza no es utilizable.
- No es posible el uso de herbicidas que requieran ser mezclados con el suelo.
- Bajo cero laboreo medran las malezas perennes (Moyer et al., 1993 citado por Martino, 1994), que dado sus múltiples mecanismos de sobrevivencia, son de difícil control (Martino, 1994).

### 2.2.2. Métodos de siembra y comparación con siembra directa.

La siembra en cobertura constituye el método más común de instalación de mejoramientos extensivos y se utiliza principalmente en campos donde existe la seguridad de que la competencia por parte de la vegetación nativa es baja o puede ser reducida a niveles aceptables. Normalmente, esta siembra se realiza al voleo con máquinas terrestres de tiro ubicadas sobre el mismo tractor. Sin embargo, en suelos demasiados desparejos, con pedregosidad o cerrilladas, se hace imprescindible

realizar la siembra por medio del avión, al ser prácticamente imposible la utilización de sembradoras y fertilizadoras terrestres (Carámbula, 1996).

Según el mismo autor, este método resulta también ágil y ventajoso bajo cualquier circunstancia, especialmente cuando se trata de sembrar áreas grandes.

Otro método es la siembra con laboreo mínimo del suelo. A tales efectos se debe alterar la superficie del suelo con implementos como rastras de discos, excéntricas, disqueras y cuyo trabajo consiste en provocar la destrucción de porcentajes variables del tapiz, de acuerdo con la densidad de la vegetación, el tipo de implemento y la efectividad que se desee lograr con este método, a través de la trabazón, el peso del equipo y la velocidad del trabajo. Generalmente alcanza con destruir entre el 30 y el 40 % del tapiz y cuanto más alta es la proporción del suelo descubierto, la siembra se parecerá más a una implantación convencional y menor será la capacidad de carga de la pastura durante el periodo de instalación (Carámbula, 1996).

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.

La zapata es un método por medio del cual se deposita la semilla junto al fertilizante en el surco en el suelo, sin laboreo previo (Robinson y Cross, 1960; citados por Bentancor y García; citados por Frenczi et al., 1997). 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 et al., 1987).

Pero la sembradora de zapata presenta algunos inconvenientes, como es la tendencia del surco a cerrarse rápidamente al volver a caer el pan de tierra al mismo, lo que determina un pobre establecimiento. Por otro lado, en suelos con mal drenaje, el surco permanece por periodos prolongados con excesos de humedad, dificultando el establecimiento y determina un lento crecimiento de las especies (Termezano y Carámbula, 1971; citado por Frenczi et al., 1997).

La siembra directa constituye un método atractivo para emprender mejoramientos extensivos en las pasturas naturales. Para el mismo se recurre a máquinas que en una sola operación controlan el tapiz existente, abren un surco y ubican la semilla y el fertilizante en condiciones favorables para el desarrollo de las

plántulas (Carámbula, 1996). Destaca que la siembra directa se hace tanto más difícil cuanto más entramado es el tapiz y más seco, arcilloso y compactado es el suelo.

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 el 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 con 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; citado por Ferenczi et al., 1997).

Millot et al. (1987), establece 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.

En años climáticamente normales y para la mayor parte del Cristalino, la siembra en cobertura (fertilizante y semilla al voleo o en líneas sobre el tapiz acondicionado), permite originar excelentes mejoramientos, que no difieren de los obtenidos por otros métodos, particularmente para las leguminosas que se adaptan al tipo de suelo y condiciones subóptimas de estas siembras (Carámbula, 1977).

Según Baker et al. (1996), las siembras al voleo casi invariablemente resultan en pobres establecimientos, porque áreas sin laborear ofrecen poco suelo suelto con el cual cubrir las semillas al ser rastreado. El pisoteo de semillas por parte del ganado no es sustituto de una correcta ubicación dada por un abresurco.

Curil y Gleeson (1987), citados por Ferenczi et al. (1997), encontraron una amplia diferencia en la 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 una cobertura.

En el ámbito nacional, Risso y Scavino (1978), citado por Ferenczi et al., (1997) encontraron en un suelo de Cristalino, que la siembra en cobertura realizada en óptimas condiciones es superior o similar en rendimiento con una siembra con zapata.

Carámbula y Termezana (1971), citados por Garcia Préchac et al. (1998), compararon la utilización de dos métodos de siembra, zapatas y coberturas, en suelos de Basalto superficial y de profundidad media. Sus resultados indicaron una menor población de leguminosas por unidad de superficie en las siembras en líneas con zapatas que en la siembra en cobertura. Sin embargo, las plantas de las leguminosas instaladas en líneas fueron consistentemente más grandes que las instaladas en cobertura.

Resultados similares fueron obtenidos en suelos de Cristalino (Amarante et al., 1997), determinándose que las leguminosas sembradas en líneas, a pesar de ser menos por unidad de superficie, eran más pesadas y estaban mejor noduladas.

Según Ferenczi et al. (1997), para la implantación de *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens* existieron diferencias significativas entre los sistemas de cobertura y siembra directa a favor de siembras en cobertura. No existiendo diferencias en producción de MS acumulada ni en composición botánica dentro de los sistemas de siembra.

De acuerdo con Risso (1997), la siembra en cobertura en años normales y sobre pasturas preacondicionadas, es un método sencillo y eficaz para la mayoría de las especies evaluadas, mientras que para años secos la excéntrica, zapatas o regeneradoras de pasturas resultarán más seguras.

En una experiencia realizada por Carámbula (1995), concluyó que si bien el número de plantas de dos especies de lotus con distintos métodos fue alto, aún el *Lotus corniculatus* cv. E.Ganador, (de excelente adaptabilidad) alcanzó un rendimiento significativamente superior con las zapatas. Los resultados se muestran en el cuadro 5.

**Cuadro 5:** Implantación y producción inicial de Lotus var. Ganador y var. Makú según método de siembra (Carámbula 1995).

Método de siembra	Leguminosa	Nº pl / m <sup>2</sup> 60 días	Rend. Inicial kg MS/ ha
En surco	L. Ganador	98	1845 a
Zapata	L. Makú	102	1405 ab
Voleo	L. Ganador	106	1070 b
Cobertura	L. Makú	65	936 bc

*Fuente: Carámbula. (1995)*

Si bien de manera más lenta, en este caso y como generalmente ocurre, luego del segundo año y si el establecimiento fue satisfactorio, el efecto del método de siembra pierde importancia y la producción obtenida tiende a hacerse comparable.

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. 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), citado por Ferenczi et al., (1997), muestra que en años normales el 40 % de las siembras presentan problemas de instalación, mientras que en años considerados desastres, esa cifra alcanza el 67 %. Los resultados se presentan en el cuadro 6.

**Cuadro 6:** Implantación según características del año.

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) citado por Ferenczi et al. (1997).*

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.

### 2.2.3 Fertilidad y fertilización bajo siembra directa.

La adopción de la siembra directa provoca alteraciones en varias propiedades del suelo, cuyos efectos se reflejan directa o indirectamente en la fertilidad del suelo y en la eficiencia de aprovechamiento de los nutrientes por las plantas (Ernani et al., 1998, citado por Martino, 1994).

En condiciones de cero laboreo la mineralización de la materia orgánica del suelo es reducida (Soper y Grenier, 1990 citado por Martino, 1994), y la inmovilización del nitrógeno en la biomasa microbiana es incrementada (Rice y Smith, 1984, citado por Martino, 1994). Es por ello que la disponibilidad de nitrógeno y también la de fósforo, para los cultivos, es generalmente menor que en situaciones de laboreo convencional, particularmente durante los primeros años de iniciar un programa de S.D. (Martino, 1994).

Sin embargo, la disponibilidad de nitrógeno bajo S.D. permanente, aumenta en el tiempo debido al incremento en el contenido de materia orgánica y en la actividad microbiana y después de un cierto número de años llega a ser superior a la registrada en suelos laboreados (Campbell et al., 1993; Follet y Sehinel, 1989; Tracy et al., 1990; citados por Martino, 1994).

Coincidentemente, todos los estudios indican una mayor concentración de fósforo en los primeros centímetros en S.D., mientras que en los sistemas convencionales la acumulación del fósforo aplicado se distribuye en el perfil labrado, que según el sistema puede llegar a 15 o 20 cm. Esta estratificación afecta las recomendaciones de muestreo, generalizándose en todos los ámbitos sugerencias de muestreo más superficiales que para sistemas de labranzas convencionales (James y Wells, 1990; citado por Panigatti et al., 1998).

Según estos mismos autores, a pesar de la estratificación diferente del fósforo en S.D. y laboreos convencionales no se comunican cambios en los niveles críticos asociados a uno u otro sistema, o bien a distintas profundidades de muestreos. Esto obedece a que el muestreo seguiría la distribución de los niveles de nutrientes, que también acompañaría el patrón diferente de distribución de raíces, resultando por lo tanto calibraciones equivalentes.

En S.D. la ausencia de inversión del suelo y el mantenimiento de residuos de cultivos en la superficie del perfil (parte aérea y raíz) posibilitan la redistribución del fósforo en formas orgánicas más estables y menos susceptibles a pérdidas por retención (Morales SA, 1995). Según el mismo autor, la siembra directa como

sistema de manejo del suelo puede optimizar el uso del fósforo, tanto originando el desdoblamiento de formas orgánicas como también reduciendo la acción de los mecanismos de retención del fósforo aplicado como fertilizante.

En experimentos realizados por Ferenczi et al. (1997), verificaron el efecto de la localización del fósforo aplicado (mediciones de P.Brav I en ppm), asociado a los métodos de siembra a tres profundidades al año de realizada la aplicación, tal como se muestra en el cuadro 7.

**Cuadro 7:** Fósforo (ppm) según P. Bray I según método de siembra a tres profundidades.

<b>Profundidad</b>	<b>SD línea</b>	<b>SD entrelínea</b>	<b>Cobertura</b>
0-2,5 cm	40,12	10,52	19,97
2,5-5 cm	18,78	4,55	7,45
5-10 cm	3,62	2,58	3,90

*Fuente: Ferenczi et al. (1997)*

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 (Díaz y More, 1980; citados por Ferenczi et al., 1997).

Separar la ubicación de la semilla y del fertilizante por medio de los abresurcos es más importante en S.D., siguiendo algunos principios, que en suelos laboreados. Existen dos importantes consideraciones para la ubicación del fertilizante:

- Posible toxicidad del fertilizante a la semilla (ardida de la semilla).
- Respuesta en crecimiento de plantas a la ubicación del fertilizante. (Baker et al., 1996).

## 2.2.4. Maquinaria de siembra directa.

### 2.2.4.1. Generalidades

El gran impulso de la siembra directa de los últimos años a nivel mundial ha incentivado un importante desarrollo tecnológico en las máquinas sembradoras (Martino, 1997).

Existe actualmente en el mercado nacional e internacional una amplia variedad de diseños de mecanismos cortadores, abresurcos, tapadores y controladores de profundidad (Baker y Mai, 1982, Tessier et al., 1991; Ward et al., 1991, citado por Martino, 1997), que interaccionan con el tipo de suelo y factores climáticos, produciéndose diversos grados y formas de disturbación del suelo alrededor de la semilla.

De acuerdo con Hyder et al. (1961) y Range Seeding Equipment Committee (1965), citados por Vallentine (1989), citado por Carámbula (1996), las siguientes características son consideradas ideales para máquinas de siembra directa en el campo:

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

(\*) Válidas también para sembradoras convencionales.

Los tipos de cuchillas cortadoras, abresurcos y ruedas compactadoras, son todos importantes en la determinación de la profundidad de siembra, la distribución de la semilla, el grado de contacto semilla-suelo, la compresión del suelo alrededor de la semilla y la forma del surco de siembra, entre otros factores (Choudhary y Baker, 1981; Ward et al., 1991, citados por Martino, 1997).



Las diferentes máquinas producen situaciones variables de uniformidad en la profundidad de siembra, grado de remoción del suelo, contacto entre semilla y suelo, compactación lateral del surco, cierre del surco, colocación de los fertilizantes y otros factores (Martino, 1997).

#### 2.2.4.2. Abresurcos

Según Augsburger (1998), la función básica de un abresurco en equipos de siembra directa es colocar la semilla en el suelo para asegurar la implantación del cultivo.

Muy pocos abresurcos de siembra directa fueron originalmente diseñados para dicho fin, la mayoría son adaptaciones de abresurcos de sembradoras convencionales para suelos labreados (Baker et al., 1996).

Cada tipo de abresurcos define las características de la ubicación de la semilla. La cantidad de suelo sacado del surco de siembra, la capacidad del abresurco de colocar la semilla en el fondo del surco de siembra y la facilidad del abresurco de pasar por muchos residuos sin llevarlos al fondo del surco o atascarse, define la uniformidad de la ubicación de la semilla (Augsburger, 1998).

Según Baker et al. (1996), una gran cantidad de evidencia científica demuestra que el aspecto más importante del diseño de los diferentes abresurcos es la forma del surco que crean en el suelo y su interacción con la ubicación de la semilla, emergencia y crecimiento. Generalmente hay tres formas de surcos básicas creadas y dos o tres formas de sembrar que no involucran la creación de un surco continuo:

- Surco en forma de “V”.
- Surco en forma de “U”.
- Surco en forma de “T” invertida.
- “Punch Planting” (Forma un pequeño agujero en el suelo y siembra una o más semillas por cada uno).
- Siembra al voleo.

Según los mismos autores:

- Surcos en forma de “V” son realizados por abresurcos de triple disco, doble disco desencontrado, doble disco de diferentes tamaños.
- Surcos en formas de “U” son realizados por abresurcos de disco angulado, abresurcos de azadón, abresurcos de zapata y furrowers.

- Surcos en forma de “T” invertida son realizados por abresurcos de zapatas aladas de diferentes formas.

El ancho del surco de siembra es determinado por el diseño del abresurco. Abresurcos de discos y puntas concentran la semilla y el fertilizante en bandas angostas, esto permite a la sembradora pasar a través de más residuos y reduce el movimiento del suelo. Sin embargo, anchos reducidos de surcos limitan la cantidad de fertilizante colocado con la semilla (Augsburger, 1998).

Abresurcos de brazo pueden venir con una gran variedad de puntas, púas o zapatas, con un ancho de 5 a 10 cm.. Todos estos tipos mueven el suelo más que los discos. Estos últimos causan poco movimiento del suelo lo que es una ventaja, con la excepción de suelos fríos al momento de la siembra (Augsburger, 1998).

Según el mismo autor las sembradoras de doble disco desfasado tienen un funcionamiento similar a las máquinas con un disco solo, y son un mejoramiento considerable sobre las sembradoras de doble disco.

Sembradoras de triple disco son muy superiores en la penetración del suelo y en el corte de residuos, en comparación con sembradoras de doble disco y tienen un desempeño similar a las sembradoras de un disco y las con doble disco desfasado (Augsburger, 1998).

Sembradoras de punta pueden hacer un trabajo excelente en la siembra directa mientras la máquina ofrezca un adecuado pasaje para los residuos y tenga suficiente presión para mantener los abresurcos en la posición correcta (Augsburger, 1998).

Según Martino (1997), las sembradoras más comunes en el país se basan en abresurcos de doble o triple disco, que en general no son considerados como los más adecuados. Los diseños han sido mejorados notoriamente en los últimos años, y los productores no ven al tipo de máquina como un factor muy crítico. Sin embargo, es notorio que muchas de las fallas que se observa en la implantación de los cultivos pueden ser atribuibles a deficiencias en los mecanismos de siembra. Entre las limitaciones que se atribuye a las sembradoras de doble o triple disco, cabe mencionar:

- Compactación de paredes laterales del surco, lo que dificulta la penetración de las raíces de las plántulas, y puede impedir el libre intercambio de agua y aire entre el suelo y la atmósfera.

- Pobre contacto semilla-suelo en situaciones de rastrojo densos, donde los discos más que cortar, tienden a empujar los residuos vegetales dentro del surco (efecto "hair pinning").
- En suelos pesados y húmedos los surcos de siembra tienden a permanecer abiertos.
- Localización del fertilizante junto a la semilla, que en ciertos casos puede resultar en toxicidad para las plantas.

A pesar de todas estas desventajas, la experiencia de los productores está demostrando que es posible sembrar exitosamente cultivos con estas máquinas.

### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 UBICACION

El presente trabajo de investigación se realizó en el establecimiento Santa Rita cuyo propietario es el Esc. Alcides Dos Santos, ubicado en el paraje Colonia Francia, en la 10ª seccional judicial y 8ª seccional policial del departamento de Florida, sobre la ruta N° 58 a 40 Km dirección este de la ruta nacional N° 5 (a la altura del Km. 134).

El experimento fue instalado el 6 de mayo de 1998 como parte de la línea de investigación del proyecto N° 34 de PRENADER, "Siembra Directa en producción forrajera, aplicada a Ganadería".

#### 3.2.DESCRIPCION DE SUELOS Y ZONA

El ensayo se desarrolló sobre un Brunosol Eutrico perteneciente a la unidad La Carolina de la Carta de Reconocimiento de Suelos 1:1.000.000. Dicho suelo pertenece al grupo CONEAT 10.8a, el cual tiene un índice de productividad de 120. El ensayo se realizó sobre una pastura regenerada, en donde hace más de diez años que no se realizan cultivos. Esta situación es representativa de una importante área de estos suelos en la zona del estudio. El pasado uso agrícola generó importantes problemas de erosión y degradación en áreas importantes de los mejores suelos, aunque en la actualidad se encuentran bajo pasturas regeneradas.

