

UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**IMPLANTACIÓN DE GRAMÍNEAS Y
LEGUMINOSAS SOBRE LADERA DE
BASALTO PROFUNDO**

por

Jaime GONZALEZ TALICE
Daniel PIPPOLO CAFFAREL

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
1999

Tesis aprobada por:

Director: Juan Carlos Millot
Juan Bologna
Silvia Saidanha

Fecha: 14 de Diciembre de 1999

Autor: Jaime González Talice
Daniel Pippolo Caffare!

AGRADECIMIENTOS

Al Prof. Juan Carlos Millot, referente constante, por sus invaluables aportes y enseñanzas.

Al Ing. Agr. Andrés Ganzabal, por la realización del estudio estadístico y su constante apoyo.

A los Ing Agr. Silvia Saldanha y Juan Bologna por su ayuda en el relevamiento de datos y su apoyo.

A los funcionarios de la Cátedra de Forrajeras de la EESA por su siempre buena disposición.

A los funcionarios de la Biblioteca de la Facultad de Agronomía por su gran tolerancia y ayuda en colaboración en la búsqueda de material de consulta.

Tabla de Contenido

<i>Página de aprobación.....</i>	II
<i>Agradecimientos.....</i>	III
<i>Tabla de contenido.....</i>	IV
 <i>1 introducción.....</i>	 I
2 Revisión bibliográfica.....	3
2.1 Factores y Procesos que afectan la implantación.....	3
2.1.1 Factores Ambientales.....	3
2.1.2 Germinación y Emergencia.....	8
2.1.3 Establecimiento y Supervivencia.....	20
2.2 Efecto de las variables de manejo.....	22
2.2.1 Fertilización.....	22
2.2.2 Época de Siembra.....	29
2.2.3 Densidad de siembra.....	32
2.2.4 Inoculación y Peleteado.....	33
2.2.5 Métodos de Siembra.....	35
2.2.6 Tratamiento Previo del Tapiz.....	36
2.3 Efecto de la vegetación residente.....	48
2.3.1 Cobertura.....	48
2.3.2 Competencia.....	52
2.4 Comportamiento de las Especies en cobertura.....	55
2.4.1 Gramíneas.....	56
2.4.2 Leguminosas.....	61
3 Materiales y Métodos.....	68
3.1 Ubicación.....	68
3.2 Estructura del Tapiz.....	68
3.3 Composición botánica y Caracterización del Tapiz.....	69
3.4 Condiciones Climáticas.....	70
3.5 Diseño Experimental.....	71
3.6 Manejo del Experimento.....	72
3.6.1 Tratamiento del Tapiz.....	72
3.6.2 Siembra y Fertilización.....	72
3.7 Registro de Datos.....	73
3.8 Análisis Estadístico.....	73
4 Resultados y Discusión.....	75
4.1 Condiciones Climáticas.....	75
4.2 Análisis Estadístico.....	76
4.3 Implantación.....	76
4.3.1 Efecto de la posición topográfica.....	77
4.3.2 Efecto de las Especies.....	78
4.4 Dinámica de la Implantación.....	81
4.4.1 Efectos de la posición topográfica.....	81

4.4.2 Comportamiento de las especies.....	83
4.4.3 Leguminosas.....	83
4.4.4 Gramíneas.....	88
4.4.5 Conclusiones.....	92
4.5 Estudio de la Velocidad de Desarrollo.....	92
4.5.1 Gramíneas.....	93
4.5.2 Leguminosas.....	94
4.6 Efecto de los Componentes del Tapiz.....	95
4.6.1 Efecto según Ladera y Familia.....	96
4.6.2 Evaluación del efecto por especie.....	99
4.6.3 Consideraciones generales del efecto de los Componentes del Tapiz sobre la Implantación.....	102
4.6.4 Dinámica de la Implantación.....	103
4.7 Análisis de Adaptación Ambiental.....	105
4.7.1 Leguminosas.....	107
4.7.2 Gramíneas.....	109
5 CONCLUSIONES.....	111
6 BIBLIOGRAFÍA.....	112
7 ANEXO.....	124
7.1 Efecto de la aplicación de herbicida sobre el establecimiento y la sobrevivencia.....	124
7.2 Comportamiento de los Ecotipos en Siembras en Cobertura.....	124
7.3 Efecto de la fertilización.....	128
7.4 Efecto de la especie y la posición topográfica.....	128
7.5 Índice de plantas encontradas sobre esperadas según tipo de cobertura.....	130

Lista de Cuadros

Tabla 2.3-1 Efecto del tipo de cobertura en la superficie del suelo. (Adaptado de Cook y Dolby, 1981)	50
Tabla 2.4-1 Implantación de Gramíneas en Cobertura (% de implantación)	56
Tabla 3.3-1 Composición Botánica del Tapiz.	69
Tabla 3.3-2 Relaciones dentro de las Gramíneas (%)	70
Tabla 3.4-1 Temperatura y precipitaciones	71
Tabla 3.4-2 Registros de temperaturas y heladas.	71
Tabla 3.6-1 Densidad de siembra y características de las semillas	72
Tabla 3.8-1 Coeficientes de ponderación para el índice de velocidad de desarrollo	73
Tabla 4.3-1 Implantación por Especie a 120 días	78
Tabla 4.6-1 Índice del efecto de los componentes del tapiz según Familia y Posición Topográfica.	96
Tabla 4.7-1 Gradiente Ambiental medio en la implantación (120 días) en Gramíneas y Leguminosas (pl/m ²).	106
Tabla 7.1-1 Efecto del Herbicida sobre el Establecimiento y Supervivencia	124
Tabla 7.2-1 Implantación de Bromus auleticus (% de implantación)	124
Tabla 7.2-2 Implantación de Bromus commutatus (% de implantación)	125
Tabla 7.2-3 Implantación de Bromus lanceolatus (% de implantación)	125
Tabla 7.2-4 Implantación de Lolium multiflorum (% de implantación)	125
Tabla 7.2-5 Implantación de Festuca arundinacea (% de implantación)	125
Tabla 7.2-6 Implantación de Lotus corniculatus (% de implantación) ^a	126
Tabla 7.2-7 Implantación de Trifolium repens (% de implantación) ^a	126
Tabla 7.2-8 Implantación de Trifolium pratense (% de implantación) ^a	126
Tabla 7.2-9 Implantación de Lotus tenuis (% de implantación) ^a	127
Tabla 7.2-10 Implantación de Lotus subbiflorus (% de implantación) ^a	127
Tabla 7.3-1 Efecto del Fertilizante (N° plantas/m ²)	128
Tabla 7.3-2 Efecto del Fertilizante según posición topográfica (N° plantas/m ²)	128

Tabla 7.4-1 Especies de Gramíneas por posición topográfica (pl/m²)	128
Tabla 7.4-2 Especies de Leguminosas por posición topográfica (pl/m²)	129
Tabla 7.5-1 Plantas obtenidas y esperadas según cobertura del suelo en Ladera alta a los 30 días.	130
Tabla 7.5-2 Plantas obtenidas y esperadas según cobertura del suelo en Ladera alta a los 120 días.	130
Tabla 7.5-3 Plantas obtenidas y esperadas según cobertura del suelo en Ladera baja a los 30 días.	130
Tabla 7.5-4 Plantas obtenidas y esperadas según cobertura del suelo en Ladera baja a los 120 días	131
Tabla 7.5-5 Plantas encontradas sobre esperadas por especie.	131

1 INTRODUCCIÓN

Las pasturas naturales constituyen el principal recurso forrajero que sustenta la producción animal en nuestro país, ocupando el 85% del área de pastoreo total. Las limitaciones en cantidad y calidad del forraje ofrecido por el tapiz natural, como su distribución anual y variaciones entre años son una de las restricciones mayores de la productividad pecuaria del Uruguay.

Mediante la incorporación de elementos limitantes como nitrógeno (N) (ya sea como fertilizante o biológicamente), fósforo (P_2O_5) y especies de alta capacidad de respuesta con ciclos productivos complementarios a la producción del tapiz natural, se busca elevar la oferta forrajera a un nuevo equilibrio más productivo que permita una mayor extracción del sistema, mediante dos formas: la contribución directa de las especies introducidas y por el aumento de la disponibilidad de nitrógeno para las gramíneas nativas e introducidas.

Es así que la utilización de mejoramientos extensivos ha permitido aumentar la producción y calidad del campo natural en importantes zonas del país, equilibrando el aporte de forraje de acuerdo a los requerimientos animales, optimizando el aporte del campo natural y permitiendo un manejo más adecuado del mismo.

La facilidad de implementación por el bajo costo para ajustar las necesidades de infraestructura, los menores riesgos de erosión y la menor distorsión del equilibrio natural, se anotan como ventajas de este tipo de mejoramientos frente a las praderas convencionales. A su vez la mayor aleatoriedad mostrada en la implantación aparece como la mayor restricción y el mayor riesgo de los mejoramientos extensivos, aunque en casos de fracaso las condiciones del tapiz se encontrarán al menos en similares condiciones a las originales.

Los estudios realizados sobre el tema se han basado principalmente en establecer medidas de manejo tales como densidades de siembra, método de siembra, y manejo previo del tapiz natural, sin mayor énfasis en las diferencias en los requerimientos de las especies, variedades y ecotipos.

A su vez la lista de variedades recomendadas se basa en evaluaciones hechas en siembras convencionales; dadas las condiciones diferentes para la implantación que se encuentran en siembras sobre el tapiz (competencia interespecífica, estructura del tapiz, contacto semilla suelo, humedad, profundidad y dureza del suelo) aparecen como importantes características como velocidad de germinación y crecimiento inicial, aspectos de la semillazón,

así como aspectos morfológicos y fisiológicos de la plántula y de las semillas, que no se manifiestan en la misma medida en condiciones de siembras convencionales e influirían en la adaptación de las especies a las condiciones ambientales específicas (edáficas y topográficas) del tapiz en que se desarrollan.

A su vez existen en el país un gran número de especies subespontáneas y nativas, así como otras introducidas que han sobrevivido mucho tiempo bajo pastoreo y gozan de una gran adaptación climática, edáfica y al pastoreo lograda en base a selección natural.

El presente trabajo se enmarca dentro del proyecto de "Evaluación de Especies en cobertura sobre Campo Natural" con el fin de evaluar la etapa de implantación de un importante número de especies y variedades nativas o subespontáneas que aparecen como promisorias para mejoramientos extensivos, así como también variedades recomendadas para siembras convencionales, que por su adaptación podrían responder bien a siembras sobre el tapiz.

En una etapa preliminar se cuantificó la implantación de las especies y variedades prospectadas en las tres estaciones experimentales de la Facultad de Agronomía, sobre 5 suelos distintos, sobre diferentes pasturas, condiciones del tapiz, épocas de siembra y fertilización.

En ésta segunda etapa, luego de haber depurado el germoplasma, se estudiaron doce especies y variedades en la Estación Experimental San Antonio, Salto, sobre dos condiciones topográficas, evaluando la dinámica de implantación a través de cuatro conteos cada treinta días, su velocidad de desarrollo según su estado fenológico (cotiledón/coleoptile, primera hoja, segunda o más hojas), la respuesta a la fertilización al momento de la siembra y la cobertura del suelo en el lugar de implantación ("nicho").

2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 Factores y Procesos que afectan la implantación

Dentro del estudio de la capacidad adaptativa de las especies para ser introducidas a la pastura nativa, la revisión de los procesos que afectan el desarrollo de las plántulas y su sobrevivencia toma real importancia.

Los procesos involucrados en la implantación comienzan con la germinación de la semilla, emergencia y culminan con el establecimiento de la plántula, cuando ésta se independiza de las reservas seminales y es capaz de competir con los individuos que la rodean (Plummer 1943, Wellington 1966, citados por Bologna y Hill 1992; Whalley 1966, Ries y Svejcar 1991).

2.1.1 Factores Ambientales

Las condiciones ambientales en siembras en el tapiz son más severas para el desarrollo de las plántulas que las que ocurren en condiciones de sementera preparada con la semilla enterrada. En ésta situación la semilla se encuentra desprotegida quedando expuesta a las rápidas fluctuaciones del ambiente en la interfase suelo-aire. De ésta manera los factores climáticos toman una relevancia especial en el desarrollo de las etapas iniciales del ciclo de vida de las plantas en este tipo de siembras.

2.1.1.1 Temperatura

La temperatura incide marcadamente en la distribución geográfica de las especies, dado que existen mecanismos de adaptación por parte de las mismas que están relacionados con dicho factor climático (Methol y Solari, 1994).

Se ha encontrado una gran variación entre especies y variedades en cuanto al rango de temperatura adecuado para la germinación y desarrollo inicial de las plántulas, determinando importantes implicancias en posteriores relaciones de competencia, en siembras en el tapiz, con plantas que se desarrollan tardíamente (Risso, 1991)

En regiones donde la temperatura es el factor ambiental que más afecta el éxito o fracaso de la implantación, es probable que los mecanismos que regulan la germinación determinen que ésta ocurra en rangos bastante estrechos de temperatura (Keller, 1994; citado por Methol y Solari, 1994). Las especies que se establecen rápidamente en el campo tienen la habilidad de germinar completa y rápidamente sobre un rango más amplio de temperaturas (Castrillón y Pérez, 1987).

Cuando el agua y los nutrientes no son limitantes, el establecimiento depende de la temperatura ambiente y características del genotipo como la germinación, emergencia y crecimiento precoz (Hill et al. 1985).

La respuesta del trébol subterráneo a la temperatura es alterada por el material verde ya presente (Silsbury y Hancock 1990), así en un tapiz con biomasa en exceso la temperatura óptima se encuentra cercana a los 10-15°C mientras que en plantas espaciadas se encuentra en el entorno de los 20-25°C. Los autores concuerdan con Mc. Cree y Silsbury (1978, citado por Silsbury y Hancock 1990) explicando la mejor tasa de crecimiento a 10°C con respecto a 20°C para altas densidades, se debe a que la respiración de síntesis no se ve aumentada por la temperatura y sí la tasa de respiración de mantenimiento. Los autores trabajaron con dos densidades, encontrando para ambas un aumento de la velocidad de emergencia de plántulas con el aumento de la temperatura. La respuesta en crecimiento del cultivo a dicho aumento dependió de la densidad usada, mientras que para baja densidad la respuesta a dicho aumento es positiva, a altas densidades es negativa. Los autores consideran que la respuesta de la tasa de crecimiento de un cultivo a la temperatura está condicionada por la cantidad de biomasa presente y la energía lumínica recibida.