El relieve de la zona presenta lomadas fuertes, con lomadas suaves asociadas, e interfluvios ocasionalmente aplanados. A su vez presenta colinas cristalinas algo rocosas. Es característico también encontrar valles angostos con afloramientos contra las vías de drenaje. En la actualidad es una zona dedicada mayoritariamente a la ganadería, con escasa agricultura y casi nula participación de la forestación. El tamaño de los predios oscila entre las 200 a 1000 has.

### 3.3 CLIMA

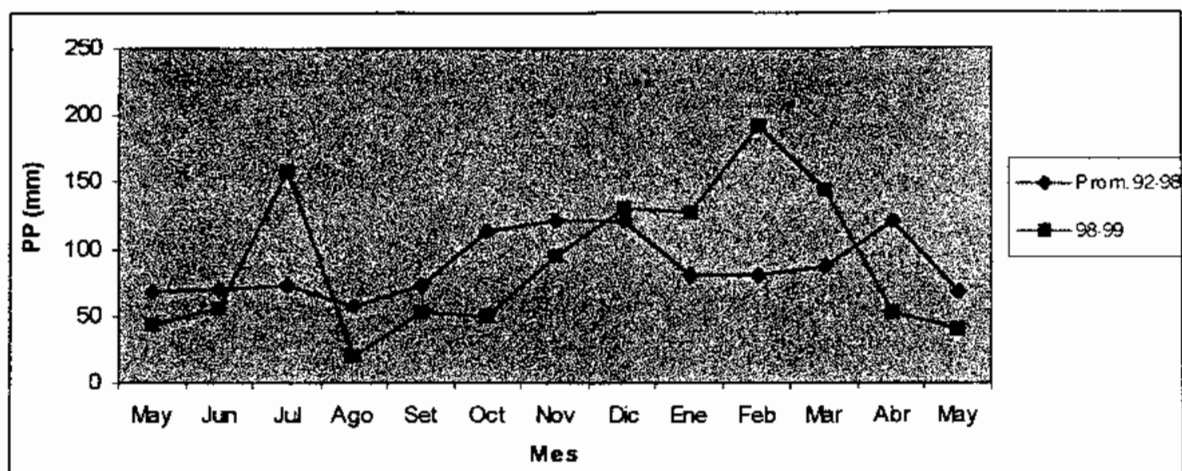
A continuación se presentan los principales datos climatológicos que ocurrieron durante el ensayo, así como también los promedios de los últimos años, de forma de poder comparar situaciones.

**Cuadro 8:** Precipitaciones mensuales durante el experimento y promedio de 6 años y evapotranspiración promedio.

MES	PP.(mm) prom 92-98	PP.(mm) 98	PP.(mm) 99	ETP(mm) 98/99
ENERO	80,4	112	128	206
FEBRERO	81,2	99	193	162
MARZO	87,3	62	145	124
ABRIL	121,1	85	53	69
MAYO	68,0	43	41	50
JUNIO	70,3	56	227	27
JULIO	73,0	159	168	32
AGOSTO	57,9	20	66	51
SETIEMBRE	73,1	53	49	70
OCTUBRE	112,6	50	17	105
NOVIEMBRE	120,8	95	79	115
DICIEMBRE	120,7	130	s /d	102

*Fuente:* Servicio Meteorológico del Uruguay. Red Pluviométrica Nacional.  
Estación Meteorológica de Sarandí Grande

De los datos presentados en el cuadro 8, se presentan en la figura 1 las gráficas de las precipitaciones promedio del período 92-98 y del periodo de ensayo (98-99), donde se visualiza que las precipitaciones durante el ensayo fueron similares al promedio, a excepción del verano, en donde ocurrieron precipitaciones superiores al promedio.



**Figura 1:** Precipitaciones mensuales promedio años 92 al 98 y 98-99 (período ensayo)

Se presenta en el cuadro 9 la temperatura media mensual y anual, y en el cuadro 10 el número de días con heladas meteorológicas.

**Cuadro 9:** Temperatura media mensual y anual en °C.

Año	X	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic
	<b>anual</b>												
92	16,3	21.7	22.4	22.4	15.4	13.5	12.7	8.3	11.7	13.1	16.4	16.7	21.3
93	16,7	24.8	22.0	21.7	18.5	13.5	11.3	8.8	11.3	12.3	17.0	18.6	20.5
94	16,6	21.9	19.6	20.9	16.1	15.2	11.8	10.5	11.2	14.3	15.9	18.6	23.4
95	16,3	23.1	19.7	20.5	16.6	13.7	9.6	10.8	11.3	13.2	15.3	18.7	23.0
96	16.1	23.0	22.4			11.6	8.7	7.7	14.4	12.6	17.2	20.2	23.2
97	17.7	25.7	22.6	21.1	18.4	15.4	11.4	13.8	13.4	13.2	16.7	19.3	20.8
98	16.4	21.6	21.4	19.6	17.1	14.0	11.0	12.3	11.9	12.5	17.5	19.0	19.0
99	16.3	18.5	21.9	22.0	15.4	12.9	10.5	10.4	12.5	14.0	16.3	19.1	22.5

*Fuente: Dirección Nacional de Meteorología. Dirección de Climatología y Documentación. Estación Meteorológica Florida.*

**Cuadro 10:** Número de días con heladas meteorológicas ( $\text{temp} \leq 0^{\circ}\text{C}$  sobre césped).

Año	Total	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov
92	37		6	7	12	9	3		
93	34		3	7	12	8	3	1	
94	22		3	3	8	7	1		
95	54		6	13	11	12	9	3	
96	66	2	7	16	21	10	7	2	1
97	41	1	7	7	9	6	9	2	
98	36	1	1	12	8	9	4	1	
99	41		9	12	9	10	7	3	1

*Fuente: Dirección Nacional de Meteorología  
Dirección Meteorológica Agrícola. División Agroclimatología.  
Estación Meteorológica Durazno.*

### 3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño estadístico empleado fue factorial en parcelas subdivididas en tres bloques al azar.

Las variables ensayadas fueron tres:

- Método de siembra
- Control de la vegetación
- Densidad de siembra

Dentro de cada uno de estas se realizaron los siguientes tratamientos:

*Método de siembra:* Siembra en línea de siembra directa (máquina SEMEATO SHM 11/13 de 13 líneas con 17 cm. entre líneas) y siembra al voleo.

*Control de la vegetación:* Glifosato (3,5 lts/há), paraquat (2,5 lts/há) y sin herbicida. En todos los casos el manejo previo de la vegetación fue mediante pastoreo.

*Densidad de siembra:* 7,10 y 13 Kg/há de *Lotus corniculatus*.

En la figura 2 se presenta la distribución de los tratamientos en el campo. Todas las combinaciones de estos tratamientos resultan en las 18 parcelas menores por bloque. El tamaño del ensayo fue de 0,1432 há., siendo el tamaño de cada parcela menor de 2,21 por 12 mts.

**REPETICION I**

**REPETICION II**

**REPETICION III**

SC3	SP2	VP1	VC3	VC3	VP2	SP1	SC2	SP1	SC1	VC2	VP1
SC1	SP1	VP2	VC1	VC2	VP3	SP3	SC1	SP2	SC2	VC3	VP3
SC2	SP3	VP3	VC2	VC1	VP1	SP2	SC3	SP3	SC3	VC1	VP2
SG1		VG2		VG2		SG1		SG1		VG1	
SG2		VG1		VG1		SG2		SG3		VG2	
SG3		VG3		VG3		SG3		SG2		VG3	

**Figura 2:** Disposición espacial del ensayo

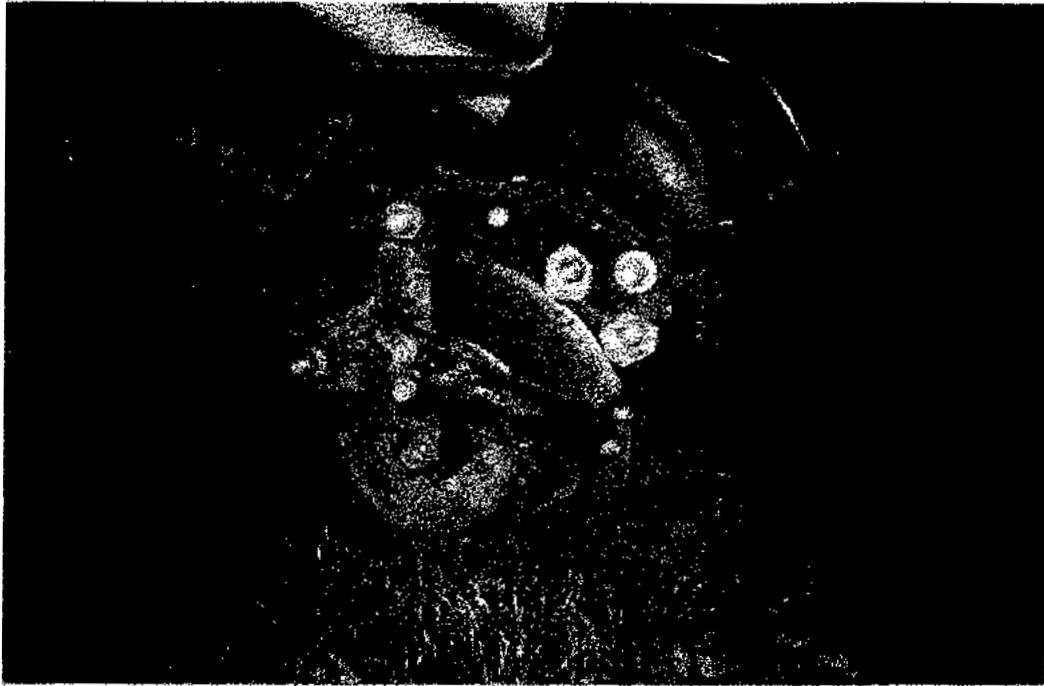
REFERENCIAS

Métodos de siembra	S : siembra en surco V : siembra al voleo	} Parcelas grandes
Control previo de vegetación	C : sin herbicida P : paraquat G : glifosato	} Parcelas intermedias
Densidad de siembra	1 : 7 kg/há 2 : 10 kg/há 3 : 13 kg/há	} Parcelas menores

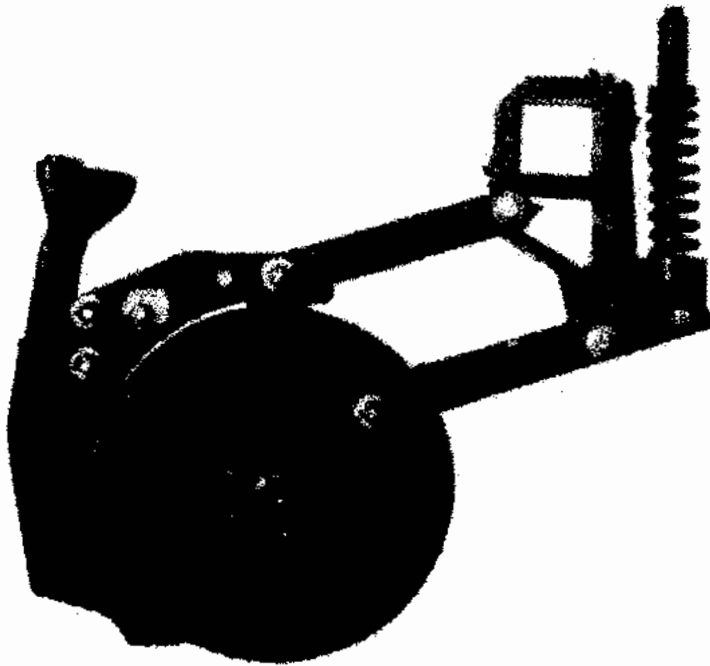
3.4.1 Método de siembra

La máquina utilizada fue una SEMEATO SHM 11/13 de siembra directa (figura 3). Está equipada con un facón para pasturas de efecto guillotina, con un aro delimitador de profundidad, tal como se presenta en la figura 4. Dicha máquina consta de 13 líneas a una distancia de 17 cm. entre las mismas, dando un ancho operativo de 2,21 mts.. La siembra al voleo se realizó con la misma máquina, se levantó el tren de siembra y se le retiraron los caños de dosificación permitiendo que la semilla caiga libremente.





**Figura 3:** Detalle del abresurco y sistema de dosificación de semilla



**Figura 4:** Detalle del abresurco.

### 3.4.2 Herbicidas y dosis

La aplicación de herbicidas fue realizada con una pulverizadora de botalón, de 8 mts. de ancho operativo, entre las 9:00 y 11:00 hs. El agua utilizada para dicho fin se obtuvo de un pozo; la misma tenía un ph 7,9 , se llevó a ph 4,7 mediante el agregado de  $H_2PO_4$  . Los principales datos de la aplicación se resumen en el cuadro 11.

**Cuadro 11** : Descripción de la aplicación de herbicidas

<b>Principio activo</b>	<b>Nombre comercial</b>	<b>Dosis (lts/ha)</b>	<b>Lts. Agua/ha</b>	<b>Fecha aplicado</b>
Glifosato	Roundup	3,5	110	15/3/98
Paraquat	Sauquat	2,5	110	6/5/98

### 3.4.3 Semilla

La semilla de Lotus corniculatus usada pertenecía al cultivar San Gabriel, y fue inoculada con el inoculante específico (marca Nitrasec), con las cantidades recomendadas. Se dejó la semilla inoculada de un día para el otro para ser sembrada, y la misma no fue peleteada.

## 3.5 INSTALACION Y MANEJO DEL ENSAYO

### 3.5.1 Fertilización

La fertilización se realizó conjuntamente a la siembra; en las parcelas sembradas en línea el fertilizante fue depositado junto a la semilla en el surco . En las parcelas sembradas al voleo, la fertilización se realizó al voleo con la misma máquina sembradora, por lo cual pudo haber existido un cierto bandeado en la disposición del fósforo. Para todo el ensayo se agregaron 225 Kg./há de fertilizante 7-40-40-0 a la siembra. Se refertilizó el 5/6/99, con el agregado de 100 Kg/há de 10-50-50-0 (Fosfato monoamónico) en cobertura, con una fertilizadora pendular (marca JAN, modelo 600).

**Cuadro 13:** Descripción de fertilizaciones

	<b>Fecha</b>	<b>Fertilizante</b>	<b>Dosis (Kg/há)</b>
Fertilización	6/5/98 (siembra)	7-40-40-0	225
Refertilización	5/6/99	10-50-50-0	100

### 3.5.2 Pastoreo

Con respecto al pastoreo es necesario aclarar que el ensayo se encuentra dentro de un potrero de 36,5 há el cual fue sembrado con 13 Kg/há de *Lotus corniculatus* con la misma sembradora utilizada en el experimento, y con la previa aplicación de 3,5 l/há de glifosato (Figura 5).

Anteriormente a la aplicación del glifosato el potrero se estuvo pastoreando con capones con una dotación de 3,5 animales/há, y en años anteriores el potrero estuvo bajo pastoreo continuo de lanares.

Entre el 5/1/99 y el 8/1/99 se realizó una cosecha de semilla y extracción de fardos de cola de cosecha en todo el potrero excepto el área perteneciente al ensayo. Se obtuvieron 27 fardos de aproximadamente 350 Kgrs.(Figura 5).

El 20/1/99 se realizó un corte en el área del ensayo, a 5 cm. de altura, con una pañera de barra oscilante marca AGRIA.

Desde el 14/2/99 al 7/3/99 se realizó un pastoreo continuo y sin subdivisiones con 100 novillos de 370 Kg de promedio, lo cual equivale a una carga de 2,7 UG/há.

### 3.6 ANALISIS ESTADISTICO

Los datos obtenidos de cada una de las variables analizadas en el ensayo de esta tesis fueron analizados estadísticamente usando el programa SAS.

Las medias se compararon según los contrastes ortogonales que se describen a continuación. Cuando se presenta la diferencia mínima significativa (DMS) es como medida del error experimental.

### *Método de siembra*

Contraste N° 1: “Voleo vs surco”.

Testea si hay diferencias significativas entre las medias de ambos métodos de siembra.

### *Control de la vegetación*

Contraste N° 2: “Sin herbicidas vs con herbicidas”.

Testea si la media de los tratamientos sin herbicida difieren del promedio de las medias de los tratamientos con glifosato o con paraquat.

Contraste N° 3: “Glifosato vs Paraquat”.

Testea si existen diferencias significativas entre las medias de ambos herbicidas.

### *Densidad de siembra*

Contraste N° 4: “7 vs 10,13”.

Testea si la media de los tratamientos con densidades de 7 Kg/há difiere del promedio de los tratamientos con 10 y 13 Kg/há.

Contraste N°5: “10 vs 13”.

Testea si hay diferencias significativas entre las medias de ambas densidades.

### *Contrastes de interacción*

Contraste N° 6: “Voleo vs surco, 7 vs 10,13”.

Testea si el resultado de sembrar con densidades de 7 Kg/há comparado con el promedio de densidades de 10 y 13 Kg/há se comporta estadísticamente diferente cuando se siembra al surco o al voleo.

Contraste N° 7 “Voleo vs surco, 10 vs 13”.

Testea si el resultado de sembrar con densidades de 10 Kg/há comparado con densidades de 13 Kg/há se comporta estadísticamente diferente cuando se siembra al surco o al voleo.

Contraste N° 8 “Sin herbicidas vs con herbicida, 7 vs 10,13”.

Testea si el resultado de sembrar con densidades de 7 Kg/há comparado con el promedio de densidades de 10 y 13 Kg/há se comporta estadísticamente diferente cuando se aplica o no herbicida.

Contraste N° 9 “Sin herbicidas vs con herbicida, 10 vs 13”.

Testea si el resultado de sembrar con densidades de 10 Kg/há comparado con densidades de 13 Kg/há se comporta estadísticamente diferente cuando se aplica o no herbicida.

Contraste N° 10 “Paraquat vs glifosato, 7 vs 10,13”.

Testea si el resultado de sembrar con densidades de 7 Kg/há comparado con el promedio de densidades de 10 y 13 Kg/há se comporta estadísticamente diferente cuando se aplica paraquat o glifosato.

Contraste N° 11 “Paraquat vs glifosato, 10 vs 13”.

Testea si el resultado de sembrar con densidades de 10 Kg/há comparado con densidades de 13 Kg/há se comporta estadísticamente diferente cuando se aplica paraquat o glifosato.

Contraste N° 12 “Voleo vs surco, sin herbicida vs con herbicida”.

Testea si el resultado de la aplicación de herbicida comparado con la no aplicación, se comporta estadísticamente diferente cuando se siembra al surco o al voleo.

Contraste N° 13 “Voleo vs surco, paraquat vs glifosato”.

Testea si el resultado de la aplicación de paraquat comparado con la aplicación de glifosato, se comporta estadísticamente diferente cuando se siembra al surco o al voleo.

Contraste N° 14 “Voleo vs surco, sin herbicida vs con herbicida, 7 vs 10,13”.

Testea si el resultado de sembrar con densidades de 7 Kg/há comparado con el promedio de densidades de 10 y 13 Kg/há se comporta estadísticamente diferente cuando se aplica o no herbicida, en siembras al surco o al voleo.

Contraste N° 15 “Voleo vs surco, sin herbicida vs con herbicida, 10 vs 13”.

Testea si el resultado de sembrar con densidades de 10 Kg/há comparado con densidades de 13 Kg/há se comporta estadísticamente diferente cuando se aplica o no herbicida, en siembras al surco o al voleo.

Contraste N° 16 “Voleo vs surco, paraquat vs glifosato, 7 vs 10,13”.

Testea si el resultado de sembrar con densidades de 7 Kg/há comparado con el promedio de densidades de 10 y 13 Kg/há se comporta estadísticamente diferente cuando se aplica paraquat o glifosato, en siembras al surco o al voleo.

Contraste N° 17 “Voleo vs surco, paraquat vs glifosato, 10 vs 13”.

Testea si el resultado de sembrar con densidades de 10 Kg/há comparado con densidades de 13 Kg/há se comporta estadísticamente diferente cuando se aplica paraquat o glifosato, en siembras al surco o al voleo.

### 3.7 DETERMINACIONES

A los 143 días de sembrado (26/9/98), se realizó la primera evaluación que consistió en determinar el número de plantas de lotus/m<sup>2</sup>. El procedimiento utilizado fue el conteo de plantas de lotus dentro de cuadros de 20 por 50 cm (0,1 m<sup>2</sup>), subdivididos en cuatro partes iguales, arrojados al azar tres veces por parcela menor.

A los 237 días de la siembra (29/12/98), se midió la producción de materia verde (MV) y materia seca (MS) del mejoramiento y del Lotus corniculatus por separado. El procedimiento realizado consistió en tres cortes al ras por parcela menor, con cuadros de 71 por 71 cm. (0,5 m<sup>2</sup>), arrojados al azar.

El material verde muestreado de cada parcela menor se pesó, luego se tomaron dos submuestras. Una de ellas se pesó en base fresca y luego del secado en estufa a 65 °C durante 72 horas, se pesó en base seca. A la otra submuestra se le realizó composición botánica, separándose el componente Lotus del resto de la vegetación. Ambos componentes pasaron a estufa y se pesaron en base seca.

Al año (378 días) de la siembra (19/5/99) se realizó el segundo conteo de plantas de Lotus y el segundo corte, procediéndose a tirar tres veces al azar por parcela menor un cuadro de 25 por 40 cm. (0,1 m<sup>2</sup>), contando y cortando dentro de cada área. Además se estimó por apreciación visual el área porcentual ocupada por malezas en cada cuadro.

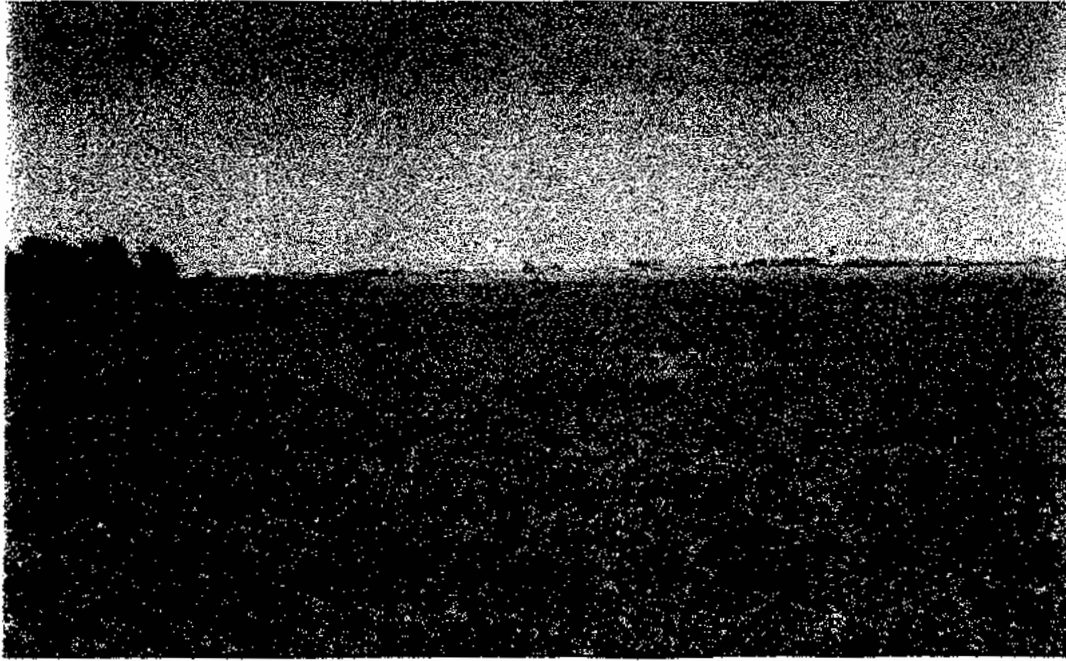
Al material verde se lo pesó e introdujo en la estufa, posteriormente al secado se pesó nuevamente determinándose producción de materia verde y materia seca. Las condiciones de secado fueron las mismas que en anteriores determinaciones.

A su vez se realizó un muestreo estratificado de suelos, de 0 a 5 cm., y de 5 a 10 cm., con un calador de una pulgada de diámetro. Para cada método de siembra la metodología fue diferente. Dentro de las parcelas sembradas al voleo, se sacaron muestras compuestas por siete puntos de muestreo, intentando abarcar uniformemente el área, obteniéndose una muestra de 0 a 5 cm. y otra de 5 a 10 cm. por cada repetición.

Dentro de las parcelas sembradas en líneas se procedió con la misma metodología diferenciándose el surco y el entresurco (muestra de 0 a 5 cm. y de 5 a 10 cm. en el surco, y muestra de 0 a 5 cm. y de 5 a 10 cm. en el entresurco). A las muestras se las secó en estufa a 65° C durante 72 horas, luego se realizó un molido, y posteriormente se realizó el análisis de contenido de fósforo Bray I.

**Cuadro 12:** Resumen de determinaciones a campo

FECHA	MUESTREO	VARIABLE ANALIZADA	HERRAMIENTA UTILIZADA
26/9/98	Conteo plantas	N° plantas/m <sup>2</sup>	Cuadro 0,1 m <sup>2</sup>
29/12/98	Corte	Kg MS/há y % MS	Cuadro 0,5 m <sup>2</sup> y tijera de aro
19/5/99	Conteo plantas	N° plantas/m <sup>2</sup>	Cuadro 0,1 m <sup>2</sup>
19/5/99	Corte	Kg MS/há y % MS	Cuadro 0,1 m <sup>2</sup> y tijera de aro
19/5/99	Malezas	% área ocupada	Cuadro de 0,1 m <sup>2</sup>
19/5/99	Análisis suelo	ppm fósforo	Calador 1 pulgada de diámetro



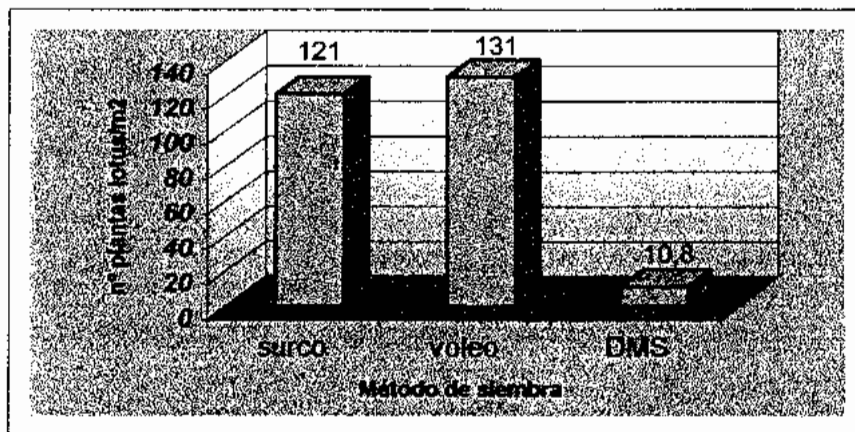
**Figura 5:** Vista del mejoramiento en enero de 1999



#### 4. RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1. EVALUACION DE LA IMPLANTACION Y ESTABLECIMIENTO DEL MEJORAMIENTO A LOS 143 DIAS DE LA SIEMBRA (DETERMINACION N° 1, REALIZADA EL 26/9/98).

En este ensayo se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el número de plantas como se muestra en la figura 6, en donde siembras al voleo obtuvieron mayor número de plantas de lotus/m<sup>2</sup> que siembras al surco (contraste N° 1;  $p > 0.01$ ).



**Figura 6:** Número de plantas de lotus/m<sup>2</sup> a los 143 días de la siembra según método de siembra.

Carámbula (1996), afirma que la población de plántulas da una idea de la salud del mejoramiento extensivo, ya que un número suficiente de individuos por unidad de superficie determinará las posibilidades de éxito, no solo para lograr una adecuada producción de materia seca, sino para asegurar a la vez la persistencia productiva.

La bibliografía citada indica resultados a favor, en términos de número de plantas establecidas, tanto para siembras al voleo como para siembras directas; así como otros resultados indican que ambos métodos no difieren entre sí. Según Carámbula et al.(1994), el efecto año es uno de los factores que más afectan el proceso de implantación, influyendo en mayor grado que el método de siembra.

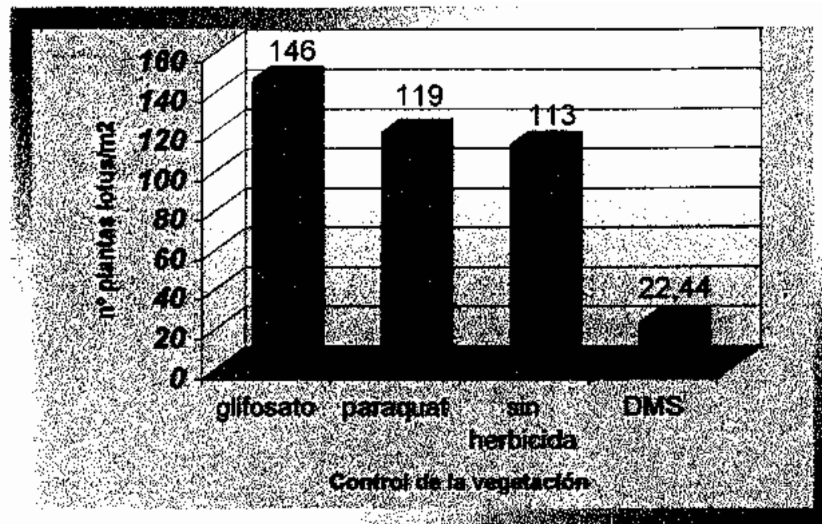
Los antecedentes revisados en términos de número de plantas implantadas y porcentaje de implantación son muy variables, como lo muestran los cuadros 1 y 4.

Los argumentos utilizados a favor de la siembra directa sobre siembras al voleo radican en un mayor contacto semilla – suelo, mejor localización del fertilizante, y por ende, un mejor nicho ecológico para la futura plántula. Para este ensayo y año en particular, este efecto pudo haber sido enmascarado. Una de las causas de esto pudo deberse a la buena condición inicial del tapiz, lograda con un intenso pastoreo previo de lanares, que llevó a un debilitamiento del tapiz natural disminuyendo la competencia por luz y nutrientes, y a la ocurrencia de espacios propicios para que las plantas de lotus colonizaran y se extendieran en la pastura natural en mayor medida en siembras al voleo. Estos espacios constituyen nichos ecológicos que proveen luz, temperatura y humedad adecuada para la germinación de la semilla y la sobrevivencia de las plántulas.

Otra posible causa pudo haber sido las favorables condiciones climáticas post-siembra, donde ocurrieron abundantes precipitaciones, como lo muestra la figura 1, las cuales permitieron una rápida germinación de un alto porcentaje del stand de semillas, posibilitando una buena implantación y consecuentemente un adecuado establecimiento. De no haber sido así, los resultados posiblemente hubieran sido otros, ya que las semillas sembradas al voleo quedan más expuestas a condiciones adversas.

También cabe la posibilidad de que las plántulas sembradas al surco hayan sufrido mayor competencia intraespecífica dentro del surco que las sembradas al voleo, las cuales se distribuyen más uniformemente en el terreno. A su vez, pudo haber ocurrido que algún porcentaje de semillas sembradas al surco haya sido depositado a mayor profundidad de la adecuada y no pudieran germinar.

Al comparar los diferentes tratamientos previos de la vegetación, se determinó que el control con glifosato permitió obtener un mayor número de plantas de lotus que el control con paraquat (contraste N° 3;  $p > 0.01$ ). Por otra parte, siembras sin herbicidas dieron significativamente menor número de plantas que siembras con herbicidas (contraste N° 2;  $p > 0.01$ ). Las medias se presentan en la figura 7.



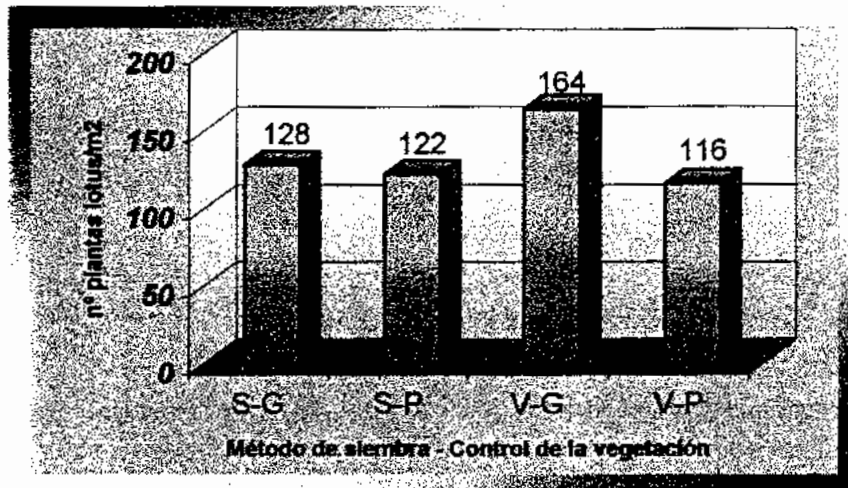
**Figura 7:** Número de plantas de lotus/m<sup>2</sup> a los 143 días de la siembra según control de la vegetación.

Según Marchesi et al. (1997), citado por Ferenczi et al., (1997) la implantación de lotus en cobertura tuvo respuesta en mayor grado a los tratamientos con glifosato que con paraquat. Otros experimentos no han demostrado diferencias entre no tratar previamente la vegetación, uso de glifosato o de paraquat para número de plantas a los 110 días (Ferenczi et al., 1997).

La explicación al mayor número de plantas en tratamientos con glifosato con relación a paraquat y sin herbicida en este ensayo, sería que el primero es un herbicida sistémico no selectivo que a la dosis aplicada controla gran parte de la vegetación preexistente, provocando que la competencia en la instalación y establecimiento de las plantas de lotus sea mínima. En cambio, el paraquat es un herbicida desecante, que suprime transitoriamente el crecimiento de la vegetación, pero la misma retoma el crecimiento al poco tiempo y la competencia entre la vegetación natural y las plántulas de lotus se establece antes que con el primer herbicida.