Hampton et al (1987) trabajando con un rango de temperaturas de 5 a 20 °C y con una alternancia de 5/10°C, encontraron que en trébol blanco, trébol rojo y alfalfa la temperatura no afectaba el porcentaje de germinación; mientras que para trébol subterráneo lo afectaba de diferente manera, según la variedad estudiada. Similares resultados obtienen Mc. William et al (1970) para trébol blanco y alfalfa, no encontrando influencia de la temperatura en un rango de 5-22°C, registrando el óptimo entre 15-20°C, obteniendo igual resultado para trébol subterráneo.

La tasa de germinación (días para obtener 75% de germinación) disminuyó para todas las especies cuando la temperatura difería del óptimo. Ésta fue similar para alfalfa, trébol blanco y trébol subterráneo Mt. Baker y Tallarook en el rango de 5 a 15°C; aunque a 20°C la tasa de germinación del trébol subterráneo fue menor que la de alfalfa, trébol blanco y trébol rojo; a su vez la de este último fue menor a la de los otros tréboles excepto para 20°C. Lotus Maku a 5°C y 5/10°C no había alcanzado el 75% de germinación a los 35 días, y para 10 y 15 °C demoró 13 y 7 días más que las otras especies.

Went (1953, citado por Hur y Nelson, 1985) dividió los efectos de la temperatura sobre la germinación en: 1) sobre la dormancia; 2) sobre la germinación directamente; 3) efectos indirectos fomentando el desarrollo de la plántula.

Hur y Nelson (1985) encontraron para *Lotus*, en trabajos de laboratorio, que a temperaturas de 6 a 9°C hay una pequeña diferencia en el porcentaje total de germinación, pero que la tasa de germinación es marcadamente inferior que a mayores temperaturas, no encontrando semilla germinada a 3°C. A bajas temperaturas existe un mayor tiempo de emergencia de radícula, la temperatura óptima para la germinación del *Lotus* fue encontrada para éstos autores en los 20°C. Qualls y Cooper (1968) observaron, para 4 variedades de *Lotus corniculatus* (Tana, Viking, Empire y Leo), que la velocidad de germinación como la velocidad de elongación aumentaban con la temperatura (15.6, 21.1 y 26.7°C), encontrando la mayor diferencia para la germinación entre 15.6 y 21.1°C.

En muchas especies la semilla debe ser expuesta a bajas temperatura para levantar las limitantes impuestas internamente por la misma, así para *Bromus auleticus*, *Poa lanigera* y *Adesmia bicolor* Olmos (1991) observó un aumento de la germinación cuando la semilla era expuesta a bajas temperatura (4-6°C).

Las bajas temperatura afectan la sobrevivencia del *Rizobium*, perjudicando de ésta manera la nodulación y fijación inicial del nitrógeno (Munro y Hughes, 1986, Toesend y McGinnes, 1992 y Culleton et al, 1988; citados por Risso 1991).

2.1.1.2 Humedad

Dentro de los factores climáticos que determinan la distribución de la vegetación en todo el mundo, la humedad es uno de los más importantes (Hughes, 1965).

Las condiciones para el establecimiento sobre la superficie del suelo son más severas que las experimentadas por la semilla enterrada (Meekla 1958, Evans et al 1967, citados por Dowling et al 1971). La humedad disponible es seguramente el factor dominante en todo el proceso de germinación y emergencia, ya que la semilla deberá embeberse, germinar e introducir la radícula en el suelo (Risso, 1991).

Muchos ensayos realizados en áreas templadas muestran que la diferencia entre el éxito y el fracaso en el establecimiento de pasturas sembrada en superficie está dado por la disponibilidad de agua en el suelo para la germinación y el crecimiento de la plántula (Campbell y Swain 1973a, Mc Williams 1970). Así Mott y Groves (1981, citados por Watt 1982) sugieren que los requerimientos de humedad elevados por parte de las semillas para germinar podrían ser una adaptación de las especies a períodos de sequía, la semilla retarda la germinación hasta períodos de alta humedad como forma de aumentar la probabilidad de éxito en el establecimiento.

Watt (1982) estudiando la adaptación de varias especies (nativas y/o foráneas) a un suelo con rápida desecación, encontró que en general las especies que estaban adaptadas a dicho tipo de suelo manifestaban Hydropedecis. A su vez encontró que algunas especies exhibían una mayor tendencia a volverse hydropedéticas tanto en el porcentaje de semillas como en el rango de potencial hídrico sobre el cual presentaban este fenómeno. Las semillas hydropedéticas germinaron y emergieron más rápidamente que aquellas que no lo eran, dicha ventaja se pierde a los tres días, lo cual es atribuido al gasto de energía ocasionado por los estados anteriores (Watt, 1978).

Cornish (1979, citado por Cornish 1982) sugiere que la pobre sobrevivencia de las plántulas obtenidas en su estudio podría ser explicada por el resultado de un crecimiento de la raíz restringido, debido a las malas condiciones hídricas en que se encuentra la misma. Hyder (1974, citado por Cornish 1982) explica que la sobrevivencia de *Raigrás perenne* está dada por el desarrollo de raíces nodales. Cornish (1982) en su estudio de desarrollo radicular encontró que la aparición de este tipo de raíces podía ser retrasadas o impedida por medio del desecamiento de la superficie del suelo luego de la germinación, desechando la posibilidad que sea el lugar donde se ubica la semilla (en superficie) el causante del poco o nulo desarrollo de las raíces nodales. Como los primordios de raíces nodales en siembras en cobertura se encuentran por encima del suelo, la humedad ambiente también afecta su desarrollo, lo cual lo corroboró en su estudio al tener irrigado el subsuelo pero no la superficie, por lo cual la plántula obtenía agua por medio de sus raíces seminales, pero las nodales no comenzaban su elongación. Existe una relación lineal entre el número de raíces nodales en crecimiento luego de 8 hs. de regar y la duración de la restricción hídrica, por lo cual Cornish concluye que solo se afecta su elongación pero no la formación de primordios. Cuando en las siembras en coberturas se interrumpe el normal desarrollo de las raíces, las más afectadas son las nodales, las más importantes al momento de obtener agua por parte de la planta, concluyendo que las raíces seminales primarias son capaces de abastecer agua a pequeñas plántulas y que las raíces seminales laterales no pueden asegurar la sobrevivencia de las plantas. Indica a su vez, que la mayor sobrevivencia del *Raigrás* sobre el *Falaris* puede ser debida en parte a la mayor probabilidad de desarrollo de raíces nodales en condiciones adversas de humedad. La probabilidad del desarrollo de este tipo de raíces depende de la frecuencia y duración de condiciones adecuadas de humedad.

Hamblin y Hamblin (1985) estudiando varias especies y variedades en diferentes zonas, según la cantidad de lluvia durante los meses de invierno, encontraron que para las condiciones más secas (155 mm durante los meses de mayo a noviembre) el crecimiento y producción de semillas estaba determinado por la profundidad que lograba la raíz para obtener agua. En el sitio que ellos denominaron medio (298 mm durante el mismo período) la profundidad de las raíces

determinaba el desarrollo de la producción de materia seca, pero no era el factor más importante en la producción de grano, mientras que para la condición más húmeda, las lluvias lógicamente no limitan el crecimiento, y la producción de granos fue inversa a la elongación máxima de la raíz. Encontraron para medicagos y tréboles que un 70% de sus raíces se situaban en los primeros 20 cm. del suelo, lo cual es ventajoso desde el punto de vista nutricional, pero desventajoso en suelos que tienen una fácil descarga de agua hacia mayores profundidades, determinando mayores probabilidades de déficit hídrico.

Campbell y Swain (1973a) trabajando con diferentes estaciones de siembra en superficie, afirmaron que la insuficiencia de humedad fue la principal causa depresiva de la germinación y que ésta procedió en respuesta al número intermitente de lluvias.

La germinación en siembras en cobertura depende de las relaciones de humedad entre la semilla, el suelo y la atmósfera (Harper y Benton 1966), y su rápida fluctuación en el microambiente de la semilla resulta en desfavorables condiciones para la germinación (Dowling et al. 1971). Así en siembra de invierno la germinación sobre suelo desnudo fue superior sobre aquellas que incluían algún tipo de cobertura, debido a la menor pérdida de agua; sin embargo, para siembras de verano los mejores porcentajes de germinación se obtienen con una cobertura, ya que ésta es necesaria para disminuir las pérdidas de humedad (Campbell y Swain, 1973a). Resultados similares obtuvieron Bentancor y García (1991) bajo condiciones extremadamente secas en siembras de otoño e invierno sobre basalto superficial.

Las radículas de las semillas expuestas sobre la superficie pueden tener dificultades en penetrar el suelo y elongar lo suficientemente rápido para el ritmo de retroceso del nivel de humedad. A su vez la resistencia a la penetración radicular varía con el nivel de humedad en la superficie del suelo. Pequeños incrementos en la dureza del suelo determinan marcadas reducciones en la penetración radicular, indicando además que si el extremo de la radícula muere, aunque siga creciendo fallará en la penetración del suelo (Campbell y Swain, 1973b). En el mismo trabajo, los autores reportan pérdidas de plántulas por desecación radicular aún en los casos en que éstas ya habían penetrado parcialmente en el suelo, pero quedaba una zona expuesta. Ésto sucedía incluso en tratamientos que se mantenían subirrigados.

El efecto del peisteado aparece importante no solamente por el aporte del rizobium y un pequeño aporte inicial de nutrientes, además favorece la absorción de agua por la semilla en el suelo con baja humedad disponible (Bátke, 1991, citado por Riso 1991).

En siembras en cobertura el tamaño de la semilla se torna más importante que en siembras convencionales, ya que solamente una fracción de la semilla está en contacto con el suelo, siendo ésta la única porción de la misma que está habilitada para absorber agua, siendo el

resto de la semilla factor de pérdida de agua. Por lo tanto las semillas más grandes presentan una superficie mayor de exposición, encontrándose de ésta manera en desventaja frente aquellas más pequeñas. Estas semillas tendrán una relación área de contacto/superficie de semilla mayor, por lo cual sus pérdidas serán menores, implicando de ésta manera menores requerimientos de agua, estando por lo tanto más adaptadas a la siembra en cobertura (Sedgley, 1963, Harper y Benton, 1966, citados por Risso, 1991; Methel y Solari, 1994)

Así como un déficit hídrico afecta la germinación, un exceso de agua también afecta procesos involucrados, disminuyendo la disponibilidad de oxígeno necesaria para la germinación (Benjamin, 1990, citado por La Paz et al, 1994)

2.1.2 Germinación y Emergencia

La germinación y emergencia de la radícula y el coleoptile o hipocótilo constituyen la primera etapa del proceso de implantación. Las mismas aparecen fuertemente influenciadas por factores ambientales y propios de las semillas

2.1.2.1 Características de la Semilla

Las semillas presentan mecanismos intrínsecos que gobiernan el comienzo de la germinación como forma de adaptarse al medio, retrasando su desarrollo hasta la ocurrencia de condiciones favorables

Las semillas de Leguminosas pueden mantenerse durante períodos desfavorables encerradas en sus frutos o tegumentos, los cuales le proveen una cubierta especial para sobrevivir, afectando su tasa de germinación instantánea.

Uno de estos mecanismos es la existencia de semillas duras lo cual le incrementa su adaptabilidad al medio ambiente (Kondo, 1993). Esta dureza en la cubierta de la semilla le impide la entrada de agua con lo cual no puede hincharse y germinar, a su vez el micrópilo permanece cerrado de manera que el agua no ingresa tampoco por esta vía. Existen diversas formas de levantar estas limitantes naturalmente, por quebrado o perforación de la cubierta, por la acción de bajas y altas temperaturas, por la acción de microorganismos, por el paso de la semilla por el tracto digestivo de los animales, o por acción del hombre ya sea mecánica o química (Langer, 1981). Existen diferencias morfológicas que determinan el grado de dureza, así Kondo en 1993 encontró que las semillas de *Lotus corniculatus* lisas tenían menor grado de germinación que las arrugadas. El mismo autor obtuvo como forma de levantar estas limitantes la escarificación de la semilla o su tratamiento con ácido sulfúrico. La existencia de semillas duras tiene gran importancia desde el punto de vista agronómico, sobretudo para especies anuales invernales, las

cuales dependen de que sus semillas germinen en el momento adecuado (Carámbula, 1977). Risso (1991) encuentra en la baja proporción de semillas duras una de las causas de la baja persistencia de leguminosas anuales como trébol carretilla y fundamentalmente para trébol subterráneo.

Otro mecanismo desarrollado por las plantas para superar situaciones adversas del clima es la latencia o dormancia. Dicho mecanismo afecta tanto a Gramíneas como Leguminosas, determinando la imposibilidad de germinar aún en semillas totalmente embebidas. Uno de los factores que inducen a dicho mecanismo es la temperatura (Hill 1944, citado por Carámbula en 1977; Schonfeld y Chancellor 1983).

En *Bromus diandrus*, Gill y Blacklow (1985) encontraron que se inducía la dormancia por altas temperaturas, aún en semillas ya embebidas, lo que les permite no germinar durante el verano.

Watt (1962) definió un estado intermedio de germinación al que denominó Hydropedecis. Dicho estado se manifiesta en algunas gramíneas como forma de adaptación a suelos con rápidas fluctuaciones en el potencial hídrico. Ésto permite a la semilla germinando permanecer por un corto período de tiempo en condiciones subóptimas de humedad sin perder su poder germinativo. Morfológicamente definió este estado cuando de la semilla emerge la coleorriza o el coleoptile, pero no la radícula ni la primer hoja.

Es imprescindible para el comienzo de cualquier análisis conocer si existen dentro del lote a utilizar, semillas que manifiesten dichas características, ya que estos efectos pueden alterar los resultados del ensayo.

2.1.2.2 El Proceso de Germinación

A efectos de cuantificar el proceso de la germinación existen distintas formas de considerar una semilla germinada, así Globerson (1977) y Anslow (1962) asumen que una semilla germina cuando aparece la radícula, McWilliam et al (1970) cuando la radícula tiene un largo mayor al diámetro menor de la semilla, mientras que Hill et al (1985) la determinan de diferente manera cuando es en laboratorio (radícula de 1 mm de largo), de cuando lo es en el campo (radícula de 10 mm de largo), en tanto Naylor y Syversen (1988) y Hur y Nelson (1985) trabajando en laboratorio lo hacen cuando la radícula tiene 2 mm.