La diferencia estadística marcada entre tratamientos sin herbicidas y aquellos con herbicidas (contraste N° 2;  $p > 0.01$ ), estaría dada exclusivamente por el número de plantas implantadas en tratamientos con glifosato que eleva el promedio de los tratamientos con herbicida. Observando las medias en la figura 7, si bien no están contrastadas, se ve una similitud entre tratamientos con paraquat y sin herbicida. Esto se explicaría por las condiciones del tapiz a la siembra, en donde hubo muchos espacios abiertos para que en tratamientos sin herbicida se pudieran establecer de buena forma las plantas. Se piensa que en situaciones en donde la vegetación previa a la siembra fuese muy entramada y/o con excesivo empastamiento los resultados podrían ser otros.

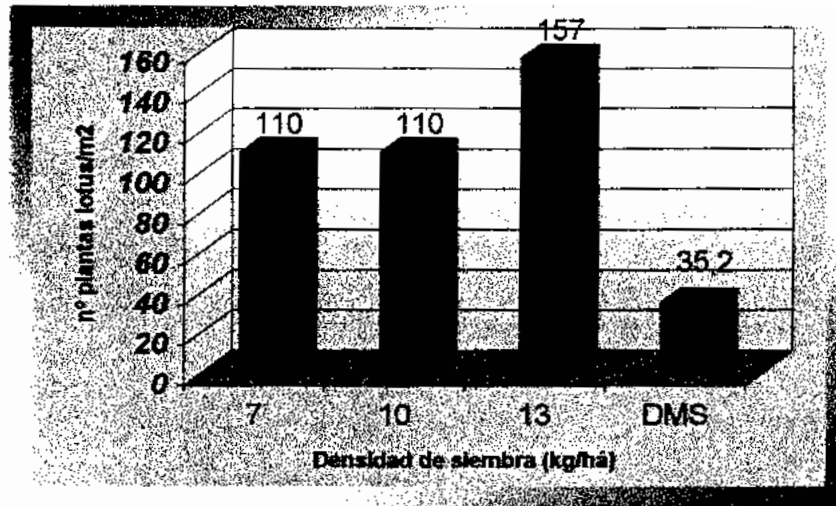
Se encontró interacción (contraste N° 13;  $p > 0.01$ ) entre métodos de siembra con aplicación de paraquat o glifosato, tal como se muestra en la figura 8.



**Figura 8:** Número de plantas de lotus/m<sup>2</sup> a los 143 días de la siembra según método de siembra y control de la vegetación.

Como se observa en la figura 8 en siembras al surco, el número de plantas de lotus/m<sup>2</sup> no varía prácticamente al variar el control de la vegetación, en cambio en siembras al voleo se registra un mayor número de plantas en aquellos tratamientos con glifosato. Una posible explicación a esta interacción es que siembras al surco se independiza más del control de la vegetación que se haya realizado por un mayor contacto semilla-suelo y cercanía al fertilizante, y en siembras al voleo influye más el control de la vegetación utilizado.

Cuando se comparan las diferentes densidades de siembra, se detectó una tendencia a que las siembras realizadas con 7 Kg/há obtuvieron un menor número de plantas de lotus que el promedio de densidades de 10 y 13 Kg/há (contraste N° 4;  $p > 0.01$ ). Siembras con 13 Kg/há obtuvieron mayor número de plantas de lotus que aquellas con 10 Kg/há (contraste N° 5;  $p > 0.01$ ). Estos resultados se observan en la figura 9.



**Figura 9:** Número de plantas de lotus/m<sup>2</sup> a los 143 días de la siembra según densidad de siembra.

Con siembras de 13 Kg/há habría mayores posibilidades de sobrevivencia en la implantación y establecimiento que en densidades de 10 Kg/há, y observando las medias también mayores posibilidades de sobrevivencia que 7 kg/há, tal como lo resalta la bibliografía citada. En esta se afirma, que en siembras sobre el tapiz, para lograr una mayor probabilidad de sobrevivencia, se puede aumentar la cantidad de semilla a sembrar. (Linhart, 1976, citado por Castrillón y Pierez, 1987, citado por Ferenczi et al., 1997).

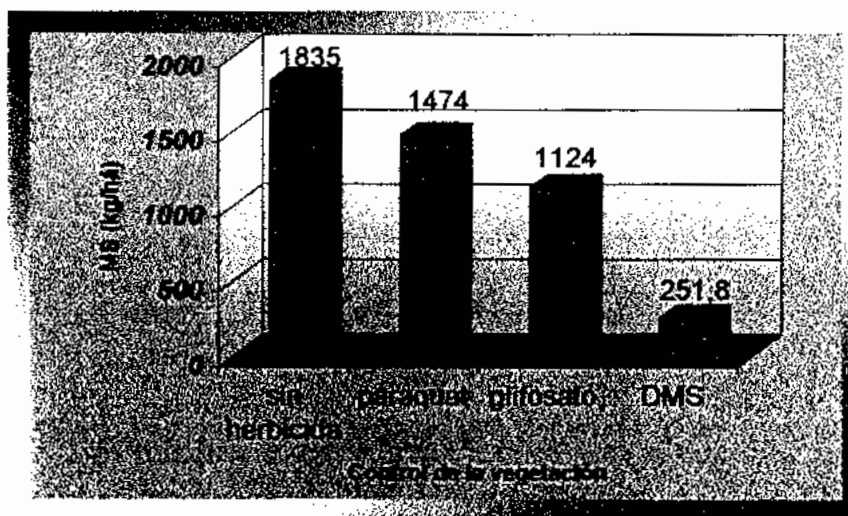
#### 4.2. EVALUACION DE LA PRODUCCION Y COMPOSICION BOTANICA DEL MEJORAMIENTO A LOS 237 DIAS DE LA SIEMBRA (DETERMINACION N° 2, REALIZADA EL 29/12/98).

La bibliografía indica que no existirían diferencias en producción de materia seca acumulada entre métodos de siembra en cobertura y siembra directa (Ferenczi et al., 1997).

En este ensayo no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en producción de materia seca al comparar los tratamientos sembrados al voleo y al surco (contraste N° 1;  $p > 0.01$ ). Los promedios obtenidos fueron de 1537 Kg MS/há para siembras al voleo y de 1419 Kg MS/há para siembras al surco.

Una posible explicación a estos resultados sería que ninguno de ellos produjo una eliminación total o parcial del tapiz natural al momento de la siembra y por ende no se afectaría la producción de materia seca en ambos tratamientos.

Como se muestra en la figura 10, se detectó que se produjeron más Kg de MS/há en aquellos tratamientos sin herbicida (contraste N° 2;  $p > 0.01$ ); tratamientos con paraquat produjeron más MS/há que tratamientos con glifosato (contraste N° 3;  $p > 0.01$ ).



**Figura 10:** Materia seca (Kg/há) a los 237 días de la siembra según control de la vegetación.

La bibliografía indica que al controlar la competencia con herbicida, o al eliminarla totalmente, se afecta la entrega inmediata de forraje, siendo este periodo de baja producción de distinta extensión, de acuerdo con la dosis y el herbicida aplicado. (Berretta, citado por Carámbula, 1996).

La razón a que los tratamientos sin herbicida produzcan mayor cantidad de materia seca que aquellos con uso de herbicida (contraste N° 2;  $p > 0.01$ ), sería porque la vegetación nativa no fue afectada, y ésta tiene un peso importante en el aporte de forraje al mejoramiento. Es importante destacar que la calidad de este forraje probablemente sea inferior que los tratamientos con herbicida, por tener menor aporte de la leguminosa, comprobado por el menor número de plantas detectado a los 143 días de la siembra en tratamientos sin herbicida.

La diferencia encontrada a favor de tratamientos con paraquat sobre aquellos con glifosato (contraste N° 3;  $p > 0.01$ ), estaría basada en el diferente control que ejerce cada uno. Mientras que el primero, produce un desecamiento momentáneo de la vegetación, el glifosato la elimina casi en su totalidad. Estos diferentes modos de acción de los herbicidas llevarían a que en los tratamientos con paraquat, el tapiz natural se restablezca antes y realice un mayor aporte de forraje que en los tratamientos con glifosato.

En cuanto a las densidades de siembra, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en producción de materia seca entre 7 Kg/há y el promedio de 10,13 Kg/há (contraste N° 4;  $p > 0.01$ ) ni entre densidades de 10 y 13 Kg/há (contraste N° 5;  $p > 0.01$ ). Los promedios encontrados en este ensayo se presentan en el cuadro 14.

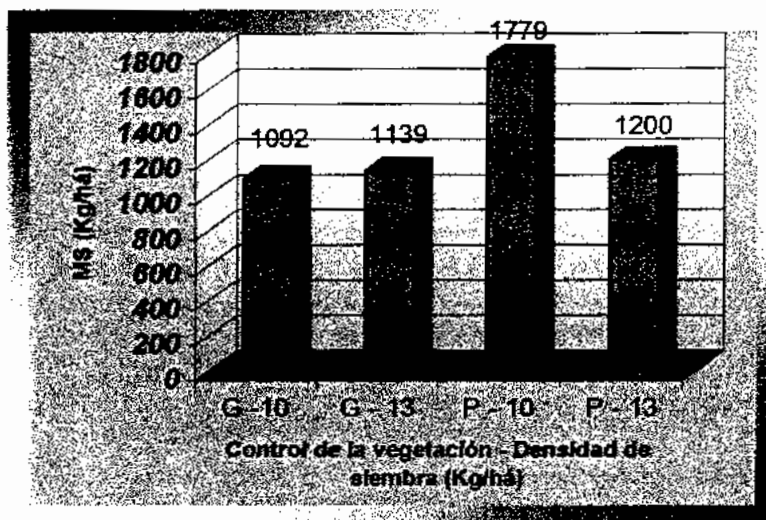
**Cuadro 14:** Producción de MS/há a los 237 días de la siembra según densidad de siembra.

Densidad de siembra (Kg/há)	Producción MS (Kg/há)
7	1468
10	1515
13	1450

Si bien con la mayor densidad de siembra se encontró un mayor número de plantas a los 143 días de sembrado, a los 237 días de la siembra esta diferencia no se ve reflejada en una mayor producción de materia seca por hectárea. Esto se podría explicar por dos causas diferentes: o bien que en densidades menores la vegetación nativa ocupa espacios que en la densidad mayor (13 Kg/há) están ocupados por plantas de lotus, y el peso seco de estas plantas no diferirían del peso seco del lotus;

o que a los 237 días de la siembra se hayan diluido las diferencias en número de plantas de lotus encontradas a los 143 días de sembrado el mejoramiento.

Como se observa en la figura 11, se encontró interacción entre el uso de paraquat y glifosato con densidades de 10 y 13 Kg/há (contraste N° 11;  $p > 0.01$ ).



**Figura 11:** Producción de MS/há a los 237 días de la siembra según control de la vegetación y densidad de siembra.

Tratamientos con glifosato muestran una tendencia a no variar la producción de materia seca con densidades de 10 o 13 Kg/há, en cambio, tratamientos con paraquat ante el aumento de densidad de 10 a 13 Kg/há demuestran un descenso de la misma. Una posible explicación sería que en tratamientos con paraquat hay un menor control de la vegetación natural residente (tiende a dar más materia seca). A su vez densidades de 10 Kg/há estarían dando mayor producción total de MS que densidades de 13 Kg/há, dado que en esta última se detectó un mayor número de plantas de lotus a los 143 días de la siembra, lo que disminuiría la materia seca por un menor peso de las mismas, y a la vez competiría con las plantas residentes.

Se discutieron los resultados de MS/há, dado que las tendencias con MV/há fueron muy similares; las escasas diferencias radicaron en el control previo de la vegetación, donde:

- MV/há: tratamientos sin herbicida dieron mayor producción en Kg/há que aquellos con herbicidas; y no hubo diferencias estadísticas entre tratamientos con glifosato y paraquat (contrastos N° 2 y 3;  $p > 0.01$ )



- MS/há: tratamientos sin herbicida dieron más Kg/há que aquellos con herbicida y tratamientos con paraquat mayores que tratamientos con glifosato, con significación estadística (contrastes N° 2 y 3;  $p > 0.01$ ).

Los porcentajes de MS para tratamientos sin herbicida (38.1 % MS) fueron significativamente mayores que tratamientos con herbicidas (contrastes N° 2;  $p > 0.01$ ), y tratamientos con paraquat (35.05 %) tuvieron significativamente mayor porcentaje que tratamientos con glifosato (32.8 %), (contrastes N° 3;  $p > 0.01$ ).

Entonces, se podría afirmar que si bien tratamientos con paraquat y con glifosato no difieren significativamente en MV/há, pero si en MS/há, la diferencia radicaría en el mayor % de MS en tratamientos con paraquat. Esto podría estar dado porque tratamientos con glifosato, al haber eliminado la vegetación al momento de la siembra, generaría pasturas más nuevas, con más rebrotes y el consiguiente menor % de MS.

#### 4.2.1 Contribución del lotus a la producción del mejoramiento.

Cuando se compararon los resultados de la contribución porcentual aportada por el lotus a la producción del mejoramiento, como lo muestra el cuadro 15, no existieron diferencias estadísticamente significativas entre los métodos de siembra (contraste N° 1;  $p > 0.01$ ). Con estos resultados observamos que se podrían estar diluyendo las diferencias encontradas en el número de plantas de lotus entre ambos métodos a los 143 días de la siembra, o la posibilidad que las plantas sembradas al surco fueran más grandes. Cabe destacar que las tendencias encontradas en porcentajes pueden no mantenerse cuando los resultados se expresan en Kg/há ya que los cálculos se realizan a partir de las diferentes producciones de MS/há de los tratamientos. Esta apreciación es válida para el análisis de las variables del ensayo control de la vegetación y densidad de siembra.

**Cuadro 15:** Contribución del lotus en el mejoramiento expresado en % y Kg MS/há según método de siembra.

Método de siembra	% lotus	Kg MS lotus/há
Surco	51,7	734
Voleo	50,5	776

La bibliografía citada (cuadro 3) acerca del efecto del control de la vegetación sobre la composición relativa de la producción de forraje, muestra la tendencia a un mayor porcentaje de lotus en tratamientos con glifosato sobre los tratamientos con paraquat y sin herbicida.

Para este ensayo, tratamientos con herbicidas dieron significativamente más porcentaje de lotus que tratamientos sin herbicida (contraste N° 2;  $p > 0.01$ ), mientras que tratamientos con paraquat no difirieron significativamente de los tratamientos con glifosato (contraste N° 3;  $p > 0.01$ ). Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 16.

**Cuadro 16:** Contribución del lotus en el mejoramiento expresado en % y Kg MS/há según control de la vegetación.

Control de la vegetación	% lotus	Kg MS lotus/há
Glifosato	64,7	728
Paraquat	51,2	754
Sin herbicida	37,4	687

En los tratamientos sin herbicida se detectó un menor porcentaje de MS de lotus a los 237 días, quizás como consecuencia de un menor establecimiento medido a los 143 días de la siembra. Esto sería dado por una mayor competencia por parte de un tapiz natural más abundante, lo cual se comprueba observando la mayor producción total de MS/há de tratamientos sin herbicida.

Si bien no se detecta diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos con glifosato y paraquat (contraste N° 3;  $p > 0.01$ ), se observa una leve tendencia a mayor porcentaje de lotus en aquellos tratamientos con glifosato, que estaría explicado por un mayor establecimiento en dichos tratamientos.

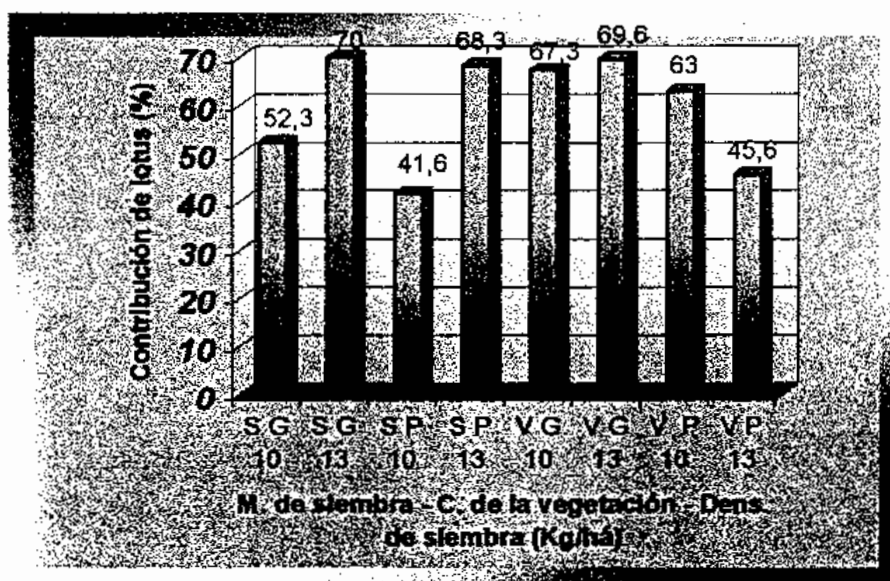
Tratamientos con densidad de siembra de 7 Kg/há dieron significativamente menos porcentaje de lotus que tratamientos con densidad de 10 y 13 Kg/há (contraste N° 4;  $p > 0.01$ ). Densidades de 10 Kg/há no difirieron significativamente de densidades de 13 Kg/há (contraste N° 5;  $p > 0.01$ ). Estos resultados se resumen en el cuadro N° 17.

**Cuadro 17:** Contribución del lotus en el mejoramiento expresado en % y Kg MS/há según densidad de siembra.

Densidad de siembra (Kg/há)	% lotus	Kg MS lotus/há
7	45,1	654
10	50,1	759
13	58,1	842

El menor porcentaje de contribución del lotus en los tratamientos con 7 Kg/há que en los de 10 y 13 Kg/há, sería dado por la tendencia a un menor número de plantas medido a los 143 días de la siembra, las cuales aportarán una menor producción de materia seca del lotus al mejoramiento. La no diferencia estadística en contribución del lotus entre 10 y 13 Kg/há, podría deberse a que se estaría diluyendo la superioridad en número de plantas de densidades de 13 Kg/há sobre 10 Kg/há encontrada a los 143 días de la siembra.

Se encontró interacción entre métodos de siembra, aplicando paraquat o glifosato y con densidades de 10 y 13 Kg/há (contraste N° 17;  $p > 0.01$ ). Las medias se presentan en la figura 12.



**Figura 12:** Contribución del Lotus a los 237 días de la siembra según método de siembra, control de la vegetación y densidad de siembra.

Como se observa en la figura 12, se vio que el pasar de densidades de 10 a 13 Kg/há en tratamientos con glifosato y paraquat tuvieron respuesta diferente en siembras al voleo y al surco. En siembras al surco, ante el aumento de densidad se da

un aumento en el porcentaje de lotus, mientras que en siembras al voleo, pasar de 10 a 13 Kg/há conlleva un aumento del porcentaje de lotus en tratamientos con glifosato y una disminución en tratamientos con paraquat. Ante estos resultados no se encontró una explicación posible; la misma respondería a variables no controladas en este ensayo.

#### 4.2.2 Contribución de la vegetación natural a la producción del mejoramiento.

No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los métodos de siembra (contraste N° 1;  $p > 0.01$ ) en los porcentajes de contribución de MS aportados por la vegetación natural a la producción del mejoramiento, como lo muestra el cuadro 18.

**Cuadro 18:** Contribución de la vegetación natural (V.N.) en el mejoramiento expresado en % y Kg MS/há según método de siembra.

Método de siembra	% V.N.	Kg MS V.N./há
Surco	48,3	685
voleo	49,5	760

Estos resultados se explicarían porque ninguno de los dos métodos de siembra destruye el tapiz natural al momento de la siembra y por lo tanto no existiría razón para que se den diferencias en la producción de materia seca del tapiz natural.

Tratamientos sin herbicidas tuvieron mayor porcentaje de contribución de MS del tapiz natural que aquellos con herbicida (contraste N° 2;  $p > 0.01$ ); los tratamientos con paraquat no difieren significativamente de los tratamientos con glifosato (contraste N° 3;  $p > 0.01$ ), tal como lo muestra el cuadro 19.

**Cuadro 19:** Contribución de la vegetación natural (V.N.) en el mejoramiento expresado en % y Kg MS/há según control de la vegetación.

Control de la vegetación	% V.N.	Kg MS V.N./há
Glifosato	35,3	397
Paraquat	48,8	720
sin herbicida	62,6	1148

Los resultados obtenidos coinciden con la bibliografía (cuadro 3); en aquellos tratamientos sin herbicida, se obtiene la mayor proporción de materia seca del tapiz natural en el mejoramiento al comparar con tratamientos con herbicidas.

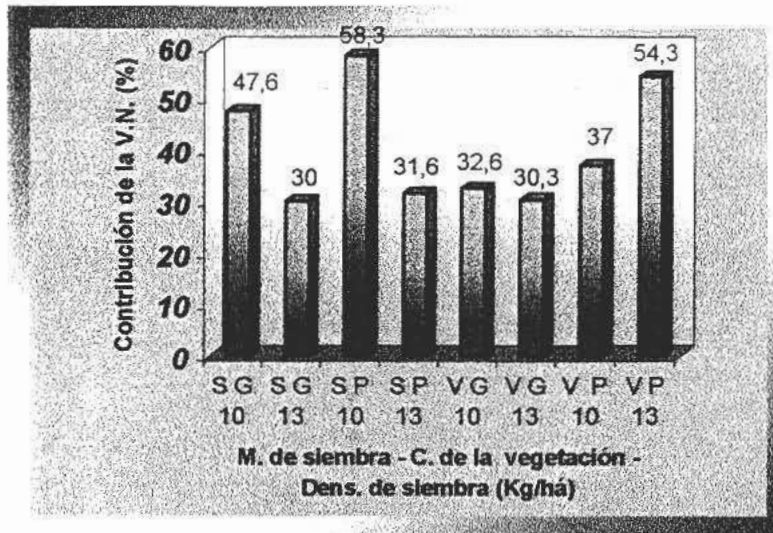
Como se observa en el cuadro 20, los tratamientos con densidades de 7 Kg/há dieron mayor porcentaje de vegetación natural que los tratamientos con 10 y 13 Kg/há (contraste N° 4;  $p>0.01$ ); aquellos con 10 Kg/há no difieren significativamente de los tratamientos con densidad de 13 Kg/há (contraste N° 5;  $p>0.01$ ). Esto sería consecuencia de los resultados obtenidos en el aporte del lotus al mejoramiento.

**Cuadro 20:** Contribución de la vegetación natural (V.N.) en el mejoramiento expresado en % y Kg MS/há según densidad de siembra.

Densidad de siembra (Kg/há)	% V.N.	Kg MS V.N./há
7	54,9	806
10	49,9	756
13	41,9	607

El mayor porcentaje de contribución del tapiz natural en los tratamientos con 7 Kg/há respecto a aquellos con 10 y 13 Kg/há, estaría dado por una mayor cantidad de espacios ocupados por la vegetación natural, dado por la tendencia a un menor número de plantas de lotus medido a los 143 días de la siembra.

Se encontró interacción entre siembras al voleo y surco, tratadas con paraquat o glifosato y con densidades de 10 o 13 Kg./há (contraste N° 17;  $p>0.01$ ). Las medias se presentan en la figura 13.



**Figura 13:** Contribución de la vegetación natural a los 237 días de la siembra según método de siembra, control de la vegetación y densidad de siembra.

Se vio que el pasar de densidades de 10 a 13 Kg/há en tratamientos con glifosato y paraquat tuvo una respuesta diferente en siembras al voleo y al surco. En surco, ante el aumento de densidad se da una disminución en el porcentaje de la vegetación natural para ambos herbicidas. Mientras que en voleo pasar de 10 a 13 Kg/há no varía casi la contribución del porcentaje de MS de la vegetación nativa en tratamientos con glifosato y lleva a un aumento en el porcentaje de contribución del tapiz natural en tratamientos con paraquat. No se encontró una explicación posible; la misma respondería a variables no controladas en este ensayo.

**Cuadro 21:** Resumen de MS/há, contribución en porcentaje del lotus y de la vegetación natural (V.N.)

NIVEL TRATAMIENTO	TRATAMIENTO	MS/HA	% LOTUS	% V.N.
METODO DE SIEMBRA	Surco	1418,8	51.7	48.3
	Voleo	1536,7	50.5	49.5
CONTROL VEGETACION	Paraquat	1474,0	51.2	48.8
	Glifosato	1124,3	64.7	35.3
	Sin herbicida	1834,9	37.4	62.6
DENSIDAD (kg/ha)	7	1468.3	45.1	54.9
	10	1515.4	50.1	49.9
	13	1449.6	58.1	41.9

**Cuadro 22:** Resumen de contrastes de MS/há. contribución en porcentaje del lotus y de la vegetación natural (V.N.)

CONTRASTE	Nº	MS/HA	% LOTUS	% V.N
V vs S	1	NS	NS	NS
SH vs P,G	2	**	**	**
P vs G	3	**	NS	NS
7 vs 10,13	4	NS	**	**
10 vs 13	5	NS	NS	NS
P vs G, 10 vs 13	11	**	NS	NS
V vs S, P vs G, 10 vs 13	17	NS	**	**

\*\* *Significativo ( $p > 0.01$ )*

NS: *No significativo*

#### 4.3. EVALUACION DE LA PERSISTENCIA Y PRODUCCION DEL MEJORAMIENTO AL AÑO DE SU IMPLANTACION (DETERMINACION N° 3, REALIZADA EL 19/5/99).

En este ensayo, al año, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas en el número de plantas de lotus al comparar los tratamientos sembrados al voleo y al surco (contraste N° 1;  $p > 0.01$ ). El promedio de número de plantas encontrado para cada método de siembra fue de 40 pl/m<sup>2</sup> para siembras al voleo y 44 pl/m<sup>2</sup> para siembras al surco.

Según la bibliografía citada, como se mencionó en la evaluación de la implantación y establecimiento (determinación n° 1), los resultados de experiencias anteriores para siembras al voleo o en siembra directa son variables, ya que van desde la no diferencia entre ambos métodos a la superioridad de uno sobre el otro, en términos de número de plantas de lotus/m<sup>2</sup>.

Analizando los resultados de esta determinación y comparándolos con los obtenidos a los 143 días de la siembra, como se observa en el cuadro 23, se diluye la superioridad en número de plantas de lotus de las siembras al voleo sobre siembras al surco. Este resultado, no permitiría marcar superioridad de un método sobre el otro al año de la implantación, y por tanto se podría suponer, como se indica en la bibliografía (Carámbula, 1977), que el efecto año estaría influyendo en mayor grado que el método de siembra.

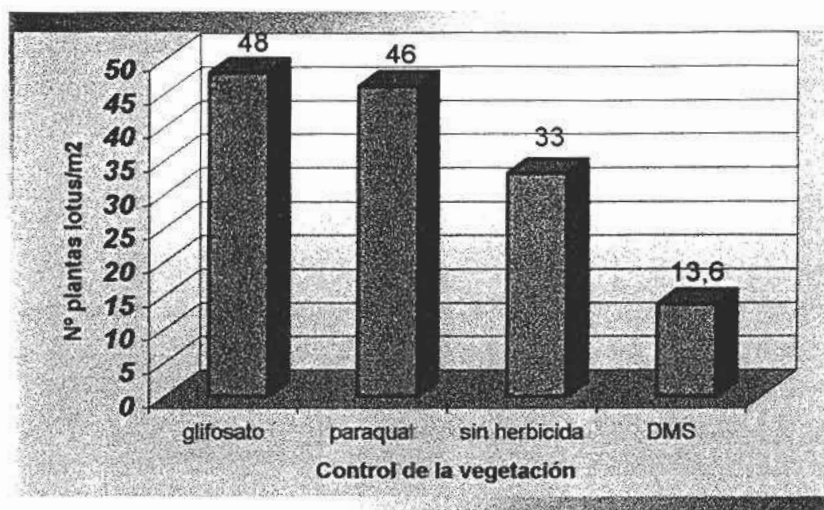
**Cuadro 23:** Evolución del número de plantas de lotus según método de siembra

Método siembra	N° plantas/m <sup>2</sup> a los 143 días	N° plantas/m <sup>2</sup> a los 378 días	% de sobrevivencia
Surco	121	44	36.4
Voleo	131	40	30.5

Resultados del muestreo de suelo, (anexo 1) marcan que hubo mayor contenido de fósforo en el estrato superior del suelo (0-5 cm) comparándolo con el estrato inferior (0-10 cm). A su vez, mediciones en el surco de tratamientos con siembra directa dieron mayores contenidos de fósforo que la entrefila de dichos tratamientos y que tratamientos al voleo. Cabe destacar que estos resultados son solo apreciaciones ya que no fueron sometidos al análisis estadístico. Estas diferencias parecerían no haber incidido en los resultados obtenidos.



Cuando se comparan los diferentes tratamientos previos de la vegetación, se vio que aquellos sin herbicida presentaron una tendencia a un menor número de plantas/m<sup>2</sup> de lotus que aquellos con herbicida (contraste N° 2; p>0.01). En tratamientos con glifosato se detectó un mayor número de plantas/m<sup>2</sup> que aquellos tratamientos con paraquat (contraste N° 3; p>0.01). Estos resultados se muestran en la figura 14.



**Figura 14:** Número de plantas de lotus a los 378 días de la siembra según control de la vegetación

Al año, para este ensayo, la superioridad en el número de plantas de lotus en tratamientos con glifosato sobre aquellos con paraquat encontradas en la implantación se mantiene, pero la superioridad de tratamientos con herbicidas sobre los tratamientos sin herbicida se diluye, aunque se mantiene la tendencia (cuadro 24).

**Cuadro 24:** Evolución del número de plantas de lotus según control de la vegetación.

Control vegetación	N° plantas/m <sup>2</sup> a los 143 días	N° plantas/m <sup>2</sup> a los 378 días	% de sobrevivencia
Glifosato	146	48	32.9
Paraquat	119	46	38.7
Sin herbicida	113	33	29.2

El que se diluyen al año, las diferencias encontradas a los 143 días a favor de tratamientos con herbicida sobre tratamientos sin herbicidas, puede deberse a que, el tapiz natural se haya recuperado en aquellos con herbicida y tienda a igualar en términos de competencia por luz y nutrientes en promedio a tratamientos sin

herbicida. Los tratamientos con glifosato continúan marcando una superioridad en número de plantas de lotus/m<sup>2</sup> frente a tratamientos con paraquat y frente aquellos sin herbicidas, por haber controlado en mayor medida la competencia.

Cuando se compararon las diferentes densidades de siembra, no se encontraron diferencias significativas entre ellas (contrastes N° 4 y N° 5; p>0.01); aunque se encontró una tendencia a que densidades de 7 Kg/há presenten menor número de plantas de lotus/m<sup>2</sup> que tratamientos con otras densidades (contraste N° 4; p>0.01). Los promedios encontrados fueron de 37, 42 y 49 pl/m<sup>2</sup> para las densidades de siembra de 7, 10 y 13 Kg/há respectivamente, como lo muestra el cuadro 25.

Según la bibliografía, la introducción de especies en el tapiz natural se hace en condiciones poco favorables para la germinación, emergencia y establecimiento, por lo tanto, el manejo de la densidad puede resultar fundamental en la vida de un mejoramiento (Risso y Berretta, 1997).

En este ensayo, al año se disipan las diferencias encontradas a los 143 días a favor de 13 Kg/há sobre tratamientos con densidad de 10 Kg/há, y esto puede deberse a que densidades de 13 Kg/há establecieron un elevado número de plantas, las cuales competirían en mayor medida entre si y por ende tendrían una menor sobrevivencia estival. Al año se mantiene la tendencia de que 7 kg/há tenga menor número de plantas/m<sup>2</sup> dado por un menor establecimiento y no exclusivamente por una menor sobrevivencia, tal como se muestra en el cuadro 25.

**Cuadro 25:** Evolución del número de plantas/m<sup>2</sup> de lotus según densidad de siembra

Densidad de siembra (Kg/há)	N° plantas/m <sup>2</sup> a 143 días	N° plantas/m <sup>2</sup> a 378 días	% de sobrevivencia
7	110	37	33.6
10	110	42	38.2
13	157	49	31.2

De acuerdo a como lo indica la bibliografía, la mortandad de plantas que se registra en las primeras etapas del desarrollo del mejoramiento y que afecta la persistencia del mismo, se produce como la consecuencia de la acción de varias causas. Deben citarse como importantes la desecación o excesiva humedad del suelo, la competencia por parte del tapiz nativo, la depredación, la ocurrencia de enfermedades y plagas, el manejo del pastoreo y la fertilidad del suelo.

Datos obtenidos en trabajos de tesis realizados sobre Basalto profundo por Minutti et al. (1996), revelan una sobrevivencia estival promedio para diferentes tratamientos de pastoreos de un mejoramiento de *Lotus corniculatus* del 50 %.

Otros resultados de trabajos de tesis obtenidos por Alvarez y Treglia (1997), también sobre Basalto, arrojan una sobrevivencia estival del *Lotus corniculatus* del 13.4 %. Este porcentaje se obtuvo bajo condiciones de un estrés hídrico muy severo durante el verano (Enero – Abril).

Resultados obtenidos por Amarante et al. (1997), en el mismo predio del presente ensayo, arrojan sobrevivencia de las plantas de lotus medidas a los 110 días, luego de pasado el verano 1995/96 muy variables, desde un 25 % hasta un 45 %, según diferentes controles de vegetación y densidades de siembra.

Los porcentajes de sobrevivencia detectados en el ensayo desde setiembre'98 a mayo'99 podrían ser considerados relativamente bajos, debido a que las precipitaciones en dicho periodo fueron considerablemente buenas (cuadro 8), las temperaturas fueron normales respecto al promedio (cuadro 9), y el pastoreo realizado en verano no fue muy prolongado. La explicación de esta merma en el porcentaje de sobrevivencia (común en el pasaje del primer verano en la mayoría de los mejoramientos), para este caso podría estar dada por alguna de las siguientes causas o la interacción entre ellas: las heladas registradas en setiembre - octubre de 1998 y las registradas en mayo de 1999 (cuadro 10), la falta de un pastoreo primaveral y el corte realizado el 20/01/99.