La **imbibición** es la primer etapa del proceso de germinación, y aparece como un hecho mayoritariamente físico, por lo cual semillas no viables también pueden absorber agua (Cátedra de Fisiología Vegetal, 1989).

McWilliam et al (1970) trabajando con 4 especies de Gramíneas y 3 de Leguminosas en condiciones no limitantes, encontraron que el porcentaje de agua absorbida por las semillas de leguminosas fue sustancialmente mayor. Mientras éstas absorbían toda el agua necesaria para germinar en las primeras 4 a 8 horas, las Gramíneas aún continuaban embebiéndose a las 24 horas. A su vez encontraron que las tasas de deshidratación de semillas completamente embebidas, eran también mayores para las Leguminosas, aunque los contenidos de agua se igualaban a las 12 horas de comenzado el período de deshidratación. Los autores concluyen que la permeabilidad de la membrana seminal no es un factor de importancia al momento de explicar estas diferencias, encontrando como razones probables factores internos, tales como las diferencias en la capacidad de absorción de los tejidos del embrión en las Leguminosas y del endosperma en las gramíneas. A su vez afirman que las leguminosas como grupo tienen una tasa de germinación más alta que las gramíneas, lo que coincide con Hampton et al (1987).

En una serie de trabajos Collis-George y Sands (citados por Young et al 1970a) demostraron que la germinación está influenciada por el potencial matriz, el potencial osmótico y la conductividad hidráulica del agua en el suelo (film y flujo líquido). El decrecimiento de la conductividad hidráulica del suelo restringe el movimiento del agua a la superficie de la semilla. El potencial de matriz que permite la germinación aparece como dependiente de la conductividad hidráulica de suelos con diferentes texturas. Los substratos arcillosos presentan un mayor contacto con la cubierta de la semilla, permitiendo la conducción de la humedad hacia la misma para iniciar la germinación, mientras que una cama de siembra arenosa, con un potencial matriz más alto, la conductividad hidráulica entre los granos de arena y la semilla puede ser tan baja como para impedir la germinación (Young et al. 1970a).

Luego de la imbibición comienza la síntesis de nuevos tejidos, con la extensión de la radícula y el coleoptilo en gramíneas o el hipocótilo en leguminosas. En este momento la planta pierde peso debido a la degradación de las reservas seminales para la síntesis de tejido. Éste es un estado crítico donde la plántula es altamente susceptible a condiciones medio ambientales desfavorables que pueden afectar el crecimiento subsecuente. Para Anslow (1962), este proceso se continuó hasta el día 7 después de la siembra, no encontrando mayor variación en el peso hasta el día 14, donde la plántula comenzó la fase de crecimiento exponencial. El caropse continuó perdiendo peso a tasa constante hasta el día 14 luego de la siembra y el tallo creció a tasa constante. El autor afirma que entre los días 7 y 14 las reservas del endosperma están próximas a extinguirse y la capacidad fotosintética del tallo es aún débil para permitir un crecimiento máximo. Datos concordantes en las variaciones de peso encontró Hayes (1976) trabajando con *Festuca* y *Raigrás* para una completa oscuridad, la curva de peso seco del caropse caía hasta el día 9 o 10 a partir del cual se mantenía horizontal indicando que las

reservas de las semillas se habían agotado. Éste fue más rápido en Raigrás, apareciendo como una ventaja para el establecimiento de la especie, también encontró que las pérdidas totales de peso fueron mayores en el mismo lo que indica que tiene una mayor tasa de respiración. McWilliam et al (1970) consideran que las reservas de la semilla se encuentran en exceso para condiciones de germinación normales y que solo son utilizadas totalmente bajo condiciones ambientales adversas.

Trabajando con diferentes variedades de *Lotus corniculatus*, con peso de semilla homogéneo, Qualls y Cooper (1968) encontraron diferencias en la velocidad de germinación (porcentaje de semillas germinadas por día) aunque no existieron diferencias en la tasa de imbibición. A su vez encontraron que la variedad con la más alta velocidad de germinación tuvo la mayor velocidad de elongación, lo que determinó la mayor tasa de crecimiento durante el comienzo de la etapa no fotosintética de desarrollo, pero tuvo un crecimiento más lento a las otras variedades en una fase más tardía dentro de la misma etapa. La tasa respiratoria fue mayor al elevarse la temperatura y al aumentar la edad de las plántulas, pero no hubieron diferencias a una temperatura o dentro de un grupo de edades, ni cuando las variedades fueron promediadas a través de todas las temperaturas y edades. Los autores atribuirían este más lento crecimiento a la mayor utilización de las reservas seminales realizada en la fase de crecimiento más rápido. Whalley et al (1966) hallaron que gramíneas con un crecimiento precoz tenían un crecimiento posterior lento en el estado no fotosintético de desarrollo.

Los diversos tipos de germinación, epigea o hipogeá, determinan diferente habilidad de las semillas en su capacidad de penetrar en el suelo. Así las gramíneas pueden penetrar más fácilmente ya que su fina raíz emerge a través de la coleoriza que es recubierta por finos y gelatinosos pelos, mientras que para leguminosas la fuerza de elongación de la radícula guía a la raíz hacia abajo y el hipocótilo fuerza a los cotiledones hacia arriba. La combinación de ambos impulsos determina que la penetración sea más dificultosa, exponiendo a la pequeña plántula a condiciones de desecación en la superficie del suelo. Cualquier método que evite el desplazamiento de la semilla en momentos de la penetración radicular determinará aumentos en los porcentajes de emergencia (Dowling et al, 1971).

Trabajando con Trébol subterráneo a una misma temperatura, con un tamaño de semilla homogéneo y sembrando a diferentes profundidades, Black (1955, 1956) no encontró diferencias en el peso de las plantas hasta la emergencia (tomando ésta como la completa aparición de los cotiledones sobre la superficie del suelo), ni en las proporciones relativas de cotiledón, hipocótilo y raíz. El autor (1955) trabajando con diferentes temperaturas (7, 14, 21, 28-35°C) encontró simultáneamente distintos pesos en las fracciones de las plántulas, aunque el peso total de las

plántulas fue similar, marcando las diferencias en las tasas de transferencias de las reservas cotiledoneales. Para 7°C la tasa de transferencia fue tan baja que a los 16 días post-siembra no hubo emergencia; a su vez a 35°C las semillas de trébol subterráneo no germinaron. El mismo autor en 1956 obtuvo modelos de cambios de peso similares en las diferentes fracciones (cotiledón, hipocótilo y radícula), para diferentes tamaños de semilla, a una misma temperatura, no importando la profundidad de siembra. Para diferentes tamaños de semilla y profundidades de siembra encontró diferencias estadísticas en el peso de los cotiledones al momento de la emergencia. Sosteniendo que existe un máximo de elongación del hipocótilo, determinado por el peso de semilla, ya que con pesos crecientes de la misma iba en aumento su elongación. Esto está de acuerdo a lo encontrado por Rogler en 1954 y Erickson en 1946 (citados por Beveridge y Wilsie, 1959), quienes trabajando con Agropyron y alfalfa respectivamente determinaron que a medida que se incrementaba la profundidad de siembra, la ventaja de las semillas grandes sobre las pequeñas en el establecimiento era cada vez más clara.

Beveridge y Wilsie (1959) reportaron para alfalfa que la emergencia de las plántulas disminuía cuando aumentaba la profundidad de siembra desde 1.3 a 3.8 cm, tanto a nivel de campo como en condiciones controladas. La velocidad de emergencia no se comportó de la misma manera en los dos ambientes. El número de días a la máxima emergencia aumentó con la profundidad de siembra en ambiente controlado, pero en situación de campo, las diferencias fueron pequeñas debido probablemente a mayores condiciones de estrés hídrico en siembras más superficiales. En este trabajo los autores no encontraron relación entre la profundidad de siembra y el tamaño de semilla ni entre ésta última y emergencia, o los días a la máxima emergencia. Hubo una fuerte correlación entre tamaño de semilla y el peso seco de las plántulas a los 28 días de la siembra, aunque no hubieron indicadores que esta relación se hiciera más cercana al aumentar la profundidad de siembra.

El área cotiledoneal para diferentes variedades de trébol subterráneo no fue afectada por la temperatura dentro de un rango entre 10 a 20°C, obteniendo la máxima expansión entre los 10 y 14 días luego de la siembra, indicando que el área cotiledoneal está directamente relacionada con el tamaño de la semilla (Silsbury y Hancock, 1990; Black, 1956).

Según Campbell y Swain (1973b), el estado de penetración radicular para siembras en cobertura sería una fase crítica en el establecimiento de la pastura, definiéndola como la entrada de la radícula dentro del suelo, siendo el camino para el anclaje de la plántula en el suelo y solo cuando esta fase ha terminado, consideran logrado el establecimiento. Dichos autores describieron 4 métodos de penetración radicular en el suelo: 1) la radícula entra en el suelo en un ángulo de 90° con respecto a la horizontal, sin exposición de la misma en la superficie; 2) la

radícula penetra con un ángulo superior a los 45° con exposición de la misma una vez que la punta penetra; 3) la radícula se extiende a lo largo y en contacto con el suelo y penetra en el mismo formando un ángulo agudo; 4) es similar al anterior con la diferencia que la radícula no tiene contacto permanente con el suelo y puede penetrar por raíces secundarias o seminales. El método que utiliza una especie va a estar determinado por la humedad heterogeneidad de la superficie y grado de preparación del suelo. A medida que disminuye la humedad y aumenta el grado de afinamiento en el suelo, las especies utilizan métodos que determinaban una mayor exposición de la radícula en superficie. Las gramíneas presentan menores dificultades para penetrar que las leguminosas. Los autores recalcan las buenas aptitudes del Raigrás para penetrar en el suelo, la presencia de pelos más largos que permiten un mejor anclaje de la radícula en condiciones adversas, siendo a su vez éstos más finos, al igual que la raíz. La presencia de una cubierta vegetal muerta facilita la penetración, ya que aumenta la rugosidad, protege la semilla de la desecación y reduce las pérdidas de agua. La muerte de la radícula en gramíneas determina el desarrollo de raíces seminales secundarias, si bien esto también ocurre en las leguminosas la probabilidad de éxito en éstas es mucho menor.

Hayes (1976) trabajando con 4 gramíneas templadas encontró para todas ellas que la raíz seminal era lo primero en crecer y que inicialmente ésta se elongaba más rápidamente que la parte aérea. A los pocos días esto se invertía, variando el tiempo en que ocurría con el momento de emergencia del coleoptilo. En el mismo trabajo obtuvo, para un peso de semilla similar de Festuca y Raigrás perenne, diferencias en el crecimiento de raíz y la parte aérea, siendo más rápido Raigrás en desarrollar su raíz, a su vez ésta comenzaba a emerger 24 hs antes y era más larga. El lento crecimiento inicial de la raíz seminal de Festuca determinaba pobres establecimientos en condiciones de campo.

El vigor de plántula es una característica vinculada habitualmente a la capacidad de establecimiento y competencia durante las primeras etapas de desarrollo. Tossell (1960) Kneebone y Cremer (1955), citados por Anslow (1962), toman la altura y el peso de las plántulas a los 28 días como una medida de vigor. Esta característica debería asociarse a la utilización de reservas seminales, hasta el estado en la cual la plántula se independiza de las mismas. Basu (1994) define el vigor de semilla como la cualidad de la misma responsable de un largo período de almacenamiento, una rápida y uniforme germinación y buena emergencia sobre un amplio rango de condiciones edáficas.

Naylor y Syversen (1988) afirman que las diferencias en los porcentajes de emergencia a campo entre lotes de igual germinación en el laboratorio se deben a las diferencias de vigor y asocian ésta característica a la edad fisiológica de la semilla. Semillas viejas fisiológicamente

pueden tener buena emergencia en condiciones de cama de siembra favorables, pero en condiciones subóptimas el bajo vigor puede determinar una emergencia menguada.

Uno de los factores que afectan el vigor (o el crecimiento inicial) de las plántulas es el tamaño de la semilla. El efecto de ésta característica depende de la especie y aún del genotipo dentro de especie. Carleton y Cooper (1972) encontraron altos coeficientes de correlación entre tamaño de semilla y el peso de las plántulas de Lotus a las 8 semanas, tanto entre clones ($r=0.89$) como dentro de clones ($r=0.94$). No ocurre lo mismo para el caso de alfalfa en la cual la asociación entre estas dos variables fue alta cuando se hizo dentro de clones ($r=0.94$), pero baja y no significativa cuando se estudió entre los diferentes genotipos. Las correlaciones entre peso de semilla y crecimiento de las plántulas fueron significativas, pero siempre menores a las encontradas cuando el efecto entre clones había sido removido. Los autores concluyen que el tamaño de semilla dentro y entre plantas no tienen el mismo efecto sobre la performance de las plántulas, mientras el primero se encuentra altamente relacionado, el segundo puede tener efecto sobre algunas especies. Si se asume que las diferencias en el tamaño de las semillas de un con son independientes del genotipo y que la mayor diferencia entre clones es genética, resulta que la influencia genética en el tamaño de las semillas tienen menos relación con el comportamiento de las plántulas, que las correspondientes a factores ambientales. Estas diferencias pueden ser consecuencia de las condiciones de crecimiento de la planta y del número y posición de las semillas durante su desarrollo. El ambiente durante la maduración podría afectar el vigor de la plántula directamente, afectando a la semilla por su posición sobre la planta o indirectamente afectando a la semilla a través de la influencia sobre la planta en sí (Kidd y West 1919, citado por Carleton y Cooper 1972).

Diversos autores encontraron una alta correlación entre tamaño de semilla y el área cotiledoneal (Black, 1956, Lin 1963 citado por Carleton y Cooper, 1972) siendo ésta una determinante mayor de la superficie de los cotiledones. Existen diferencias genéticas en el vigor de las plántulas, aparte del peso de semilla, posiblemente relacionadas a un metabolismo más eficiente y a una mayor partición de los fotosintatos hacia el área foliar (Carleton y Cooper 1972).