Por un lado, las heladas tardías del año 1998 producen la muerte por congelamiento de las plantas que se han debilitado en el invierno, y las heladas tempranas del año 1999 a las plantas que se resintieron en el verano. La falta de un pastoreo primaveral hace que se lleve a un superávit de materia seca creando gran competencia por luz y nutrientes, y en dicho marco la mayoría de las gramíneas tenderían a ser más competitivas. Con respecto al corte realizado el 20/01/99, por más que pueda tener un efecto positivo al retirar el exceso de forraje y permitir una mayor entrada de luz, a la vez, éste elimina la parte aérea de las plantas de lotus. Esto lleva a que se eliminen gran parte de yemas axilares situadas en posición elevada en los tallos, lo que reduce los sitios para el rebrote. Además, al tener las plantas un bajo nivel de reservas, producto del gasto realizado en busca de luz durante la primavera, no podrán realizar un rebrote adecuado, produciéndose la muerte de parte las mismas.

Con respecto a la producción total de materia seca, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas al comparar los tratamientos sembrados al voleo y al surco (contraste N° 1;  $p > 0.01$ ). Los promedios obtenidos para siembras al voleo fueron de 1240 Kg MS/há y de 1041 Kg MS/há para el surco.

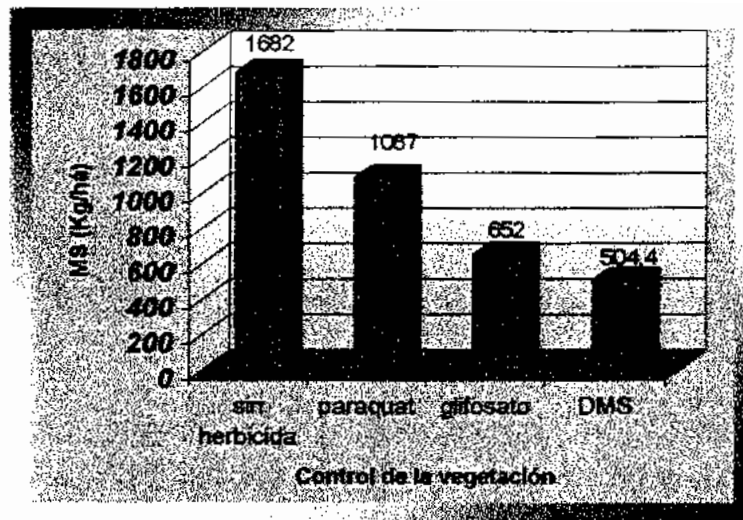
Al igual que como fue detectado a los 237 días de la siembra y de acuerdo a la bibliografía citada en tal determinación, al año no hubo diferencias en la producción de materia seca por hectárea según método de siembra, como se observa en el cuadro 26.

**Cuadro 26:** Evolución de la producción de materia seca según método de siembra

<b>Método Siembra</b>	<b>Kg MS/há a los 237 días</b>	<b>Kg MS/há a los 378 días</b>
Voleo	1537	1240
Surco	1419	1041

La disminución en la producción de MS/há entre ambas determinaciones (cuadro 26) se explicaría por el corte realizado el 20/1/99, por el pastoreo realizado con novillos desde el 14/2/99 al 7/3/99 y por las diferentes condiciones climáticas características del momento de cada determinación. A los 237 días de la siembra, la determinación fue realizada el 29/12/98, donde el mejoramiento presentaba una oferta de forraje que no había sido pastoreada desde el momento de la siembra y había estado sujeto a una muy buena primavera en términos de precipitaciones (cuadro 8), además de las condiciones normales a dicha estación de luz y temperatura (cuadro 9), óptimas para un máximo crecimiento que llevan a las mayores tasas de crecimiento diarias a través de una mayor eficiencia fotosintética. Estas condiciones se comienzan a alejar del óptimo cuando nos acercamos al invierno, y conllevan a una menor producción de materia seca por hectárea como se detectó a los 378 días de la siembra, en la determinación realizada el 19/5/99. Esta explicación de la disminución en la producción de MS/há entre ambas determinaciones es válida para las variables de ensayo control de la vegetación y densidad de siembra.

Cuando se comparó la producción total de materia seca entre los distintos controles de la vegetación a los 378 días de la siembra, se comprobó que hubo una mayor producción en aquellos sin herbicidas respecto a tratamientos con herbicidas (contraste N° 2;  $p > 0.01$ ), y en tratamientos con paraquat se detectó una superioridad en la producción de materia seca frente a tratamientos con glifosato (contraste N° 3;  $p > 0.01$ ), tal como lo muestra la figura 15.



**Figura 15:** Materia seca (Kg/há) a los 378 días de la siembra según control de la vegetación.

Se mantiene la superioridad detectada a los 143 días de la siembra en producción de MS de los tratamientos sin herbicida sobre aquellos donde se aplicó herbicida, y la superioridad de tratamientos con paraquat sobre tratamientos con glifosato. Estos resultados, presentados en el cuadro 27, demuestran que el efecto del glifosato fue tal, que al año de sembrado no permitió una total restauración del tapiz natural, tal como lo afirma Berretta citado por Carámbula (1996), que entre la aplicación del herbicida y la oferta de forraje por parte de las especies introducidas, se registra un déficit forrajero de diferente intensidad que dependerá también de la rapidez con que se recupere el tapiz natural.

**Cuadro 27:** Evolución de la producción de materia seca según control de la vegetación

Control de la vegetación	Kg MS/há a los 237 días	Kg MS/há a los 378 días
Sin herbicida	1835	1682
Paraquat	1474	1087
Glifosato	1124	652

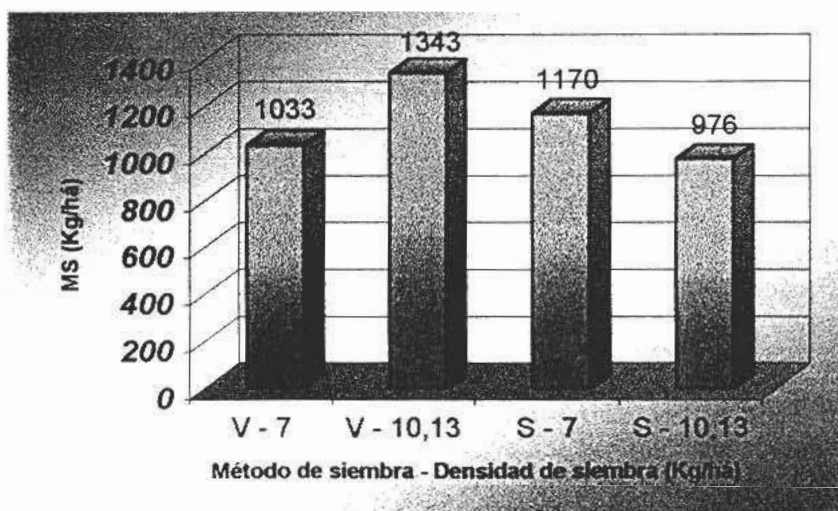
Comparando las tres densidades de siembra, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en producción de materia seca (contrastes N° 4 y N° 5;  $p > 0.01$ ). Las medias se presentan en el cuadro 28.

Este resultado se explicaría porque a la fecha tampoco existieron diferencias significativas en el número de plantas de lotus, lo que llevaría a que los espacios que no estén ocupados por la leguminosa, estén ocupados por especies naturales, y esto no afectaría los Kg de MS/há totales aportados por el mejoramiento.

**Cuadro 28:** Evolución de la producción de materia seca según densidad de siembra

Densidad de siembra (Kg/há)	Kg MS/há a los 237 días	Kg MS/há a los 378 días
7	1468	1102
10	1515	1044
13	1450	1274

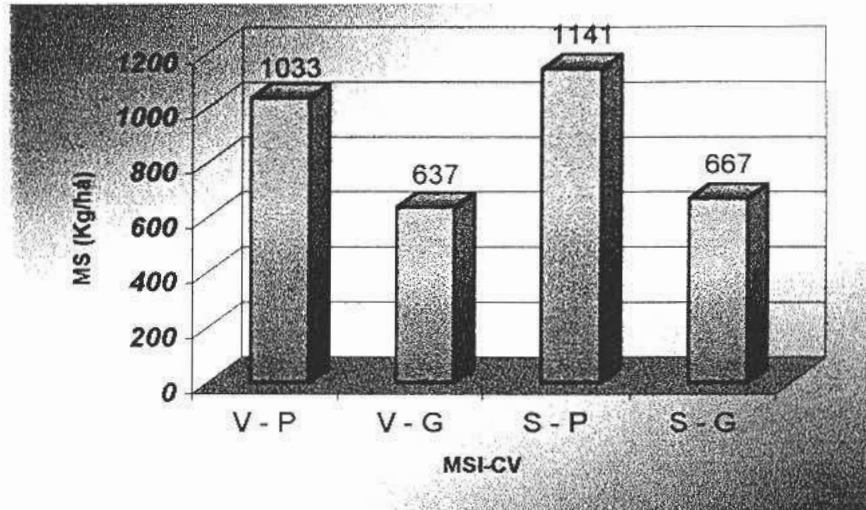
Se encontró interacción entre sembrar con 7 Kg/há en comparación con las otras densidades, al surco o al voleo (contraste N° 6;  $p > 0.01$ ). Las medias se presentan en la figura 16.



**Figura 16:** Producción de materia seca a los 378 días de la siembra según método de siembra y densidad de siembra.

En siembras al voleo pasar de densidades de 7 Kg/há a mayores se provoca un aumento en la producción de MS/há y en siembras al surco dicho aumento de densidad provoca una disminución en la producción de MS/há. Ante estos resultados no se encontró una explicación posible; la misma respondería a variables no controladas en este ensayo.

Otra interacción que se detectó fue la de sembrar al surco o voleo, aplicando paraquat o glifosato (contraste N° 13;  $p>0.01$ ), las medias se presentan en la figura 17.



**Figura 17:** Producción de materia seca a los 378 días de la siembra según método de siembra y control de la vegetación.

La diferencia encontrada entre aplicar paraquat o glifosato es mayor en siembras al surco que en siembras al voleo. Ante estos resultados no se encontró una explicación posible; la misma respondería a variables no controladas en este ensayo.

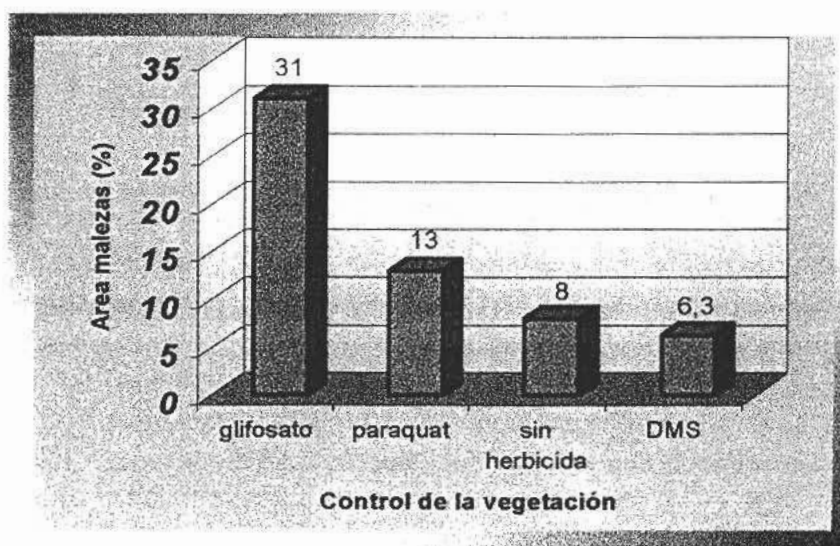
Se discutieron los resultados de la producción de materia seca por hectárea, dado que las tendencias con la producción de materia verde por hectárea fueron muy similares; las escasas diferencias radicaron en la densidad de siembra donde:

- MV/há: En tratamientos con densidad de 10 Kg/há se detectó una menor producción que en densidades de 13 Kg/há (contraste N° 5;  $p>0.01$ ).
- MS/há: Tratamientos con densidad de 10 Kg/há no difirieron significativamente de aquellos con densidad de 13 Kg/há (contraste N° 5;  $p>0.01$ ).

#### 4.3.1. Enmalezamiento del mejoramiento al año de la implantación

No existe diferencia estadísticamente significativa en el porcentaje de área ocupada por malezas según método de siembra (contraste N° 1;  $p > 0.01$ ). Esto puede deberse a que ninguno de los métodos de siembra produce una alteración del tapiz natural que deje espacios libres para que prosperen las malezas y permita marcar diferencias entre ambos.

Respecto a la variable de ensayo control de la vegetación, tratamientos con herbicidas tienen significativamente mayor área ocupada por malezas que tratamientos sin herbicidas (contraste N° 2;  $p > 0.01$ ), y tratamientos con glifosato dieron significativamente mayor área ocupada por malezas que aquellos tratamientos con paraquat (contraste N° 3;  $p > 0.01$ ). Estos resultados se presentan en la figura 18.



**Figura 18:** Porcentaje del área ocupada por malezas a los 378 días de la siembra según control de la vegetación

Según la bibliografía, una de las consecuencias de la aplicación de ambos herbicidas (glifosato y paraquat) es el incremento de las malezas (Ferenczi et al., 1997)

La razón a que los tratamientos con glifosato tengan mayor porcentaje de área ocupada por malezas se debería a que dicho herbicida al ser de modo de acción sistémico total, elimina la mayor parte de la vegetación, dejando muchos espacios donde prosperan las malezas. Esto no ocurre en tal magnitud en los tratamientos



con paraquat ya que éste no elimina el tapiz sino que produce un desecamiento momentáneo del mismo y no se crean dichos espacios en tal medida.

Estos resultados traen consecuencias en la producción cuantificada de materia seca, ya que las malezas detectadas eran en su mayoría de porte rastrero y que escapaban al corte, por lo tanto, ésta sería una razón más a las argumentadas por la cual se detectó una menor producción de materia seca en tratamientos con glifosato.

No existieron diferencias significativas en el área ocupada por malezas según las densidades de siembra (contrastes N° 4 y N° 5;  $p > 0.01$ ). Esto se explicaría porque a esta fecha no existieron diferencias en el número de plantas de lotus a diferentes densidades, y los espacios donde podrían prosperar las malezas son similares en las densidades evaluadas.

#### 4.3.2 Relación entre el número de plantas de lotus y la producción de materia seca al año de la implantación.

Ambas variables según método de siembra no difieren significativamente.

Respecto al control de la vegetación, tratamientos sin herbicida arrojaron la mayor producción de materia seca al año al igual que a los 237 días de la siembra. Si el mayor porcentaje de la producción de materia seca de estos tratamientos fuera vegetación natural tal como lo fue a los 237 días, se generaría una mayor competencia por luz y nutrientes comparado con los tratamientos donde se aplicó herbicida. Esto explicaría la tendencia al menor número de plantas de lotus detectado al año de la siembra en los tratamientos sin herbicida.

Al año, la producción de materia seca por hectárea no varía según las diferentes densidades de siembra, así como tampoco varía el número de plantas de lotus/m<sup>2</sup>.

**Cuadro 29:** Resumen de contrastes de nº plantas de lotus/m<sup>2</sup>, producción de materia seca (Kg/há) y porcentaje de área ocupada por malezas.

CONTRASTE	Nº	Nº PLANTAS LOTUS/m <sup>2</sup>	MS (Kg/Há)	AREA MALEZAS(%)
V vs S	1	NS	NS	NS
SH vs P,G	2	NS	**	**
P vs G	3	**	**	**
7 vs 10,13	4	NS	NS	NS
10 vs 13	5	NS	NS	NS
V vs S, 7 vs 10,13	6	NS	**	NS
V vs S, P vs G	13	NS	**	NS

\*\* Significativo ( $p > 0.01$ )

NS : No significativo

#### 4.4. PRODUCCION DE CARNE EN EL MEJORAMIENTO

Como se hizo mención anteriormente (Materiales y Métodos), el ensayo estuvo enmarcado dentro de un potrero mejorado, destinado al engorde de novillos. El mejoramiento de 36,5 há. estuvo con 100 novillos durante 21 días, resultando en una carga de 2,7 UG/há. Los novillos ingresaron al mejoramiento con un peso promedio de 370 kg., y salieron del mismo con 390 Kg aproximadamente. La ganancia diaria promedio fue de 0,78 kg/animal/día.

La bibliografía cita (Carámbula, 1996), para novillos Hereford sobre un mejoramiento extensivo de Lotus y Trébol Blanco con una carga de 1,22 UG/há, ganancias para verano de 0,845 kg/animal/día y 0,655 kg/animal/día para el otoño.

Observando estos datos se puede concluir que las ganancias obtenidas para el mejoramiento fueron muy buenas, teniendo en cuenta la alta carga que soportó. Se debe destacar que al mencionado potrero se le realizó una cosecha de semilla y extracción de fardos de cola de cosecha tan solo 37 días antes de comenzado el pastoreo, lo que valoriza aún más los resultados. Como contraparte el pastoreo fue de tan solo 21 días.

## 5. CONCLUSIONES

- Las diferencias iniciales encontradas a favor de siembras al voleo frente a siembras al surco en número de plantas de lotus implantadas, se diluyen al año de la siembra, donde no se detectó superioridad de un método sobre el otro.
- En la implantación, siembras al surco se comportaron en forma más independiente del control de la vegetación aplicado que siembras al voleo. En estas últimas se implantaron mayor número de plantas de lotus con el uso del glifosato que con paraquat.
- El uso de herbicidas presentó ventajas en la implantación del mejoramiento frente a la no-aplicación. Este efecto se reduce al año de la implantación, pero se mantiene la tendencia de mayor número de plantas de lotus.
- La aplicación de glifosato y su consecuente eliminación casi total de la competencia, marcó superioridad en el establecimiento de plantas de lotus frente al efecto desecante de la aplicación de paraquat. Esta superioridad se mantuvo durante el año de evaluación del ensayo.
- Las diferencias encontradas en número de plantas de lotus a favor de densidades de 13 Kg/há frente a densidades de 10 Kg/há en la implantación, se diluyen al año de la siembra. Densidades de 7 Kg/há tuvieron una tendencia a presentar un menor número de plantas en ambas determinaciones.
- La producción de materia seca del mejoramiento está estrechamente relacionada con el uso o no de herbicidas y no con el método de siembra y densidades utilizadas. En aquellos casos donde no se controló la vegetación preexistente con herbicidas, se detectaron las mayores producciones de materia seca. Controles con glifosato presentan menor producción de materia seca que en los casos donde se aplicó paraquat. A su vez, la producción de materia seca está inversamente relacionada a la calidad del forraje, dado los contenidos porcentuales de lotus en dicha producción. Tratamientos con glifosato dieron mayor porcentaje de lotus, y aquellos sin herbicidas los menores.
- Otra de las consecuencias del uso de herbicidas fue el incremento en el área ocupada por malezas. De los herbicidas utilizados, el glifosato por su modo de acción sistémico total, da lugar a que prosperen malezas en mayor medida que en aplicaciones con paraquat.

- Se concluye a partir de este ensayo, que en el primer año para este mejoramiento extensivo de *Lotus corniculatus*, la siembra directa no ha demostrado capitalizar las ventajas que se le atribuyen (ahorro de semilla, localización del fertilizante, contacto semilla-suelo, etc), ya que siembras al voleo combinadas con controles de la vegetación con herbicidas y densidades de siembra, obtiene similares resultados. Esto es relevante teniendo en cuenta la simplicidad de la siembra al voleo y su menor costo.

## 6. RESUMEN

Se evaluó en el periodo mayo de 1998 a mayo de 1999 la implantación y producción inicial de un mejoramiento de *Lotus corniculatus* sembrado en otoño sobre un suelo Brunosol Eutrico, con pasturas regeneradas luego de varios años de agricultura, perteneciente a la unidad La Carolina. El ensayo fue realizado en un establecimiento privado, ubicado en el paraje Colonia Francia en el Dpto. de Florida. Las condiciones climáticas del período en cuestión se caracterizaron por precipitaciones promedio, a excepción del verano, en el que se produjeron precipitaciones superiores al promedio. Los objetivos perseguidos, fueron comparar los niveles de implantación, establecimiento y producción de un mejoramiento de *Lotus corniculatus*, utilizando dos métodos de siembra, con diferentes controles previos de la vegetación y tres densidades de siembra, y determinar la evolución de su persistencia y producción en el pasaje del primero al segundo año de instalado. El diseño estadístico empleado fue factorial en parcelas subdivididas con tres bloques al azar. Los tratamientos mayores fueron siembras al surco (siembra directa) y en cobertura (voleo), los intermedios fueron la aplicación previa a la siembra de glifosato, paraquat y la no aplicación de herbicidas, y los tratamientos menores correspondieron a la utilización de densidades de 7, 10 y 13 Kg/há. Los resultados arrojaron que en la implantación (plantas de lotus/m<sup>2</sup>), siembras al voleo superaron a siembras al surco, controles con glifosato superaron a aquellos con paraquat y sin herbicida, y densidades de 13 Kg/há lograron mayor implantación que densidades de 10 y 7 Kg/há. Al año, después del primer verano, las diferencias entre los métodos de siembra se diluyen, mientras que controles con glifosato mantienen la superioridad sobre los demás. Las diferencias encontradas entre densidades de 10 y 13 Kg/há desaparecen, mientras que densidades de 7 Kg/há tienden a mantener un menor número de plantas de lotus. La producción de materia seca a los 237 días, fue únicamente afectada por el control previo de la vegetación, en donde el no uso de herbicidas logró las mayores producciones y los controles con glifosato las menores. Esto está inversamente relacionado con la calidad de forraje ofrecido, ya que controles con glifosato presentaron mayor porcentaje de lotus, seguido por los controles con paraquat y por último los tratamientos sin herbicida. Otra variable que fue afectada únicamente por el control previo de la vegetación fue el área ocupada por malezas. El uso de herbicidas determinó los mayores niveles de enmalezamiento; y dentro de ellos el uso de glifosato en mayor medida que el paraquat. Finalmente, se concluye a partir de este ensayo, que en mejoramientos extensivos de *Lotus corniculatus*, la siembra directa no capitalizó las ventajas que se le atribuyen (ahorro de semilla, localización del fertilizante, contacto semilla-suelo, etc), ya que siembras al voleo combinadas con determinados controles previos de la vegetación y densidades de siembra, obtuvieron similares resultados. Esto se hace relevante teniendo en cuenta la simplicidad y menor costo de siembras al voleo.

## 7. SUMMARY

Birdfoot clover (*Lotus corniculatus*) implantation and production were evaluated between may 1998 and may 1999, as affected by the procedure of interseeding it into natural pastures was. The interseeding was made in the 1998 fall on a Typic Argiudol (Brunosol Eutricto), with a natural pasture regenerated after years of agriculture. The experiment was located in a private farm, in the Florida, Uruguay. The weather conditions during the experimental period were close to the average rain, except in the summer, when rainfall was higher than the average. The first objective was to compare Birdfoot clover implantation, and production as affected by two interplanting methods, combined with different vegetation controls, and with three seeding rates. The second objective was to determine the evolution of the interseeded legume population and the pasture production until the beginning of the second year. The experimental design was split-split-plot, in three completely randomised blocks. Major treatments were no-tillage and broadcast planting; intermediate treatments were the previous spraying of glyphosate, paraquat and no herbicide application. Small treatments were the use of 7, 10 and 13 Kg/ha of Lotus seeding rate. The results indicate that broadcast implantation (birthfoot clover plants/m<sup>2</sup>), was higher than no tillage. Vegetation control with glyphosate determined higher implantation than the use of paraquat, and no herbicide use had the smallest implantation. The 13Kg/ha of Lotus seeding rate determined better implantation than 7 and 10 Kg/ha. After the first summer, the differences between interseeding methods disappeared, while glyphosate controls kept supremacy over the others. The differences between 10 and 13 Kg/ha also disappeared, while densities of 7 Kg/ha tended to maintain lower rates of birthfoot clover plants/m<sup>2</sup>. The dry matter production 237 days after planting was only affected by the vegetation control treatments; no herbicide use had the highest dry matter production, and glyphosate control the lowest. This is opposite than pasture quality, because glyphosate control showed the highest dry matter percentage of Lotus, and no herbicide showed the lowest. Another variable that was only affected by the vegetation control treatments was the area occupied by weeds. The use of herbicides caused higher weed population, and between them, glyphosate more than paraquat. The conclusion of this experiment is that for Lotus interseeding in natural pastures, no tillage have not demonstrated hypothesised advantages (seed saving, better fertiliser location, better seed-soil contact, etc.). Broadcast seed distribution, combined with vegetation control with herbicides and adequate planting rates achieved similar results. This is important regarding the simplicity of broadcasting and its lower cost.

## 8. BIBLIOGRAFIA

ABELLA, L.; INDARTE, F. 1997. Comparación de cuatro formas de instalación de praderas consociadas con siembra directa. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 53 p.

ALVAREZ, P.; TREGLIA, M.V. 1997. Implantación de leguminosas en cobertura bajo distintas frecuencias de pastoreo en Basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 67 p.

AMARANTE, O.P.; GARCIA, F.; PEREZ, M. 1997. Siembra directa en sistemas lecheros y ganaderos de la región centro y sur del país. In Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos. García Préchac, F.. Estación Experimental Bañado Medina, Cerro Largo, Facultad de Agronomía. pp. 73 - 86.

ARBELECHE, C.; ITHURSARRY, M. 1996. Manejo de un mejoramiento extensivo. Tesis Ing. Agr., Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 91 p.

ASUAGA, A. 1994. Use and production of *Lotus corniculatus* in Uruguay. In The first international Lotus symposium, (1994, St. Louis, Missouri) Proceedings. St. Louis Missouri. pp. 134 – 137.

AUGSBURGER, H. K. M. 1998. Maquinaria para siembra directa en sistemas agrícola-ganaderos. INIA La Estanzuela. Serie técnica N° 99. 87 p.

BAKER, C.J.; SAXTON, K.E.; RITCHIE, W.R. 1996. No – Tillage Seeding, Science and Practice. Cambridge. CAB International. 258 p.

BAYCE, D.; CALDEYRO, E.; PUPPO, E. 1984. Siembra de gramíneas nativas sobre el tapiz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 235 p.

BENTANCOR, C.; GARCIA, S. 1991. Siembra en cobertura: estudio preliminar del comportamiento de varias especies (gramíneas y leguminosas). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 191 p.

BERRETTA, E.; RISSO, D. 1995. Mejoramiento de campos en suelos sobre Cristalino. In Producción y manejo de pasturas. INIA Tacuarembó. Serie técnica N° 80. pp. 193 – 211.

BORDOLI, J.M. 1997. Dinámica de nutrientes y fertilización en siembra directa. In Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos. García Préchac, F.. Estación Experimental Bañado Medina, Cerro Largo, Facultad de Agronomía. pp. 25 – 30.



CARAM, R.; IRAOLA, M.; SOUVIE, J. 1996. Factores restrictivos que afectan la implantación de leguminosas en pasturas naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 31 p.

CARAMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo. Hemisferio Sur. 464 p.

\_\_\_\_\_; AYALA, W.; CARRIQUIRY, E.; BERMUDEZ, R. 1994. Siembras de mejoramientos en cobertura. INIA Treinta y Tres. Boletín de divulgación N° 46. 19 p.

\_\_\_\_\_. 1995. Mejoramientos extensivos: fundamentos. INIA Tacuarembó. Serie técnica N° 80. pp. 241 – 245.

\_\_\_\_\_. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Agropecuaria Hemisferio Sur SRL. 524 p.

\_\_\_\_\_. 1997. Actualización de información tecnológica sobre pasturas en producción extensiva. INIA. Serie técnica N° 13. pp. 7 - 11.

✓ CASTRILLON, A.; 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. 264p.

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

DEBELLIS, R.; GOÑI, C.; MELLO, J.L.; SANTANA, P. 1995. Respuesta a mejoramientos en cobertura sobre campos regenerados, bajo cinco frecuencias de pastoreo (Unidad de suelos San Manuel). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 200 p.

EVERS, G.W. 1995. Methods of rose clover establishment into bermudagrass sod. J. of Prod. Agric. 8 (3): 366 – 368.

✓ FERENCZI, M.E.; JAURENA, M.A.; LABANDERA, C.M. 1997. Establecimiento y producción inicial de mejoramientos de campo realizados en cobertura y siembra directa, con diferentes tipos y dosis de herbicida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 59 p.

✓ FERNANDEZ, P.; GARCIA, J.; GARESE, J.J.; RAPP, M. 1994. Estudio sobre la implantación de mejoramientos en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 121 p.

FLORIDA AGRICULTURAL INFORMATION RETRIEVAL SYSTEM.1998. Paraquat. <http://www.hammock.lfas.ufl.edu/txt/fairs/52855>.

FONTANETTO, H.; KELLER, O. 1998. La siembra directa de forrajeras en el centro de Santa Fe. *In* Siembra directa. Panigatti, J.L.; Marelli, H.; Buschiazzo, D.; Gil, R.. Buenos Aires. pp 287 – 299.

FORMOSO, F. 1993. Lotus Corniculatus. Performance forrajera y características agronómicas asociadas. INIA La Estanzuela. Serie técnica N° 37. 20 p.

GARCIA PRECHAC, F. 1998. Fundamentos de la siembra directa y su utilización en el Uruguay. <http://www.me://C:\WTN98\siembra directa.nun>.

\_\_\_\_\_ ; MARCHESI E.; PEREZ GOMAR, E. 1998. Lotus consociado con avena en SD vs. lotus en cobertura con distintos tipos y dosis de herbicidas sobre suelos de basalto. *In* II Reuniao sul – brasileira de ciencia do solo “Manejo sustentavel do solo”. Resumos expandidos. Sociedade brasileira de ciencia do solo. Nucleo regional sul. 4 – 6 Novembro de 1998. Santa Maria. RS. pp. 259 – 262.

LA PAZ, A.; PEREZ, M.; ROBATTO, R. 1994. Implantación de especies sembradas en cobertura sobre Basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 137 p.

LOWTHER, W.L.; HORRELL, R.F.; FRASER, W.J.; TRAINOR, K.D.; JOHNSTONE, P.D. 1996. Effectiveness of a strip seeder direct drill for pasture establishment. *Soil and Tillage Research* (38). pp. 161 – 174.

MARCHESI, E. 1996. Siembra directa en Uruguay: observaciones y resultados de tres experiencias realizadas por AUSID. *In* AUSID 4ª Jornada nacional de siembra directa. Mercedes 4 de octubre de 1996.

MARTINO, D. 1994. Agricultura sostenible y siembra directa. INIA La Estanzuela. Serie técnica N° 50. 29 p.

\_\_\_\_\_. 1995. El herbicida Glifosato: su manejo más allá de la dosis por hectárea. INIA La Estanzuela. Serie técnica N° 61. 26 p.

\_\_\_\_\_. 1997. Manejo de la compactación de suelos en sistemas agrícola-ganaderos con siembra directa. *In* Jornada de siembra directa 4/12/97. VII Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Montevideo, Uruguay. pp. 35-38.

\_\_\_\_\_. 1997. Siembra directa en los sistemas agrícola-ganaderos del litoral. INIA La Estanzuela. Serie técnica N° 82. 28 p.

MELGAR, R.; DIAZ ZORITA, M. 1997. La fertilización de cultivos y pasturas. Buenos Aires. Hemisferio Sur. 259 p.

\_\_\_\_\_. 1998. El manejo de la fertilización en la siembra directa. In Siembra directa. Panigatti, J.L.; Marelli, H.; Buschiazso, D.; Gil, R.. Buenos Aires. pp 97 – 105.

MILLOT, J.C.; RISSO, D.; METHOL, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Informe técnico. CHPA, FUCREA. 200 p.

MINISTERIO DE AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCION DE SUELOS Y FERTILIZANTES 1976. Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay. Tomo I. Clasificación de Suelos. Montevideo. Imprenta del Ejército. 83 p.

\_\_\_\_\_. 1979. Carta de Reconocimiento de Suelos del Uruguay. Tomo III. Descripción de las Unidades de Suelos. Montevideo. Imprenta del Ejército. 452 p.

MINUTI, A.; RUCKS, M<sup>a</sup>.F.; SILVEIRA, G.E. 1996. Dinámica de la implantación de leguminosas en cobertura sobre pasturas naturales de Basalto profundo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. 92 p.

OLMOS, F. 1991. Mejoramiento de pasturas naturales. Región noreste. In Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. INIA. Montevideo, Uruguay. Serie técnica N° 13. pp. 91 – 102.

PERZ GOMAR, E.; GARCIA, F. 1993. Manejo de suelos arenosos en Tacuarembó. In INIA. Serie técnica N° 33. pp. 5 - 22.

PLAN AGROPECUARIO. 1987. Inoculación de leguminosas forrajeras. Revista Plan Agropecuario N° 42. pp. 45 – 47.

REUNIAO SUL – BRASILEIRA DE CIENCIA DO SOLO, MANEJO SUSTENTAVEL DO SOLO (II, 1998, SANTA MARIA-RS). 1998. Resumos expandidos. Santa Maria. NRS – SBCS. 321 p.

RIMOLO, M.M. 1998. Procesos microbiológicos del suelo. In Siembra directa. Panigatti, J.L.; Marelli, H.; Buschiazso, D.; Gil, R. Buenos Aires. pp 117 – 126.

RISSO, D. 1992. Mejoramientos extensivos: Alternativas disponibles y promisorias. In Jornadas de pasturas para sistemas ganaderos (1992 Cerro Colorado). Florida, Uruguay, Secretariado Uruguayo de la Lana. pp. 14 – 19.

\_\_\_\_\_; BERRETTA, E.J.; MORON, A. 1996. Producción y manejo de pasturas In Seminario técnico (17 – 19 oct. 1995) INIA Tacuarembó. 246 p.

\_\_\_\_\_. 1997. 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. INIA. Serie técnica N° 13. pp. 71 – 82.

\_\_\_\_\_; BERRETTA, E.J. 1997. Mejoramiento de campos. In Curso de actualización sobre siembra directa y conservación de suelos. García Préchac, F.. Estación Experimental Bañado Medina, Cerro Largo, Facultad de Agronomía. pp. 65 – 71.

SEMINARIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, (I, 1995, PASSO FUNDO, RIO GRANDE DO SUL – BRASIL). 1995. Resumos. Passo Fundo, RS. EMBRAPA-CNPT. 181 p.

SEMINARIO INTERNACIONAL DO SISTEMA PLANTIO DIRETO, (II, 1997, PASSO FUNDO, RIO GRANDE DO SUL – BRASIL). 1997. Anais. Passo Fundo, RS. EMBRAPA-CNPT. 298 p.