En las Gramíneas luego de la emergencia, el brote presenta una parte subterránea y una parte sobre el nivel del suelo, a medida que aumenta de tamaño la proporción capaz de fotosintetizar crece, y por lo tanto la capacidad fotosintética por unidad de peso aumenta (Anslow, 1962). A su vez la actividad fotosintética, en plantas con órganos especializados para esto, no se desarrolla hasta algún tiempo luego de la germinación, los cloroplastos insolados de hojas muy jóvenes pueden ser fotoquímicamente inactivos. Solamente en plántulas en las cuales los

cotiledones son el primer órgano de fotosíntesis, ésta coincide con la formación de clorofila (Clendenning y Gorham 1950; citados por Anslow 1962).

2.1.2.3 Etapas del Desarrollo de la Plántula

Varios autores coinciden en indicar que una rápida elongación de la raíz de la plántula es importante para lograr el éxito en el establecimiento; siendo esto más importante bajo condiciones áridas (Hayes, 1976)

Cornish (1982) encontró que el desarrollo de las raíces adventicias de *Phalaris aquatica* y *Lolium perenne* se adaptaba a las de un tipo "panicoide", exhibiendo una elongación del entrenudo del coleoptile, ambas especies pertenecen a la subfamilia "festucoide", por lo cual este término aparece como inapropiado para definir el modelo de desarrollo de las plántulas en la base sistemática. El autor en su estudio encontró que las raíces seminales laterales pueden reducir la resistencia axial de flujo de agua en la planta, pudiendo disminuir el efecto del retraso en la formación de raíces nodales. Esto sería importante en el caso que la raíz primaria seminal fallara, pero su rol es muy limitado por el pequeño diámetro de sus vasos. Cornish (1984, citado por Ries y Svejcar 1991) determinó que el retraso del desarrollo de las raíces adventicias redujo la transpiración de plántulas gramíneas dentro de los 15 días luego de la emergencia y redujo el área foliar y el desarrollo de los macollos dentro de las 3 a 5 semanas. Hyder et al(1971, citados por Ries y Svejcar 1991) consideraron que el éxito en el establecimiento de las gramíneas requiere de la formación de raíces adventicias. Este requerimiento está asociado a la capacidad de conducción del agua de las raíces seminales comparado con el de las nodales. El área del xilema, estudiada por un corte de la sección del entrenudo subcoleoptilar (a través del cual pasa el flujo del agua de las raíces seminales), es generalmente poco adecuada para aportar suficiente agua para el desarrollo de la plántula. La mayoría de las plántulas sobreviven menos de 4 meses sin raíces adventicias, aún en suelos con agua disponible para las raíces seminales. Las raíces nodales son capaces de soportar a la plántula a partir de los 20 días de la siembra (Ries y Svejcar, 1991).

La profundidad a la que se desarrollan las raíces adventicias depende de si la especie en cuestión presenta un tipo morfológico "panicoide" (tipo A) o "festucoide" (tipo B). Las primeras, dado que alargan el primer entrenudo, desarrollan las raíces adventicias varios centímetros más superficiales que su profundidad de siembra pudiendo quedar expuestas a condiciones más secas del suelo, mientras que las segundas lo hacen a una profundidad similar a la de siembra. La diferencias en el momento de aparición de las raíces adventicias está relacionado con la probabilidad de que exista humedad en la región donde éstas se desarrollan y esto se relaciona con el tipo morfológico "festucoide" (tipo B) o "panicoide" (tipo A) (Ries y Svejcar, 1991).

Whalley et al (1966a, citado por Mc Kell 1972), considera 3 fases durante el estado de plántula: 1- un estado heterótrofo el cual ocurre desde la imbibición hasta la iniciación de la fotosíntesis; 2- un estado transicional durante el cual la plántula obtiene compuestos orgánicos complejos tanto de las reservas del endosperma aún remanentes como por medio de la fotosíntesis; 3- un estado autótrofo que comienza una vez agotadas las reservas endospermicas y la plántula es totalmente dependiente de sus propios productos fotosintéticos.

La fase heterotrófica comienza con la imbibición e incluye la germinación, emergencia de la radícula y las primeras hojas, prolongándose hasta el comienzo de la actividad fotosintética. Durante ésta fase el embrión depende de la transferencia de las reservas seminales para su crecimiento lo que determina una cierta independencia de las condiciones ambientales (Qualls y Cooper, 1963; citado por Bologna y Hill 1992).

Durante la fase de transición la plántula obtiene los recursos a partir de la fotosíntesis, utilizando simultáneamente las reservas aún remanentes. Por lo tanto este período se inicia con el comienzo de la actividad fotosintética y prosigue hasta el total agotamiento de las reservas seminales. La duración del mismo dependerá de la cantidad de reservas presentes al inicio de la fotosíntesis, de las condiciones ambientales al inicio de la formación del aparato foliar y de las características de crecimiento de cada especie (Cooper, 1977; citado por Bologna y Hill 1992).

Las reservas disponibles a nivel del endosperma o de los cotiledones y su utilización no aparecen como una limitante durante las primeras etapas del desarrollo de las plántulas bajo condiciones normales (Mc William et al 1970, Dowling et al 1971). Bajo condiciones ambientales poco propicias (sombreado, estrés hídrico, etc) la emergencia y el desarrollo del sistema fotosintético pueden ser retardados determinando el agotamiento de las reservas seminales (Dowling et al 1971).

La etapa transicional puede considerarse como crítica en el proceso de establecimiento. Bajo condiciones desfavorables, la emergencia y penetración radicular tienen un alto costo metabólico que implican una elevada utilización de las reservas. De ésta forma las reservas remanentes luego de la emergencia son escasas pudiéndose agotar antes del completo desarrollo del aparato foliar inicial. En ésta situación la plántula carecerá de reservas suficientes y además tampoco podrá desarrollar una capacidad fotosintética adecuada para obtener recursos en forma autótrofa, quedando susceptible a los efectos de condiciones ambientales adversas (Bologna y Hill, 1992).

Una vez que las reservas seminales son completamente utilizadas, se considera que la planta es totalmente autótrofa. Su habilidad para establecerse y competir con el tapiz preexistente u otras plántulas dependerá de su vigor y de los efectos del ambiente sobre el crecimiento temprano (Cooper, 1977; citado por Bologna y Hill 1992).

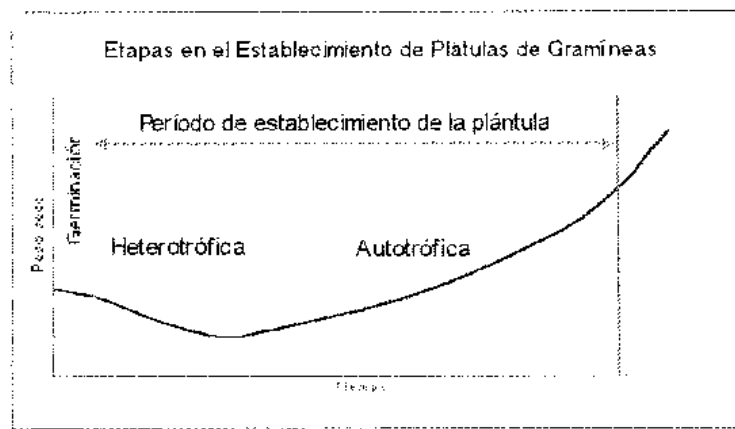


Figura 2.1-1 Etapas en el desarrollo de una Plántula (adaptado de Mc Kell 1972)

2.1.2.4 Consideraciones sobre el Vigor de Plántula

El comienzo del establecimiento se asocia con la emergencia de la coleorriza y el coleoptile (en gramíneas) y continúa hasta que una alta tasa de crecimiento es alcanzada. El establecimiento es exitoso solo cuando la planta ha desarrollado un sistema radicular lo suficientemente profundo y extendido que le permitan obtener agua y nutrientes a una tasa igual o mayor que las plantas competidoras. De la misma forma el crecimiento de la parte aérea no solo debe estar en proporción al radicular, sino ser mayor que el de sus competidoras (Mc Kell 1972).

Durante la etapa de establecimiento la competencia de plantas vecinas puede resultar muy intensa y conducir a la pérdida de gran cantidad de plántulas. Bajo condiciones ambientales desfavorables solo aquellas plántulas con un alto vigor serían capaces de sobrevivir. (Mc Kell, 1972). Este proceso puede ser más acentuado si las jóvenes plántulas compiten con plantas ya establecidas o en las condiciones ambientales más extremas de siembras en el tapiz.

Las especies que muestran una rápida germinación, una alta tasa de crecimiento radicular y vegetativa, un hábito de crecimiento robusto, o resistencia al estrés son a menudo referidas como plántulas de alto vigor. El concepto de vigor de plántula no puede ser caracterizado adecuadamente por un atributo simple y diversos autores se refieren a rasgos del crecimiento de las plántulas que se adecuan para ser utilizados en situaciones específicas. En su sentido más amplio, el término "vigor de plántula" puede utilizarse para describir un hábito de crecimiento robusto, que englobe un más rápido incremento del tamaño de las plántulas que sus competidoras de la misma edad (Mc Kell, 1972).

La selección de material que presente un alto grado de vigor durante la etapa de establecimiento de las plántulas puede resultar en mayores probabilidades de establecerse exitosamente. El rápido crecimiento de las plántulas, tan pronto las condiciones son favorables, aparece como una clara ventaja hacia un establecimiento propicio. A su vez las plántulas con un

rápido crecimiento tanto radicular como vegetativo deben sustentarse en un eficiente sistema enzimático, que permita la rápida remoción de las reservas seminales y el rápido transporte de los azúcares solubles hacia los puntos de crecimiento y áreas de alta demanda metabólica (Mc Kell, 1972).

2.1.2.4.1 Características Vinculadas al Vigor

2.1.2.4.1.1 Peso y Tamaño de la Semilla

El peso y el tamaño de las semillas se encuentran estrechamente vinculados al tamaño de las plántulas. El mayor tamaño de las semillas se asocia con velocidades de emergencia y desarrollo radicular superiores, producto de la mayor disponibilidad de reservas, y una más alta eficiencia de utilización de las mismas. Existe también un efecto asociado al embrión ya que las semillas más grandes en un mismo lote poseen embriones de mayor tamaño, cuyo vigor inicial les permite ejercer una fuerza mayor sobre las cubiertas, acelerando la emergencia radicular (Copeland 1976, Muslera y García 1983; citados por Bologna y Hill 1992).

A nivel intraespecífico el tamaño de semilla es el factor que más afecta el tamaño de los cotiledones o de la primera hoja. El crecimiento inicial de una población de leguminosas es dependiente del área cotiledonar presente por unidad de superficie, que dependerá a su vez, del tamaño de los cotiledones y de la densidad de plántulas emergidas (Hur y Nelson, 1985).

Diversos autores determinaron una correlación positiva entre el crecimiento temprano de la raíz y el tamaño de la semilla (Plummer 1943, Kittock y Patterson 1962, Tadmor y Cohen 1968; citados por Mc Kell 1972). En las gramíneas el crecimiento inicial de la radícula es altamente dependiente de las reservas seminales a causa de que la actividad fotosintética de las hojas es retrasada hasta luego de la emergencia y es inicialmente insuficiente para sostener el crecimiento radicular y las necesidades metabólicas (Anslow, 1962; Mc Kell 1972). Altas tasas de desarrollo radicular durante las fases iniciales de crecimiento otorgan a la plántula una mayor capacidad de competencia temprana por nutrientes y una mayor tolerancia a situaciones de estrés hídrico (Bologna y Hill 1992).

El tamaño del embrión presenta poca incidencia en el crecimiento de las plántulas y éste se encuentra más afectado por el volumen del endosperma, a su vez el incremento del vigor atribuible al mayor tamaño o peso de semilla es el resultado del mayor nivel de reservas presentes en la semilla (Bremner et al, citado por Mc Kell 1972). En este sentido Hayes (1976) determinó para un grupo de gramíneas (*Poa trivialis*, *Lolium perenne*, *Festuca arundinacea* y *Holcus lanatus*) con pesos de 100 semillas que variaban desde 194,0 a 20,2 mg., que la proporción de cariopse se mantenía constante entre valores de 70 a 78 % del peso total de la

estructura seminal (Hayes, 1976). Lemma y palea son brácteas protectoras de la flor y luego del caropse y están en relación constante con el tamaño que adquiere el mismo. Anslow (1966, citado por Hayes 1976) encontró que la mayor parte del caropse era debida al endosperma y solamente el 1% correspondía al embrión. De esta manera el mayor tamaño de semilla representa un más alto nivel de reservas.

2.1.2.4.1.2 Actividad Fisiológica

Un alto nivel de actividad bioquímica y fisiológica es la base del alto vigor de plántula. Las plántulas con una alta actividad fisiológica son frecuentemente aquellas que presentan un alto vigor (Mc Kell, 1972). En general, las plántulas con un alto vigor inicial agotan rápidamente sus reservas, pero adquieren tempranamente una mayor capacidad fotosintética siendo más eficientes en la distribución de los fotosintatos hacia el desarrollo del aparato foliar. En las especies de lento crecimiento inicial, la movilización de las reservas es gradual con mayores costos respiratorios, retrasándose la formación del aparato foliar, situación que es clara en gramíneas perennes tales como *Falaris* y *Festuca* (Hur y Nelson 1985, citado por Bologna y Hill 1992).

Luego de la imbibición, los productos de reserva son enzimáticamente transformados a formas solubles; el metabolismo y la descomposición de las sustancias de reserva aumenta en función del incremento de la actividad enzimática, y la respiración aumenta resultando en mayores demandas de energía y oxígeno. La división celular y la elongación en los puntos de crecimiento, que permiten sustentar altas tasas de crecimiento, son altamente dependientes de un eficiente sistema de transporte (Mc Kell, 1972). Whalley et al (1966) y Whalley y Mc Kell (1967) citados por Mc Kell (1972) encontraron que el grado de disponibilidad de azúcares o la falta de suficiente transporte para el crecimiento de la plántula explica al menos parcialmente las diferencias en el vigor de diferentes especies de *Falaris*.

2.1.2.4.1.3 Velocidad de Crecimiento

La velocidad de crecimiento, siendo una de las características más obvias del vigor inicial, es a menudo considerada como evidencia del mismo. Tanto el crecimiento radicular como el de la porción aérea de la plántula pueden considerarse como una ventaja distintiva en el establecimiento. El rápido desarrollo de un área foliar adecuada cubre las necesidades para el desarrollo de la plántula por productos fotosintéticos y ocupa un área que de otra forma podría ser colonizada por especies competidoras (Mc Kell 1972).

Snibles y Mac Donald (1962, citado por Mc Kell 1972) comparando dos variedades de *Lotus* encontraron que aquella que exponía mayor vigor inicial presentaba una mayor área

cotiledonal, aunque no diferían en la fotosíntesis neta por unidad de área cotiledonal, ni en el tamaño de semilla usado.

2.1.2.4.1.4 Desarrollo del sistema radicular

El rápido desarrollo de un sistema radicular que le permita obtener agua y nutrientes a la joven plántula sería más prioritario que el crecimiento de la parte aérea si las reservas seminales se encuentran aún disponibles. Tanto el crecimiento de la raíz como la relación $\text{parte aérea}/\text{raíz}$ se ven modificados por la temperatura. Brouwer (1966, citado por Mc Kell 1972) encontró que las bajas temperaturas favorecieron más el crecimiento radicular que el de la parte aérea. Un incremento en la temperatura determinó un mayor crecimiento de la parte aérea y un aumento en la relación $\text{parte aérea}/\text{raíz}$. Cohen y Tadmor (1969, citados por Mc Kell 1972) reportaron una gran diferencia en el crecimiento radicular entre plántulas de 10 especies de leguminosas y gramíneas; ésta se encontraba correlacionada positivamente con el tamaño de semilla y se acentuaban con las bajas temperaturas.

Otras características que se vinculan al vigor de plántula son la edad de la semilla y la resistencia a condiciones medioambientales desfavorables. Semillas envejecidas han demostrado una germinación lenta, pudiendo producir plántulas mal formadas y de lento crecimiento (Kittock y Law, 196; citado por Mc Kell, 1972).

2.1.3 Establecimiento y Supervivencia

Dowling et al (1971) consideraron a la planta establecida una vez que ésta produjo su primer hoja verdadera, a su vez definen supervivencia al verano a la habilidad de la misma de rebrotar en el otoño siguiente, mientras Ries y Svejcar (1991) sostienen que la planta debería ser totalmente autotrófica antes de ser considerada establecida.

El porcentaje de establecimiento es un estimador para ajustar la densidad de siembra de las distintas especies, para lograr poblaciones que se ajusten a las condiciones particulares del mejoramiento.

El número de plantas que alcanzan a establecerse es el resultado del balance entre el porcentaje de plantas germinadas y la mortalidad posterior. Por este motivo el establecimiento obtenido depende de la tasa de germinación y de características vinculadas a la supervivencia de las mismas como vigor de plántula, velocidad relativa de crecimiento, desarrollo precoz del sistema radicular, etc.

En semillas germinadas dentro de pasturas preexistentes el establecimiento de la plántula y su supervivencia se encuentra vinculada a la dinámica de las plantas que la rodean. Así aún cuando la planta sea totalmente autotrófica y esté en condiciones de continuar su desarrollo, la

evolución de las plantas que la rodean pueden transformar las condiciones y determinar un ambiente poco propicio para la sobrevivencia de la joven planta. Así Chapman (1987) encontró que el dato de sobrevivencia total de plantas de trébol blanco a partir de la resiembra natural se obtenía alrededor de los 12 meses luego de la formación inicial de semillas, para este momento ya habían comenzado la formación de estolones. A su vez determinó mayor sobrevivencia de plántulas en la pendiente con orientación noroeste (hemisferio sur) que en la pendiente suroeste o en el llano, interpretando ésto por la presencia de un tapiz más abierto y menos competitivo por luz y nutrientes, si bien este ambiente no tuvo el mejor comportamiento en la cantidad de plántulas emergidas posiblemente por la menor disponibilidad de agua para la imbibición. En condiciones húmedas las causas de pérdida de plántulas variaron cuantitativamente con los años, siendo la muerte sin motivo identificado o desaparición de 72.1 a 95.2%, la falla en la penetración radicular de 6.7 a 1.2%, el enterrado o pisoteo de 2.4 a 12.9% y la predación por insectos de 1.2 a 8.4% del total de plántulas perdidas por año.

Diversos autores reportan la falla en la penetración radicular como una causa importante de pérdida de plántulas en siembras en cobertura (Campbell 1968, Campbell y Swain 1973a y 1973b, Dowling et al 1971). Sobre la superficie del suelo, luego de emergida, la radícula queda expuesta a condiciones de rápida desecación y cualquier factor que retrase su penetración en el suelo puede determinar la muerte de la misma. Mc Williams 1968, citado por Campbell y Swain 1973a) reportaron que las radículas de 5 especies de pasturas no podían sobrevivir más de 5 horas bajo condiciones de desecación. En este sentido, el tiempo transcurrido entre la emergencia y la entrada de la radícula al suelo en un medio que deviene más seco toma especial relevancia en la sobrevivencia de la plántula. A su vez aún cuando la radícula penetre en el suelo la desecación de la parte de la misma que queda expuesta puede causar pérdida de plántulas (Campbell y Swain 1973b).

Las gramíneas presentan menores inconvenientes para la penetración de la raíz en el suelo que las leguminosas. El mejor anclaje de la semilla, el menor diámetro de la radícula y el hecho de que ésta emerge a través de la coleoriza cubierta de pelos gelatinosos favorecen la entrada de la radícula en el suelo (Campbell y Swain, 1973a y b).

Dentro de los factores que afectan la penetración radicular se pueden citar la dureza de la superficie del suelo, la heterogeneidad de la misma y la presencia de una cobertura.

Otra causa importante de desaparición de plántulas en siembras en el tapiz es debida a la competencia ejercida por la pastura preexistente. Diversos autores reportan mayor sobrevivencia cuando el tapiz nativo fue suprimido (Campbell 1968, Dowling et al 1971, Dowling y Robinson 1976, Sithamparanathan et al 1986). La competencia reduce el crecimiento de las plántulas haciéndolas más susceptibles a condiciones de estrés.

2.2 Efecto de las variables de manejo

El número de plántulas que germinan con posibilidad de establecerse es función de la cantidad de sitios seguros en la cama de siembra de acuerdo a la especie sembrada (Harper 1965). Si se pudiera definir los requerimientos microambientales para la germinación se podría intentar manipular la cama de siembra para proveer el número deseado de sitios seguros (Young et al, 1970). Se debe tener en cuenta que las condiciones favorables necesarias para el exitoso desarrollo de las plántulas pueden ser diferentes para las distintas etapas por las que transcurre ésta hasta su implantación, por lo tanto las condiciones ambientales que determinan el sitio seguro para una correcta implantación surgirían de la evolución de los diferentes factores microambientales.

2.2.1 Fertilización

El agregado de nutrientes en el suelo afecta de diferentes formas la competencia entre familias y dentro de familias, dependiendo de sus exigencias y tolerancias. La ubicación del nutriente en el suelo modificando los niveles originales altera el desarrollo y comportamiento de las plántulas, lo cual se torna aún más importante para nutrientes poco móviles como es el caso de fósforo. Otro factor a considerar en el momento de decidir el agregado de nutrientes al suelo es la forma y fórmula a utilizar.

La fertilización puede tomar particular importancia en el caso de siembras en el tapiz puesto que los requerimientos de las especies introducidas pueden diferir con los de las plantas preexistentes, el agregado de un nutriente influiría en las relaciones de competencia. Así Carámbula (1977) en la introducción de especies en general afirma que cuanto más bajos son los niveles de fósforo agregados más importante resulta destruir el tapiz, ya que las gramíneas nativas presentan mayores tasas de crecimiento relativas a niveles deficitarios de ese nutriente y podrían desplazar fácilmente a las leguminosas introducidas.

En los mejoramientos extensivos se enfatiza el uso de las leguminosas, ya que un factor que limita la expresión del potencial de nuestras pasturas es el nitrógeno, nutriente costoso y de muy baja residualidad por lo que generalmente se evita su empleo. Se recurre entonces al uso de las leguminosas como forma de levantar la limitante del nitrógeno, dejando que ésta aporte el mismo por exudado de las raíces y/o por la descomposición de la planta (Millot et al, 1987).

Las plántulas de gramíneas y leguminosas en condiciones favorables de crecimiento son capaces de utilizar nutrientes exógenos dentro de los primeros días de la germinación, Mc Williams et al (1970) indican que tanto fósforo como nitrógeno este último en mayores cantidades, al igual que otros micronutrientes esenciales para el desarrollo son absorbidos por

las mismas dentro de los primeros días de la emergencia. Basándose en el hecho que las plántulas llegan al punto de compensación de CO₂ mucho antes que las reservas seminales se agoten, es que los autores sugieren que las mismas están en exceso para condiciones de crecimiento normales. Solo si existen condiciones adversas que retrasen la emergencia, determinando que no se alcance la fase autótrofa rápidamente, se estarían consumiendo completamente las reservas.

En condiciones de competencia Roberts (1960) encontró que es aconsejable retrasar la aplicación de nitrógeno hasta que las pequeñas plántulas sean capaces de competir adecuadamente por el mismo, la aplicación del mismo en el momento de la siembra determinó disminuciones en el establecimiento de las especies sembradas.

2.2.1.1 Fósforo

Este nutriente tiene por característica fundamental su baja solubilidad en el suelo.

La potencialidad de un suelo en suministrar fósforo está definida por factores de intensidad, cantidad, capacidad y cinéticos. Entendiendo por factores de intensidad la concentración de fósforo en solución, siendo éste el que está inmediatamente disponible para las plantas. Los factores de cantidad determinan la potencialidad del suelo para suministrar fósforo a la solución una vez que éste es absorbido por las raíces, corresponde a los compuestos de fósforo más solubles. Los factores de capacidad están determinados por la relación entre intensidad y cantidad, corresponde a los cambios que se producen en la concentración del nutriente en el suelo por absorción de las raíces. Por último, los factores cinéticos determinan la velocidad con que es repuesto el nutriente a la solución. La concentración de Fósforo en solución es independiente de la cantidad de agua, lo que indica que es un equilibrio de formas sólidas. Dada la baja cantidad de dicho nutriente en solución las plantas deben tener un mecanismo preferencial de absorción y el suelo un mecanismo de reposición rápida del fósforo extraído (Castro 1978).

Los aportes del nutriente por los distintos suelos no agrícolas del Uruguay son en la mayoría de los casos deficitarios desde 1 a 6 ppm P Bray (CIAAB 1971, citado por Millot et al 1987), por lo cual previo a la introducción de leguminosas es indispensable considerar el aumento de dicho nutriente en el suelo (Carámbula, 1977). Con dichas magnitudes de fósforo es de esperar una respuesta a la aplicación de dicho nutriente, dependiendo fundamentalmente de la composición del tapiz (Millot et al, 1987).

Para que esta respuesta puede evidenciarse y significar un aumento real en la producción debe existir alguna leguminosa capaz de aumentar la producción como trébol carretilla y /o

Adesmia, ya que las leguminosas nativas presentes en el tapiz son por lo general poco sensibles al agregado de fósforo, indicando que se han adaptado a los bajos niveles históricos del mismo. Sin embargo existe una sensible respuesta en la calidad de la pastura debido a un aumento del contenido de proteína cruda (Risso y Scavino, citado por Millot et al, 1987).

Desde el momento que se agotan las reservas las plántulas manifiestan sus diferentes requerimientos de fósforo para establecerse y desarrollar su potencial de crecimiento

El fósforo es un mineral muy móvil en la planta, absorbiéndose en su mayoría en los primeros estadios de crecimiento.

Los distintos requerimientos de fósforo para distintas familias y especies se atribuyen a sus diferencias fisiológicas y morfológicas. Las gramíneas presentan un sistema radicular compuesto por raíces más finas y largas, con un mayor largo de los pelos radiculares lo que determina una mayor y más completa exploración del suelo.

El fósforo es un mineral de muy baja solubilidad, por lo tanto muy poco móvil, determinando que la forma de obtención del mismo para la planta sea por exploración de su sistema radicular; de esta manera las gramíneas son más eficaces en la obtención de dicho nutriente, a esto se agrega el aumento de la superficie de contacto y alcance logrado por micorizas asociadas a los sistemas radiculares de las gramíneas (Millot, com. per). Caradus (1980) encontró para un grupo de gramíneas que su respuesta al agregado de fósforo era menor que para uno de leguminosas, lo cual fue explicado por su buena exploración del suelo

Las leguminosas tienen una mayor capacidad de absorber fósforo por superficie y peso de raíz, al existir un déficit de dicho nutriente son éstas las que más resienten la traslocación dado que el grado de déficit no afecta la traslocación de las gramíneas (Caradus, 1980). El autor obtiene, en condiciones de no competencia, niveles de fósforo absorbido similares para ambas familias, explicando este resultado porque las leguminosas son capaces de absorber más fósforo por unidad de raíz, esto no indica que las leguminosas sean más tolerantes a los bajos niveles del nutriente, debido a que presenta un lento desarrollo de raíz determinando un rápido agotamiento del fósforo disponible, en competencia esto se agrava más con el hecho que las gramíneas obtendrían primero el fósforo, determinando niveles del mismo aún menores para la Leguminosas.

Krigel (1967) encontró que con una deficiencia de fósforo en trébol subterráneo cambia la morfología de su sistema radicular, determinando raíces más finas y largas como forma de tratar de conseguir una mayor cantidad de fósforo, mientras que Mc Williams et al (1970) hallaron que

algunas leguminosas disminuyen su desarrollo radicular en ausencia del nutriente a diferencia de las gramíneas que en ausencia del nutriente desarrollan un sistema radicular más largo.

Existen para ambas familias especies más susceptibles y más tolerantes a la deficiencia de fósforo, dependiendo de la disponibilidad del mismo en el suelo, en el lugar de origen de la planta, lo cual evidencia una adaptación de las especies al suelo en que se encuentran (Snaydon y Bradshan, citado por Caradus, 1980)

Evans (1977) concluye al igual que Caradus (1980) que el sistema radicular de las gramíneas caracterizado por un mayor volumen de suelo explorado es más eficiente en obtener fósforo. ambos autores encuentran que la leguminosas absorben más fósforo por peso y largo de raíz, pero que esto dista mucho de ser una ventaja en condiciones de campo, donde la competencia por nutrientes determina que la gramínea llegue antes a donde se encuentra los mismos por tener una mayor superficie radicular en contacto con el suelo y que una vez que la leguminosa accede a una porción de suelo nuevo agota rápidamente el fósforo disponible.