VALENTI, D. 1997. Adopción de la siembra directa en un establecimiento lechero. In Jornada de siembra directa 4/12/97. VII Congreso Nacional de Ingeniería Agronómica. Montevideo, Uruguay. pp. 3-8.

## 9. ANEXOS

**ANEXO 1 : CONTENIDO DE FOSFORO (PPM) EN SUELO SEGUN METODO DE SIEMBRA (P BRAY N° 1).**

IDENTIFICACION	N° MUESTRA	ppm. FOSFORO
B1 voleo 0-5 cm	1	27
B1 surco entrefila 0-5 cm	2	23
B1 surco surco 0-5 cm	3	33
B1 voleo 5-10 cm	4	11
B1 surco entrefila 5-10 cm	5	10
B1 surco surco 5-10 cm	6	12
B2 voleo 0-5 cm	7	30
B2 surco entrefila 0-5 cm	8	23
B2 surco surco 0-5 cm	9	31
B2 voleo 5-10 cm	10	8
B2 surco entrefila 5-10 cm	11	9
B2 surco surco 5-10 cm	12	11
B3 voleo 0-5 cm	13	26
B3 surco entrefila 0-5 cm	14	26
B3 surco surco 0-5 cm	15	35
B3 voleo 5-10 cm	16	7
B3 surco entrefila 5-10 cm	17	9
B3 surco surco 5-10 cm	18	13

B= BLOQUE

ANEXO 2: TABLAS DE ANALISIS DE VARIANZA.

NUMERO DE PLANTAS DE LOTUS/m<sup>2</sup> A LOS 143 DIAS DE LA SIEMBRA

Fuente de Variación	Gl.	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
<b>REP</b>	2	26027.70	13013.85		
<b>MSI</b>	1	1232.67	1232.67		
V vs S	1	1232.67	1232.67	14.33	0.0632
<b>Error (a)</b> REP*MSI	2	172.00	86.00		
<b>TCV</b>	2	11337.04	5668.52		
SH vs OTR	1	4667.59	4667.59	5.84	0.0474
P vs G	1	6669.44	6669.44	7.83	0.0233
<b>MSI*TCV</b>	2	4644.00	2322.00		
V vs S, SH vs OTR	1	675.00	675.00	0.79	0.3995
V vs S, P vs G	1	3969.00	3969.00	4.66	0.0630
<b>Error (b)</b> REP*MSI*TCV	8	6818.07	852.26		
<b>SEM</b>	2	26822.37	13411.19		
7 vs OTR	1	6558.37	6558.37	2.55	0.1237
10 vs 13	1	20164.00	20164.00	7.71	0.0105
<b>MSI*SEM</b>	2	1923.11	961.56		
V vs S, 7 vs OTR	1	1281.33	1281.33	0.49	0.4907
V vs S, 10 vs 13	1	641.78	641.78	0.25	0.6249
<b>TCV*SEM</b>	4	3950.07	987.52		
SH vs OTR, 7 vs OTR	1	1005.35	1005.35	0.38	0.5411
SH vs OTR, 10 vs 13	1	0.50	0.50	0.00	0.9891
P vs G, 7 vs OTR	1	1440.06	1440.06	0.55	0.4653
P vs G, 10 vs 13	1	1504.17	1504.17	0.58	0.4556
<b>MSI*TCV*SEM</b>	4	5258.22	1314.56		
V vs S, SH vs OTR, 7 vs OTR	1	2128.17	2128.17	0.81	0.3760
V vs S, SH vs OTR, 10 vs 13	1	3016.06	3016.06	1.15	0.2936
V vs S, P vs G, 7 vs OTR	1	112.50	112.50	0.04	0.8375
V vs S, P vs G, 10 vs 13	1	1.50	1.50	0.00	0.9811
<b>Error (c)</b> REP*MSI*TCV*SEM	24	62776.89	2615.70		

REP: repetición; MSI: método de siembra; V: voleo; S: surco; TCV: control de la vegetación; P: paraquat; G: glifosato; SH: sin herbicida; OTR: otros; SEM: densidad de siembra; 7, 10, 13: densidades de siembra (Kg/há).

PRODUCCION DE MATERIA SECA (Kg/há) A LOS 237 DIAS DE LA  
SIEMBRA

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
<b>REP</b>	2	4745609.37	2372804.69		
<b>MSI</b>	1	187620.17	187620.17		
V vs S	1	187620.17	187620.17	0.88	0.4464
<b>Error (a)</b> REP*MSI	2	424580.33	212290.17		
<b>TCV</b>	2	4545094.93	2272547.46		
SH vs OTR	1	3372566.89	3372566.89	31.43	0.0005
P vs G	1	1172528.03	1172528.03	10.93	0.0108
<b>MSI*TCV</b>	2	983978.77	491989.39		
V vs S, SH vs OTR	1	8164.08	8164.08	0.08	0.7897
V vs S, P vs G	1	975814.70	975814.70	9.09	0.0167
<b>Error (b)</b> REP*MSI*TCV	8	858339.63	107292.45		
<b>SEM</b>	2	41405.15	20702.57		
7 vs OTR	1	2398.90	2398.90	0.01	0.9090
10 vs 13	1	39006.25	39006.25	0.22	0.6454
<b>MSI*SEM</b>	2	69940.11	34970.06		
V vs S, 7 vs OTR	1	18486.75	18486.75	0.10	0.7511
V vs S, 10 vs 13	1	51453.36	51453.36	0.29	0.5974
<b>TCV*SEM</b>	4	1322404.96	330601.24		
SH vs OTR, 7 vs OTR	1	10402.78	10402.78	0.06	0.8119
SH vs OTR, 10 vs 13	1	57291.13	57291.13	0.32	0.5775
P vs G, 7 vs OTR	1	1160.01	1160.01	0.01	0.9366
P vs G, 10 vs 13	1	1253551.04	1253551.04	6.98	0.0143
<b>MSI*TCV*SEM</b>	4	753111.11	188277.78		
V vs S, SH vs OTR, 7 vs OTR	1	134251.04	134251.04	0.75	0.3958
V vs S, SH vs OTR, 10 vs 13	1	149513.35	149513.35	0.83	0.3706
V vs S, P vs G, 7 vs OTR	1	417545.68	417545.68	2.32	0.1404
V vs S, P vs G, 10 vs 13	1	51801.04	51801.04	0.29	0.5962
<b>Error (c)</b> REP*MSI*TCV*SEM	24	4310373.33	179598.89		

CONTRIBUCION PORCENTUAL DEL LOTUS A LOS 237 DIAS DE LA  
SIEMBRA

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
<b>REP</b>	2	770.33	385.17		
<b>MSI</b>	1	18.96	18.96		
V vs S	1	18.96	18.96	0.14	0.7479
<b>Error (a)</b> REP*MSI	2	279.37	139.69		
<b>TCV</b>	2	6696.78	3348.39		
SH vs OTR	1	5002.08	5002.08	6.99	0.0295
P vs G	1	1694.69	1694.69	2.37	0.1624
<b>MSI*TCV</b>	2	288.26	144.13		
V vs S,SH vs OTR	1	4.90	4.90	0.01	0.9361
V vs S,P vs G	1	283.36	283.36	0.40	0.5467
<b>Error (b)</b> REP*MSI*TCV	8	5724.30	715.54		
<b>SEM</b>	2	1548.00	774.00		
7 vs OTR	1	972.00	972.00	3.50	0.0737
10 vs 13	1	576.00	576.00	2.07	0.1629
<b>MSI*SEM</b>	2	1329.04	664.52		
V vs S,7 vs OTR	1	635.59	635.59	2.29	0.1436
V vs S,10 vs 13	1	693.44	693.44	2.49	0.1273
<b>TCV*SEM</b>	4	565.55	141.39		
SH vs OTR,7 vs OTR	1	450.66	450.66	1.62	0.2151
SH vs OTR,10 vs 13	1	18.00	18.00	0.06	0.8013
P vs G,7 vs OTR	1	64.22	64.22	0.23	0.6351
P vs G,10 vs 13	1	32.67	32.67	0.12	0.7347
<b>MSI*TCV*SEM</b>	4	1249.41	312.35		
V vs S,SH vs OTR,7 vs OTR	1	106.96	106.96	0.38	0.5409
V vs S,SH vs OTR,10 vs 13	1	5.56	5.56	0.02	0.8888
V vs S,P vs G,7 vs OTR	1	174.22	174.22	0.63	0.4363
V vs S,P vs G,10 vs 13	1	962.67	962.67	3.46	0.0750
<b>Error (c)</b> REP*MSI*TCV*SEM	24	6671.33	277.97		



CONTRIBUCION PORCENTUAL DE LA VEGETACION NATURAL A LOS 237  
DIAS DE LA SIEMBRA

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
<b>REP</b>	2	770.33	385.17		
<b>MSI</b>	1	18.96	18.96		
V vs S	1	18.96	18.96	0.14	0.7479
<b>Error (a)</b> REP*MSI	2	279.37	139.69		
<b>TCV</b>	2	6696.78	3348.39		
SH vs OTR	1	5002.08	5002.08	6.99	0.0295
P vs G	1	1694.69	1694.69	2.37	0.1624
<b>MSI*TCV</b>	2	288.26	144.13		
V vs S,SH vs OTR	1	4.90	4.90	0.01	0.9361
V vs S,P vs G	1	283.36	283.36	0.40	0.5467
<b>Error (b)</b> REP*MSI*TCV	8	5724.30	715.54		
<b>SEM</b>	2	1548.00	774.00		
7 vs OTR	1	972.00	972.00	3.50	0.0737
10 vs 13	1	576.00	576.00	2.07	0.1629
<b>MSI*SEM</b>	2	1329.04	664.52		
V vs S,7 vs OTR	1	635.59	635.59	2.29	0.1436
V vs S,10 vs 13	1	693.44	693.44	2.49	0.1273
<b>TCV*SEM</b>	4	565.56	141.39		
SH vs OTR,7 vs OTR	1	450.67	450.67	1.62	0.2151
SH vs OTR,10 vs 13	1	18.00	18.00	0.06	0.8013
P vs G,7 vs OTR	1	64.22	64.22	0.23	0.6351
P vs G,10 vs 13	1	32.67	32.67	0.12	0.7347
<b>MSI*TCV*SEM</b>	4	1249.41	312.35		
V vs S,SH vs OTR,7 vs OTR	1	106.96	106.96	0.38	0.5409
V vs S,SH vs OTR,10 vs 13	1	5.56	5.56	0.02	0.8888
V vs S,P vs G,7 vs OTR	1	174.22	174.22	0.63	0.4363
V vs S,P vs G,10 vs 13	1	962.67	962.67	3.46	0.0750
<b>Error (c)</b> REP*MSI*TCV*SEM	24	6671.33	277.97		

NUMERO DE PLANTAS DE LOTUS/m<sup>2</sup> A LOS 378 DIAS DE LA SIEMBRA

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
<b>REP</b>	2	37.81	18.91		
<b>MSI</b>	1	2.24	2.24		
V vs S	1	2.24	2.24	0.77	0.4726
<b>Error (a)</b> REP*MSI	2	5.81	2.91		
<b>TCV</b>	2	25.48	12.74		
SH vs OTR	1	9.48	9.48	3.00	0.1213
P vs G	1	16.00	16.00	5.07	0.0545
<b>MSI*TCV</b>	2	4.59	2.30		
V vs S,SH vs OTR	1	0.59	0.59	0.19	0.6763
V vs S,P vs G	1	4.00	4.00	1.27	0.2930
<b>Error (b)</b> REP*MSI*TCV	8	25.26	3.16		
<b>SEM</b>	2	13.59	6.80		
7 vs OTR	1	8.90	8.90	2.38	0.1361
10 vs 13	1	4.69	4.69	1.25	0.2737
<b>MSI*SEM</b>	2	3.37	1.69		
V vs S,7 vs OTR	1	1.12	1.12	0.30	0.5892
V vs S,10 vs 13	1	2.25	2.25	0.60	0.4456
<b>TCV*SEM</b>	4	10.63	2.66		
SH vs OTR,7 vs OTR	1	0.12	0.12	0.03	0.8618
SH vs OTR,10 vs 13	1	2.35	2.35	0.63	0.4360
P vs G,7 vs OTR	1	1.13	1.13	0.30	0.5885
P vs G,10 vs 13	1	7.04	7.04	1.88	0.1827
<b>MSI*TCV*SEM</b>	4	9.30	2.32		
V vs S,SH vs OTR,7 vs OTR	1	0.005	0.005	0.00	0.9722
V vs S,SH vs OTR,10 vs 13	1	6.13	6.13	1.64	0.2129
V vs S,P vs G,7 vs OTR	1	1.13	1.13	0.30	0.5885
V vs S,P vs G,10 vs 13	1	2.04	2.04	0.55	0.4672
<b>Error (c)</b> REP*MSI*TCV*SEM	24	89.78	3.74		

PRODUCCION DE MATERIA SECA (Kg/há) A LOS 378 DIAS DE LA  
SIEMBRA

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
<b>REP</b>	2	577812.53	288906.26		
<b>MSI</b>	1	533354.57	533354.57		
V vs S	1	533354.57	533354.57	1.99	0.2941
<b>Error (a)</b> REP*MSI	2	537085.66	268542.83		
<b>TCV</b>	2	9617322.91	4808661.45	19.11	0.0001
SH vs OTR	1	6437039.19	6437039.19	14.95	0.0048
P vs G	1	3180283.72	3180283.72	7.39	0.0263
<b>MSI*TCV</b>	2	1942533.45	971266.73		
V vs S,SH vs OTR	1	352114.00	352114.00	0.82	0.3922
V vs S,P vs G	1	1590419.45	1590419.45	3.69	0.0908
<b>Error (b)</b> REP*MSI*TCV	8	3444591.05	430573.88		
<b>SEM</b>	2	514114.97	257057.49		
7 vs OTR	1	39545.54	39545.54	0.16	0.6953
10 vs 13	1	474569.43	474569.43	1.89	0.1824
<b>MSI*SEM</b>	2	864979.02	432489.51		
V vs S,7 vs OTR	1	761151.14	761151.14	3.02	0.0948
V vs S,10 vs 13	1	103827.88	103827.88	0.41	0.5268
<b>TCV*SEM</b>	4	1527363.73	381840.93		
SH vs OTR,7 vs OTR	1	76560.15	76560.15	0.30	0.5864
SH vs OTR,10 vs 13	1	119504.27	119504.27	0.47	0.4974
P vs G,7 vs OTR	1	642224.11	642224.11	2.55	0.1233
P vs G,10 vs 13	1	689075.20	689075.20	2.74	0.1110
<b>MSI*TCV*SEM</b>	4	803411.58	200852.90		
V vs S,SH vs OTR,7 vs OTR	1	148662.73	148662.73	0.59	0.4497
V vs S,SH vs OTR,10 vs 13	1	98764.20	98764.20	0.39	0.5369
V vs S,P vs G,7 vs OTR	1	302469.57	302469.57	1.20	0.2838
V vs S,P vs G,10 vs 13	1	253515.09	253515.09	1.01	0.3256
<b>Error (c)</b> REP*MSI*TCV*SEM	24	6040490.77	251687.12		

AREA OCUPADA POR MALEZAS (%) A LOS 378 DIAS DE LA SIEMBRA

Fuente de Variación	GL	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Valor de F	Pr > F
<b>REP</b>	2	77.78	38.89		
<b>MSI</b>	1	68.91	68.91		
V vs S	1	68.91	68.91	0.47	0.5653
<b>Error (a)</b> REP*MSI	2	275.91	147.85		
<b>TCV</b>	2	5077.78	2538.89	19.73	0.0001
SH vs OTR	1	4800.00	4800.00	70.72	0.0001
P vs G	1	277.78	277.78	4.09	0.0777
<b>MSI*TCV</b>	2	113.04	56.52		
V vs S,SH vs OTR	1	59.26	59.26	0.87	0.3774
V vs S,P vs G	1	53.78	53.78	0.79	0.3994
<b>Error (b)</b> REP*MSI*TCV	8	542.96	67.87		
<b>SEM</b>	2	262.11	131.06		
7 vs OTR	1	27.00	27.00	0.21	0.6511
10 vs 13	1	235.11	235.11	1.83	0.1891
<b>MSI*SEM</b>	2	300.48	150.24		
V vs S,7 vs OTR	1	0.04	0.04	0.00	0.9866
V vs S,10 vs 13	1	300.44	300.44	2.33	0.1396
<b>TCV*SEM</b>	4	27.11	6.78		
SH vs OTR,7 vs OTR	1	13.50	13.50	0.10	0.7488
SH vs OTR,10 vs 13	1	9.39	9.39	0.07	0.7894
P vs G,7 vs OTR	1	2.72	2.72	0.02	0.8856
P vs G,10 vs 13	1	1.50	1.50	0.01	0.9149
<b>MSI*TCV*SEM</b>	4	248.74	62.19		
V vs S,SH vs OTR,7 vs OTR	1	29.63	29.63	0.23	0.6357
Vvs S,SH vs OTR,10 vs 13	1	80.22	80.22	0.62	0.4376
V vs S,P vs G,7 vs OTR	1	138.89	138.89	1.08	0.3092
V vs S,P vs G,10 vs 13	1	0.00	0.00	0.00	1.0000
<b>Error (c)</b> REP*MSI*TCV*SEM	24	3088.89	128.70		