Caradus (1980) concluye que existen diferencias significativas entre familias y especies en cuanto al comportamiento con respecto al fósforo, encontrando que la leguminosas tienen una mayor respuesta al agregado de fósforo, por lo cual su producción estará más asociada a los niveles de dicho nutriente. En siembras en cobertura naturalmente el fertilizante se aplica en superficie, por lo que en el caso de nutrientes poco móviles como el fósforo, los niveles por debajo de los primeros cm de suelo son similares a los originales (Rabuffetti et al, repartido 746). Esto determina que en dichas siembras las gramíneas alcancen mayores rendimientos, ya que la disponibilidad del fósforo es limitante.

El aplicarlo en superficie (al igual que en bandas) determina un menor contacto entre el fertilizante y el suelo por lo cual va a estar más disponible para la planta, ya que existe una menor reacción del nutriente con el suelo. También es en esta porción del suelo donde más rápidamente se pierde humedad por evaporación y percolación, efecto que se agrava por un mayor consumo de agua debido a una mayor concentración de raíces por una mayor disponibilidad del nutriente. Esto determina que las plantas sean mucho más susceptibles a déficit hídrico.

Mc Williams et al (1970) señala que las plántulas creciendo en un medio con aportes de nutrientes presentan un mayor desarrollo a los 4-6 días de germinadas, puede indicarse entonces que la aplicación de fósforo cerca de la semilla, como ocurre en siembras en cobertura sería beneficioso para la implantación de las especies.

Argelaget e Irazoqui (1985) para lotus, T. Blanco y T. Carretilla encuentran una mayor asociación entre aplicación de fósforo y tamaño de planta que con número de plantas. Concluyen que el efecto del fósforo es indirecto sobre la población de plantas, ya que al obtener plántulas más vigorosas, éstas tendrán mayores tasas de sobrevivencia. Los autores se basan en el hecho que las especies con una mayor asociación con el tamaño de plántulas fueron las que tuvieron también una mayor asociación con el número de plantas, tal es el caso del trébol blanco.

La habilidad competitiva de una especie es referida siempre en consideración a las especies que la rodean, así los autores concluyen que especies más adaptadas a menores disponibilidad de nutrientes como es el lotus, que presenta una raíz pivotante con un importante número de raicillas horizontales que le permite una muy buena exploración del suelo con respecto a otras leguminosas, aumenta su habilidad competitiva en condiciones de déficit intermedio de fósforo, ya que afecta al resto de leguminosas, más exigentes en disponibilidad de fósforo y no al primero. La aplicación de fertilizante fosfatado más la introducción de las leguminosas sobre el tapiz nativo es aditivo, ya que no disminuye significativamente la producción del mismo y aumenta la producción total de la dieta.

Distintas especies y variedades de plantas tienen un comportamiento diferencial en cuanto la respuesta al fósforo. Caradus (1980) estudio el comportamiento de varias especies de Leguminosas y Gramíneas con respecto a los niveles de fósforo en el medio que rodea a la plántula. Así encontró que a las 24 semanas de sembradas las Leguminosas en un ambiente con alto contenido de fósforo producían más, mientras que con bajos niveles los resultados se invertían. La producción media para Gramíneas no era afectada por los niveles de fósforo pero sí lo era para las Leguminosas, siendo para éstas más alta la producción con altos niveles, esto se evidencia claramente en la relación entre pesos de parte aérea con bajo y alto fósforo, así para gramíneas es 1.06 y para Leguminosas 0.52.

La eficiencia en la utilización de fósforo es afectada por la época de siembra, siendo sucesivamente menor a medida que se avanza hacia el invierno, es decir que las respuestas son mayores en siembras tempranas y aumentos de la dosis no revierte el efecto de siembras tardías, por lo cual éstas se tornan ineficientes y antieconómicas (Ayala y Carámbula, 1996). Esto se debe a que la disponibilidad y utilización del nutriente por la planta disminuye con la caída de la temperatura (Mas, 1996).

Krigel (1967) trabajando con trébol subterráneo encontró que durante la segunda semana de germinación, las plántulas sin aporte exterior de fósforo comenzaban a mostrar signos de deficiencias, las hojas eran más pequeñas y de un color verde oscuro, con tallos rojos (signo

claro de falta de P). Cuando se agregaba el nutriente solamente las hojas nuevas aparecían normales en tamaño y color.

Scoot et al (1985) trabajando con *Lolium perenne* el cual peleaba con diferentes nutrientes (N, P, S) encontraron que la limitante de P determinaba las mayores restricciones en el desarrollo de las plántulas, la cual se levantaba con el agregado de roca fosfórica acidificada a la semilla.

Dowling (datos no publicados, citado por Dowling 1976) encontró que el agregado de altas dosis de fósforo a la siembra determina una depresión en el establecimiento y sobrevivencia de plántulas de festuca y falaris cuando es sembrada en suelos con alta concentración de dicho nutriente y en particular en presencia de trébol blanco. El autor concluye que la aplicación bajo estas condiciones debe retardarse hasta que las plántulas introducidas sean capaces de competir exitosamente con las especies nativas por dicho nutriente.

El agregado de fosforitas al suelo determina un mayor o menor aumento de los niveles de fósforo soluble y/o de fósforo rápidamente disponible en el suelo, según sea la capacidad de retención del nutriente en el mismo (Castro, 1978).

2.2.1.2 Nitrógeno

El manejo de la disponibilidad del nitrógeno es una de las herramientas que se tiene al pensar en introducir especies en el tapiz, dado que es uno de los nutrientes más importante para el desarrollo de las plantas y que las diferentes familias lo pueden obtener de distintas fuentes. Al pensar en introducir una, se estará optando por una u otra fuente de nitrógeno de manera de aumentar su competitividad.

En el momento de introducir nitrógeno en el tapiz es importante considerar la dinámica que éste presenta en el mismo. La mayor parte del mismo se encuentra en forma orgánica formando proteínas no disponibles para las plantas (cerca del 98%), las mismas pueden absorber nitrógeno como amonio, nitritos y nitratos, siendo en ésta la forma en que puede almacenarse sin causar toxicidad. La disponibilidad de nitratos en un momento dado depende de los procesos de mineralización de la materia orgánica, inmovilización por formación de tejidos microbianos y pérdidas por lixiviación, denitrificación, etc. (Rabuffeti, 1984). El nitrato está todo en solución, es así que su concentración dependerá de la cantidad de agua en un momento dado, además el hecho de estar en solución determina que su movimiento sea el del agua, así es que se puede perder en profundidad por lixiviación como concentrarse en superficie en períodos de sequía donde el balance es positivo para la evapotranspiración.

En el momento de introducir especies en el tapiz sin movimientos de tierra es importante considerar que las altas tasas de mineralización que ocurren en siembras convencionales no van a ocurrir y que el hecho de no mover el suelo determina un mejor drenaje interno por lo que las pérdidas por denitrificación serán menores, siendo las pérdidas por lixiviación mayores (Baethgen, 1982, citado por Apezteguia, 1987) lo que en definitiva determina una menor disponibilidad del nutriente para las especies a introducir, tanto por aportes de nutrientes del suelo, como del fertilizante.

Entre las fuentes más comunes de nitrógeno se encuentra la urea, la cual esta compuesta por dos moléculas de amonio unidas a un carbono. En presencia de agua, y favorecida por la presencia de ureasa, se descompone dando un compuesto inestable liberando NH_3 , es en este momento cuando ocurren las pérdidas por volatilización del mismo, si el NH_3 reacciona con el agua entonces forma NH_4 y se comporta como un fertilizante amoniacal, pudiendo ser absorbido por los coloides del suelo, o bien ser nitrificado. En el caso de la aplicación en cobertura las pérdidas pueden ser mayores por la presencia del tapiz, pudiendo atrapar granos de urea en el follaje. Debido a la humedad ambiente, durante las primeras horas del día puede hidrolizarse y luego descomponerse en NH_3 . Sin embargo el autor indica que solo en suelos muy arenosos y condiciones especiales, las pérdidas por volatilización serían importantes, afirmando que la urea es muy eficiente para la aplicación en cobertura (Rabuffeti, 1984).

La aplicación de fertilizante nitrogenado aumenta generalmente la producción de materia seca del campo natural, generalmente también aumenta la calidad de la pastura, por un aumento del contenido de proteínas, pero no levanta la crisis de producción invernal, ya que la mayor proporción del aumento de la producción se debe a la producción primaveral y otoñal (Santiñaque, 1984). La magnitud de la respuesta estará determinada por la capacidad de respuesta de las especies presentes en el tapiz (Santiñaque, 1984, Roberts, 1960).

Una mayor eficiencia de utilización del nitrógeno fue obtenida a medida que se retrasaba la aplicación hasta que el sistema radicular de la plántula estuviera lo suficientemente desarrollado para utilizarlo. El retraso facilitaba el establecimiento de las plántulas de gramíneas bajo condiciones de competencia con especies nativas capaces de responder al agregado del nutriente (Roberts, 1960).

El retraso en la aplicación de nitrógeno tiene varias ventajas, por un lado está disponible para las plántulas cuando éstas están en condiciones de aprovecharlo, a su vez no existen pérdidas por lixiviación u otra causa. Por otro lado no es utilizado por las especies nativas, por lo cual no dificultan el establecimiento de las especies introducidas. Pollock (1989) estudiando el

comportamiento de gramíneas en el establecimiento encontró que el retraso en la aplicación de urea prevenía que la maleza utilizara dicho nutriente, por lo tanto también retrasa la competencia de las plántulas de gramíneas introducidas. Este efecto se evidencia cuando las especies residentes en el tapiz son estivales (C4) y las introducidas son templadas (C3), capaces de utilizar el nitrógeno cuando el resto de las especies se encuentran en reposo (Millot, com per.).

Comparando ensayos de campo con viveros siempre se concluye que en los primeros el número de plántulas es menor, es entonces importante estimular a las jóvenes plántulas creciendo en condiciones de campo para que tengan un rápido desarrollo. El agregado de nitrógeno en el momento adecuado, luego de la emergencia y en un lugar apropiado, provoca un mejor desarrollo de las plántulas introducidas. Pollock (1989) encuentra que el agregado a la siembra en hileras de urea de lenta liberación o retrasando la aplicación de urea al voleo hasta la emergencia, favorece el desarrollo de las plántulas. La aplicación de la urea de lenta liberación es importante en suelos con bajo contenido de nitrógeno. La ventaja de la aplicación de urea de lenta liberación reside en que no perjudica la germinación, Pollock encuentra que altas dosis a la siembra de urea afectan negativamente la misma. Agregando las mismas dosis pero con urea de lenta liberación se está aportando la cantidad requerida por las plántulas sin afectar su germinación.

La aplicación de nitrógeno en cantidades importantes en siembras que incluyan leguminosas puede traer problemas con la nodulación, por lo cual se puede afectar su establecimiento y persistencia (Ball et al. 1982; Houglund & Brock, 1987; citados por Pollock 1989). En aquellos suelos que tengan una baja disponibilidad de nitrógeno puede ser sin embargo importante la aplicación de pequeñas dosis "Starter" de manera de favorecer el desarrollo de las pequeñas plántulas hasta que los nódulos puedan aportar cantidades importantes de nitrógeno. Deberá conocerse el comportamiento del tapiz preexistente y las necesidades de las leguminosas a introducir de manera de determinar si es conveniente o no realizar una aplicación de nitrógeno como "starter".

Krigel (1967) estudiando el uso de los nutrientes internos de la semilla de *Trifolium subterraneum*, para condiciones de invernadero, concluye que a partir de la segunda semana de germinación es necesario el aporte de nitrógeno externo para no disminuir el crecimiento de la plántula. Una vez que es puesta en solución con dicho nutriente toda la plántula se recupera rápidamente en color y tamaño de hojas y raíz.

2.2.2 Época de Siembra

La época de siembra es un factor que el productor puede manejar fácilmente. Siembras muy tempranas tienen el inconveniente de encontrar el tapiz nativo en activo crecimiento y

aumenta las probabilidades de déficit hídricos importantes, por el contrario siembras tardías enlentecen la germinación, afectando los procesos que determinan el establecimiento (Ayala y Carámbula, 1996).

La variación de la época de siembra modifica, entre otros factores, las condiciones microambientales donde se desarrollaran las plántulas (Byers y Templeton, 1968), al modificarse la temperatura y la probabilidad de déficit hídrico.

La elección de la época de siembra es una de las variables importantes al momento de decidir la introducción de especies en el tapiz. Dicho momento determinará cuales serán las condiciones en las que deberá germinar la semilla y establecerse las plántulas. Por lo tanto es fundamental conocer el clima de la región y su variabilidad, ya que esto nos permitirá realizar la siembra en el momento adecuado, encontrando las condiciones ambientales (temperatura y humedad) óptimas para permitir un rápido crecimiento de las semillas que les permita competir con las especies nativas.

La determinación de la época adecuada para maximizar las probabilidades de éxito en el establecimiento de las poblaciones, minimizando los riesgos de fallas se realizan generalmente utilizando promedios climáticos (Bologna y Hill, 1992).

Carámbula (1977) encuentra que las mejores condiciones para una buena implantación están dadas comenzado el otoño, donde hay probabilidades de obtener un balance adecuado entre humedad dada por las lluvias, rocíos y neblinas y las pérdidas por evapotranspiración, lo mismo indica Millot et al (1987) para la mayoría de las regiones del país, afirmando que sería en el periodo entre comienzos de abril y el 15 de mayo, indicando Risso (1991) que es en esta época donde hay razonables probabilidades que ocurran adecuadas precipitaciones, buenas condiciones de humedad en el suelo, evaporación media y temperaturas no muy extremas.

Varios autores recalcan la importancia de una buena elección de la época de siembra, conocer el comportamiento del clima y el ambiente. El hecho de sembrar muy temprano trae aparejado problemas de implantación ya que la semilla se encuentra en buenas condiciones de temperatura, por lo cual cualquier lluvia determinará que comience a germinar, pero es probable que el suelo se seque rápidamente por lo cual no pueda penetrar, aunque no muera la plántula puede morir la radícula imposibilitando que la raíz, aunque crezca, pueda penetrar (Charles et al, 1991, Carámbula 1977, Millot et al, 1987; Langer, 1981). Al realizar una siembra en cobertura estamos ubicando la semilla en condiciones que no son las más adecuadas para la germinación y posterior desarrollo de las plántulas, por lo cual gran parte del éxito de este tipo de mejoramientos dependerá de la humedad en los días siguientes a la siembra que permitan una

ápida germinación de las semillas y favorezcan la penetración de la radícula (Campbell, 1968). Langer (1981) indica que para lograr un buen establecimiento en tréboles es deseable un período de 4 a 5 semanas con buenas condiciones de humedad.

Tomando en cuentas las anteriores indicaciones, es importante sembrar cuanto antes, ya que retrasarse determinará que la germinación sea más lenta por menores temperaturas, los procesos de germinación se enlentecerán, estando la plántula más susceptible a ataques y enfermedades.

Al momento de decidir la época de siembra deberá tomarse en cuenta los ciclos biológicos de las especies presentes en el tapiz, es recomendable sembrar en aquellos momentos en los cuales la tasa de crecimiento de las mismas sea mínima, siendo la mayoría de los suelos del país predominantemente estivales compuestos por gramínea perennes. De ésta manera se suma otro factor favorable a las siembras en otoño, ya que las gramínea no están en su pico de crecimiento, algunas ya están en reposos vegetativo por lo que su competencia es menor (Bologna y Hill, 1992).

Cullen (1969) considera que la existencia de la pastura residente es la principal causa del pobre establecimiento en siembras de primavera a marzo, siendo la mejor época para sembrarlo el otoño, encontrando que en esta época se obtiene un rápido establecimiento que le permite competir con éxito con las especies nativas del tapiz.

De acuerdo con Chapman y Fletcher (1985) uno de los factores más importante al momento de considerar la época de siembra es las probabilidades de encontrar humedad luego de la misma. Así encuentra que para zonas de verano húmedos es lo mismo sembrar en primavera u otoño, afectando más el año que la estación en estas condiciones. Pero cuando las probabilidades de encontrar condiciones buenas de humedad son bajas es mucho más prudente sembrar en otoño (Charlton y Giddens, 1983; citados por Chapman y Fletcher, 1985). En nuestro país la competencia primaveral de las especies C4 y C3, que alcanzan su mayor tasa de crecimiento diario, determina que se produzca la mayor competencia por luz, agua y nutrientes (Millot, com. per.) lo que relativiza la opción de siembras primaverales.

Culleton et al (1992) estudiaron el efecto de la época de siembra en el macollamiento de gramíneas, las siembras tempranas alcanzan un mayor número de macollos y más temprano, con un peso del mismo menor ya que están más tiempo en pleno macollamiento. Lo cual es importante para una mayor probabilidad de rebrote en la próxima época de crecimiento.

En la introducción de tréboles el enraizamiento inicial durante el otoño o inicios de primavera dependería del grado de control que se pueda hacer sobre las especies del tapiz preexistente de otoño hasta comienzos de verano, cuando las condiciones climáticas favorecen el crecimiento de las gramíneas (Blackmore, 1955). En el caso de introducción de gramíneas el autor recomienda hacerlo cuando las gramíneas preexistentes se encuentran en su mayor decaimiento.

Un atraso de la siembra trae mayores inconvenientes para las leguminosas más sensibles a este efecto que las Gramíneas, ya que éstas aceptan períodos más amplio de establecimiento entrado el otoño sin resentir su implantación (Ayala y Carámbula 1996).

2.2.3 Densidad de siembra

El número de plantas por unidad de superficie es uno de los componentes básicos de la productividad de una pastura. Durante los primeros estadios de desarrollo la producción de una pastura está en relación directa con el número de semillas sembradas, luego la capacidad de aportes de recursos del ambiente será la que regula la tasa de crecimiento de la población (Bologna y Hill 1992)

Lo que se busca con el manejo de las densidades es obtener una rápida cobertura del suelo, cuanto antes se logre el área foliar apropiada, más rápido se estará aprovechado la energía disponible por las especies que nos interesan (Carámbula, 1977).

La densidad apropiada dependerá del vigor de la especie así Hughes y Davies (1951, citado por Carámbula, 1977) sostienen que en aquellas especies de alto vigor de plántulas se logran buenas población partiendo de densidades bajas, complementariamente Blaser et al (1952, Citado por Carámbula, 1977) recomiendan el uso de altas densidades cuando se utilizan especies con un establecimiento lento. En el caso de utilizar mezclas de especies dependerá de las densidades relativas, la capacidad de competir que tendrán las mismas.

La densidad de plantas determinará también cuando comenzará a ocurrir la competencia por luz, así si se siembra en altas densidades se logra una rápida cobertura del suelo, llegando rápidamente al IAF óptimo, pero también determina una temprana competencia por luz entre las plantas. Dicha competencia ocasiona muertes de plantas por raleo natural, perjudicando la tasa de crecimiento del cultivo. Además se ha encontrado que cuando se utilizan densidades superiores a la óptima, la tasa neta de fotosíntesis es menor a la encontrada para un mismo IAF pero con menos plantas, debido a que las hojas en la parte superior del canopy en altas densidades comienzan a disminuir su tasa de fotosíntesis, debido a inclinación de la hoja y diferentes condiciones antes y después de surgir a la parte superior del canopy. Con

densidades menores se logra un número menor de hojas pero de mayor tamaño (Prioul y Sirsburry 1982)

2.2.4 Inoculación y Peleteado

La supervivencia del *Rizobium* en siembras en cobertura se encuentra afectado por factores físicos como intensidad de la luz solar, humedad, y largo del periodo de exposición antes de la germinación. Estos factores se encuentran fuertemente influenciados por la época de siembra y la cobertura de las plantas (During et al, 1963).

Brockwell (1962) estudió el efecto de los componentes del peleteado en el crecimiento de las plántulas y de los nódulos en semillas de trébol subterráneo. Utilizó como adhesivos: goma arábiga, metiletilcelulosa y nitrocoat. Como polvo: Dolomita y nutrientes orgánicos (harina de sangre, leche en polvo, cal, vitaminas (biotina y tiamina) y carbón). En el conteo de nódulos sobre raíz definió dos grupos, aquellos que se encontraban a menos de 2.5 cm de la corona y los que se encontraban a mayor profundidad, definiendo al primer grupo como nódulos que surgían a partir del inoculante agregado. Si bien el peleteado (agregado de cualquier sustancia para favorecer el contacto entre el inoculante y la semilla) determina para todos los tratamientos estudiados un aumento significativo del porcentaje de semillas infectadas con respecto al control (aquel que se le agrega solamente el inoculante), existe diferencia en el peso seco de las plántulas entre diferentes tratamientos, lo cual el autor le atribuye a la celeridad de la nodulación. Cuando el peleteado se hizo inmediatamente antes de la siembra no encontró diferencias entre los adherentes, si la semilla peleteada se almacenaba la goma arábiga fue el mejor adhesivo para mantener la viabilidad del inoculante. En el mismo trabajo el autor determinó que la incorporación del inoculante en el peleteado es mejor que aplicar el inoculante sobre el pelet determinando una mayor velocidad de infestación por lo cual un mayor peso seco de plántula en un mismo tiempo.

Brockwell, Bergersen y Hely (1962, citados por Brockwell 1962) determinan las causas fisiológicas de la muerte en el suelo y por lo tanto la falla de la inoculación, en el hecho que la bacteria es un organismo que habita en la rizósfera, por lo cual cuando se inocula se está aplicándola en un medio no propicio para su desarrollo, encontrándose en competencia desfavorable con el complejo microambiente establecido en el suelo. Un retraso en la emergencia y desarrollo de la radícula concreta una pérdida de *Rizobium* que a la postre llevan a la falla de la inoculación. La probabilidad de que ocurra una buena infestación se puede aumentar por dos vías, por un lado disminuyendo la mortalidad del *Rizobium* o por otro lado aumentando la velocidad de germinación.

La inoculación para leguminosas es imprescindible en nuestro país ya que los *Rizobium* nativos son inefectivos o parásitos, no garantizan rendimientos ni están ubicados cerca de la raíz a la emergencia. Existen dos métodos para inocular la semilla, uno es la aplicación de agua azucarada como adherente (inoculación simple) y otro es el peleteado con adherentes más potentes y un polvo de recubrimiento que permite un mejor pasaje de la semilla inoculada por la sembradora (Plan agropecuario, 1987).

Recubrir la semilla incrementa tanto la emergencia como el crecimiento bajo ciertas condiciones, por el contacto íntimo de factores beneficiosos para la semilla y la plántula (fungicida, *Rizobium*, insecticida, nutrientes, etc.), además en condiciones de siembras aéreas permite un mayor contacto semilla-suelo que aumenta las posibilidades de obtener agua por parte de la semilla (Scott et al, 1985).

La efectividad de usar una cubierta con nutrientes en la semilla aparece como muy dependiente del tipo de cubierta, de la especie, fecha de siembra, tipo de vegetación residente y de suelo, textura, fertilidad y contenidos de humedad (Scott et al, 1985).

Scott et al (1985) hallaron interacción entre los diferentes tipos de cubierta y el porcentaje de humedad del suelo con las tasas y porcentajes de emergencia en *Raigrás* perenne. La caída de la germinación y emergencia, con el aumento del porcentaje de humedad y para cubiertas de semillas con altos contenido de materiales solubles en agua podría explicarse por el tamaño que adquiere la semilla, (diez veces mayor al normal) y el tipo de sustancia agregada a la semilla, esto determinaría que el potencial osmótico alrededor de la semilla cayera a valores tales que afecten la germinación, que la porción soluble del peleteado pueda ser tóxica para la semilla o que la aireación de la semilla pueda verse inhibida por una disminución de la tensión del agua. Esta última explicación estaría en concordancia con que el aumento de la humedad en el suelo determina una caída en el valor final obtenido para la germinación.

El hecho de peletear la semilla determina un aumento del agua en las cercanías de la semilla, lo cual determina un aumento de la tasa de imbibición (por lo tanto en la de germinación), tanto en Gramíneas como en Leguminosas, siendo este efecto más marcado para las últimas (Dowling et al, 1971).

Dowling (1978) estudio el efecto de cubrir con nutrientes o material inerte, las semillas de *Festuca*, *Falaris*, trébol subterráneo y alfalfa. Para dicho ensayo sembró desde noviembre de 1969 hasta abril de 1972, encontrando que el efecto del peleteado de las semillas tenía una clara

interacción con la fecha de siembra, especie utilizada y el tipo de cubierta, encontrando que la cubierta aumentaba los valores de establecimiento cuando el mismo ocurría a más de 18°C

2.2.5 Métodos de Siembra

Según Blackmore (1955) los requerimientos fundamentales para una exitosa siembra en superficie son a) un rápido, parejo y seguro enraizamiento, y b) un rápido establecimiento. El primero de estos conceptos depende de la localización de la semilla y de las fuerzas que actúan para su penetración radicular, mientras que el establecimiento depende fundamentalmente de la sobrevivencia de las plántulas y por ende del grado de competencia a la que se encuentran sometidas.

El incremento de la rugosidad del suelo determina aumentos importantes en los porcentajes de germinación, encontrando que la gran mayoría de las plántulas establecidas se localizan en depresiones creadas al modificar la microtopografía de la superficie del suelo. El aumentar la rugosidad del suelo trae dos efectos beneficiosos, por un lado aumenta el contacto semilla-suelo-agua y por otro ayuda la penetración radicular, siendo claramente más importante en el caso de las Leguminosas (Dowling et al, 1971). Campbell (1985) halló que sembrando con el solo "arañado" de la superficie del suelo, únicamente el 69% de las semillas se desarrollaron y que únicamente el 60% de éstas logró penetrar la superficie del suelo con la radícula. La falta de penetración radicular puede ser común en siembras sobre la superficie, especialmente en condiciones secas.

La siembra directa es un método mecánico de colocar la semilla, y usualmente el fertilizante, directamente dentro del suelo, como distinción de la siembra al voleo donde la semilla es colocada sobre la superficie, con o sin previo laboreo (Blackmore, 1955). De acuerdo con el autor este tipo de método favorece el enraizamiento de las plántulas.

Charles et al (1991) afirmaron que es necesario un buen manejo para obtener buenos resultados con siembra directa, hallando resultados comparables a los logrados con laboreo convencional.

Chanes et al (1991), basándose en los trabajos de Baker (1977) y Choudhary (1981) atribuyeron los mayores porcentajes de establecimiento en siembra directa con "T" invertida con respecto a triple disco, al favorable microambiente formado con la primera herramienta. A su vez encontraron que cualesquiera de estos dos métodos era superior a la siembra aérea. Sin embargo su efectividad fue cuestionada por Campbell y Kunelius (1984, citados por Campbell 1985) cuando implican a la maquinaria como la causa más importante de las fallas en el establecimiento de trébol rojo en siembras directas. Las observaciones del autor, sugieren que

las fluctuaciones en la profundidad de la cuchilla durante la siembra pueden influir en la emergencia del trébol rojo. Si bien este tipo de maquinaria puede crear un ambiente con humedad y oxígeno suficientes libre de los riesgos de altas o bajas temperaturas y de predadores o patógenos (es decir un "Sitio seguro" según definió Harper en 1977), el control de la profundidad puede determinar disminuciones en la emergencia de plántulas muy importantes, ya que para cada especie existe una profundidad máxima de siembra, lo cual es dependiente del tamaño de la semilla.

La importancia de la precisa cobertura, particularmente para Leguminosas, es ampliamente reconocida. Las desigualdades en la relativa homogeneidad del suelo de una cama de siembra convencional, o en los surcos de una de siembra directa consisten de heterogéneas combinaciones de suelo disturbado e indisturbado. Esto determina que la semilla quede cubierta o expuesta en diferentes grados, lo que hace al concepto de profundidad de siembra más complejo. La profundidad de siembra para cualquier tipo de surco envuelve dos factores: a) la relación entre la posición de la semilla y la base del surco y b) la relación entre el surco (o la cuchilla) y la superficie del suelo (Campbell, 1985)

Campbell (1985) usando una sembradora directa de "T" invertida, encontró que la emergencia del trébol rojo era mayor a 13 mm que a 0 mm y 39 mm de profundidad de la cuchilla, dando este último un 45 % menos plántulas que el primero. El tiempo medio de emergencia fue también mayor a mayor profundidad. Según el autor, proveer humedad a la semilla aumentando la profundidad de siembra, tiene poco alcance para mejorar la germinación de trébol rojo. Al aumentar la profundidad de siembra la sección de suelo indisturbado y raíces es mayor y el largo del hipocótilo aumenta, combinando los efectos de disminución del área de sección y mayor extensión, lo que determina una reducción efectiva de la fuerza axial que la plántula puede ejercer sobre el área cotiledoneal, generando una tendencia al "buckle".

2.2.6 Tratamiento Previo del Tapiz

Numerosos autores han demostrado la importancia de disminuir la competencia entre las especies introducidas y el tapiz preexistente para aumentar las probabilidades de una buena implantación a través de un alto establecimiento con buena sobrevivencia de plántulas (Cullen 1966, citado por Carámbula 1977). Este aspecto se ha logrado mediante la utilización de diferentes métodos entre los que trataremos pastoreo, quema, laboreo y herbicida

2.2.6.1 Pastoreo o corte

La utilización de pastoreos y/o cortes para favorecer la implantación de especies en pasturas naturales, ha sido exitosa en climas húmedos (Sears 1950, Suckling 1951, Chippendale

y Merricks 1965, Frank 1968; citados por Carámbula 1977), pero en general no se ha encontrado respuesta en climas secos (Watkin y Vickery 1965, citado por Carámbula 1977). En el primer caso el factor más limitante sería la competencia por luz, mientras que en climas secos la mayor influencia sería la falta de humedad.

Una de las principales ventajas de este tipo de control es su bajo costo, adaptable a zonas donde no existe infraestructura agrícola y que implica muy bajos riesgos de erosión (Carámbula 1977; Millot et al, 1987).

En el manejo del pastoreo a realizar se debe contemplar la densidad y composición botánica dominante ya que ésta determinará características del tapiz tales como agresividad y estacionalidad (Risso, 1991).

Risso (1991) indica la relevancia del grado de competencia que puede ejercer la pastura existente en el éxito de una siembra en cobertura, indicando como una forma de control el uso de pastoreos severos, con dotaciones mixtas altas desde la primavera anterior a la siembra, incluyendo una "comida" previa a la siembra de manera de minimizar la capacidad de rebrote por disminución de las reservas, además de favorecer un mejor contacto semilla-suelo. Similares comentarios realizan Ayala y Carámbula (1996) indicando la importancia de realizar tratamientos intensos de debilitamiento del tapiz previo a la siembra, por medio de pastoreos o cortes severos durante el verano y comienzos de otoño, ofreciendo un nicho apropiado para el crecimiento y desarrollo de las plántulas.

El control de la vegetación residente por medio del pastoreo intenso trae como ventajas también la posibilidad de disminuir la competencia ejercida por el tapiz durante el rebrote de la primavera siguiente a la siembra, acompañando de esta manera el crecimiento de las especies sembradas (Risso y Monén, 1990).

Diversos autores (Breackwell 1962, citado por Bologna y Hill 1992; Millot et al, 1987; Risso 1991) indican que más que la altura del tapiz, la densidad y su agresividad serán relevantes en la determinación del grado de competencia que pueda ejercer la pastura nativa frente a las especies introducidas. En este sentido, enfatizan la necesidad de realizar pastoreos intensos alternados con períodos de descanso desde la primavera previa a la siembra, buscando un hábito más erecto de las especies presentes en el tapiz que permita una mayor penetración de la luz y un mejor contacto semilla-suelo. Previo a la siembra un pastoreo intenso de forma de llevar al tapiz a una altura razonable que permita un buen contacto semilla-suelo y debilite la capacidad de rebrote del tapiz por disminución de las reservas. Es importante evitar condiciones

de sobrepastoreo que favorezcan la proliferación de especies de hábito postrado y malezas enanas que dificultan el contacto semilla-suelo (Milot et al, 1987).

Al momento de la siembra es importante dejar cierta altura de la pastura, de manera de prevenir la desecación del suelo y proteger a las plántulas de los fríos intensos (Risso y Berretta, 1996). De esta manera Risso (1992, citado por Methol y Solari, 1994) obtuvo mejores niveles de implantación dejando una altura remanente de 5 cm en contraste con 1.5 cm o 24 cm.

Una de las desventajas que presenta esta práctica radica en que efectúa un control parcial de la competencia que perdura por lapsos cortos. La escasa duración de los efectos de los pastoreos rasantes previos a la siembra podría comprometer la adecuada implantación de especies de escaso vigor inicial. Cuando las condiciones climáticas resultan favorables para el desarrollo de las especies introducidas, el retiro de los animales luego de la siembra determina una más rápida recuperación del tapiz (Bologna y Hill, 1992) lo que comprometería la implantación de gramíneas perennes (Chapman et al 1985, citados por Bologna y Hill, 1992).

Diferentes autores estiman necesario continuar con pastoreos luego de la siembra como forma de controlar el crecimiento de la pastura nativa. (Rossengurt, 1946, citado por Bologna y Hill, 1992; Blackmore, 1955; Milot et al, 1987; Risso 1990). Esta práctica debe realizarse mientras las plántulas de las especies sembradas no estén lo suficientemente desarrolladas como para ser afectadas por la misma (Blackmore 1955), mediante defoliaciones moderadas con vacunos livianos (Milot com. per. citado por Bologna y Hill, 1992).

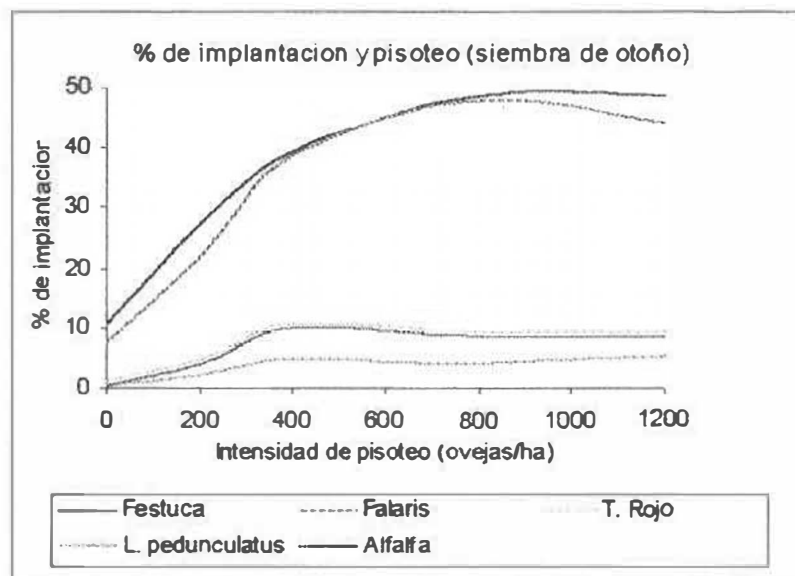


Figura 2.2-1 Efecto de la intensidad de Pisoteo sobre la Implantación, (Adaptado de Sithanparanathan et al 1986)

Por otra parte, la realización de pastoreos luego de la siembra puede mejorar la implantación a través de la obtención de un mejor contacto semilla suelo por efecto del pisoteo realizado por los animales. En este sentido Sithamparanathan et al (1986) encontraron un efecto positivo de la intensidad de pisoteo sobre la implantación tanto de gramíneas como de leguminosas sembradas sobre el tapiz, aunque éste fue marcadamente mayor en las primeras.

La utilización del pastoreo como forma de acondicionar el tapiz puede tener efectos indirectos/beneficiosos. Cuando el manejo del pastoreo previo a la siembra responde a una estrategia integral de mejoramiento realizándose con la antelación necesaria, ajustando la carga y la relación lanar/vacuno y planificando los períodos de ocupación y descanso de acuerdo a las características de la pastura a mejorar, pueden inducirse cambios importantes tanto en la estructura como en la composición botánica del tapiz natural, evitando tanto condiciones de sobrepastoreo como de endurecimiento de forraje ofrecido (Bologna y Hill, 1992).

2.2.6.2 Herbicida

La aplicación de herbicida es una forma rápida de reducir la competencia del tapiz natural, a su vez los restos secos remanentes pueden constituir una cubierta que protege a la semilla de la desecación (Carámbula, 1977). La efectiva eliminación de la competencia que se puede obtener mediante este procedimiento favorecería la implantación de especies con bajo vigor inicial y aquellas más dependientes de los factores (recursos) por los cuales el tapiz natural puede ejercer mayor competencia. Varios autores coinciden en que el uso de herbicidas para el control de la competencia parece ser esencial para el establecimiento y sobrevivencia de las especies perennes (Lodge, 1991).

La elección del herbicida a utilizar depende esencialmente de las especies presentes en el tapiz, de las especies que se pretende introducir y del grado y duración del control que se desea obtener. Se han utilizado con diverso grado de éxito herbicidas defoliantes como Paraquat, Diquat y otros con acción de traslocación como 2-4-D, 2-2 DPA, Dalapon y Glifosato. Los herbicidas defoliantes tienen un efecto de menor duración ya que no matan especies perennes y éstas pueden rebrotar. Los herbicidas sistémicos son más drásticos en su control dado que son distribuidos dentro de la planta y pueden provocar la muerte de las mismas, por lo tanto su efecto resultaría más duradero. Por este motivo podrían determinar un cambio florístico relevante en la composición de la pastura natural.

Carámbula (1996), encontró que la aplicación de un herbicida sistémico (Glifosato) afecta a las especies productivas estivales del tapiz sustituyéndolas por gramíneas invernales anuales de escasa producción y favorece la proliferación de malezas enanas. En cambio con la aplicación

de un herbicida desecante (Paraquat) se detiene el crecimiento del tapiz por un período prolongado sin afectar la composición florística de la pastura natural. Ferenczi et al (199) observaron una disminución del número de plantas/m² de gramíneas estivales, siendo este efecto mayor en la tribu de las Andropogóneas que en las Pániceas y con Glifosato en referencia a Paraquat. Dentro de las invernales, las Stipeas vieron reducida su presencia en más del 50% con la aplicación de ambos herbicidas. En este trabajo se detectó un aumento del nivel de enmalezamiento luego del primer verano, registrándose una mayor presencia de *Cynodon dactylon* y de malezas enanas en los tratamientos donde se aplicó herbicida.

El grado de control se relaciona también con la dosis y el momento de aplicación, además de las características del producto. Dado que las plantas difieren en su susceptibilidad individual a los herbicidas (Linscott y Vaughan, 1982), dentro de la compleja comunidad herbácea de la pastura natural el ajuste de la dosis no solo podría regular el grado de control, sino que podría actuar en forma selectiva sobre las diferentes especies.

Byers y Templeton (1988) reportan que la aplicación de Glifosato a 1.7 Kg/ha (equivalente a 4.7 litros/ha de producto comercial) sobre una pastura de *Dactylis glomerata* demoró entre 3 a 4 semanas en ponerse marrón cuando la aplicación se hizo en marzo (H.N.), pero lo hizo más rápidamente en aplicaciones de mayo. El autor explica esto por las diferencias de temperatura entre estas dos épocas que determinan un crecimiento más activo de la pastura en la última fecha siendo mayor la acción del producto.

La aplicación de herbicidas puede presentar algunos inconvenientes. La presencia de material seco en descomposición puede producir una deficiencia temporaria de nitrógeno, al eliminar otras fuentes de alimento para la micro y mesofauna del suelo podría aumentar la presión sobre las especies introducidas; la presencia de residuos de herbicida puede dañar a las plántulas introducidas y/o podrían haber efectos alelopáticos del tapiz en descomposición (Carámbula 1977; Toai y Linscott 1979, Hurto, 1979 citados por Welty 1981). Por otra parte, cuando el objetivo de la siembra no es la sustitución total de la vegetación existente, sino la introducción de nuevas especies a la pastura natural, la aplicación de herbicidas conlleva a la disminución de la producción de materia seca debido al menor aporte de las especies de la comunidad nativa. En este sentido Ferenczi et al (199_) reportan una disminución en la producción total de materia seca debida al menor aporte del tapiz natural por la aplicación de herbicida cercana al 30% durante el primer año.

La existencia de efectos residuales está relacionada con el período transcurrido desde la aplicación a la siembra, con las características del producto y su degradación así como de la susceptibilidad de las especies introducidas. En este sentido Elliot (1961, citado por Charles

1962) distingue tres fases en el período posterior a la aplicación del herbicida: 1) inmediatamente luego de la aplicación hay una acción directa sobre la pastura, 2) una actividad tóxica residual en el suelo y 3) fin de la actividad. El autor determina que la siembra debería efectuarse para que la germinación ocurra al fin de la fase 2.

Groya y Sheaffer (1981) afirman que el efecto del sombreado por los restos vegetales luego de la aplicación de Glifosato redujo el número de plántulas de alfalfa e indican la necesidad de remover los mismos para obtener una buena implantación. Es de hacer notar que en este trabajo la aplicación del herbicida se realizó cuando la pastura estaba en estado vegetativo con una altura entre 19 a 24 cm.

Segura et al (1978) estudiaron el efecto de diferentes dosis de glifosato sobre trébol rojo y raigrás. Cuando se aplicó el producto directamente sobre las semillas, la leguminosa resultó más susceptible y redujo su germinación a una dosis de 2 Kg/ha, mientras en raigrás sucedió a 4 Kg/ha (tabla 2.2.6-1). Si bien el herbicida no afectó la primera emergencia los daños se hicieron evidentes cuando las plántulas emergieron de la semilla. El autor concluye que la aplicación de glifosato junto a la siembra no se aconsejaría sin la protección de la cama de siembra. Dado que el glifosato se inactiva en contacto con el suelo, la siembra varios días luego de la aplicación no tendría efectos perjudiciales sobre raigrás y trébol rojo.

Los autores difieren en el tiempo óptimo recomendado para sembrar luego de la aplicación del herbicida. Campbell (1976; citado por Welty, 1981) aconseja un intervalo de 10 días para gramíneas y 20 días para el caso de alfalfa. Mueller-Warrant y Koch (1980, citados por Welty, 1981) hallaron que la aplicación de glifosato 19 días previo a la siembra mejoraba el establecimiento de alfalfa comparado con 5 días, mientras Moshier y Penner (1978, citado por Welty 1981) indica como apropiado sembrar alfalfa 3 días luego de la aplicación de glifosato.

Tabla 2.2.6-1 Efecto del Herbicida sobre semillas de Raigrás y Trébol Rojo (Segura et al 1978)

(valores con diferente letra son significativamente diferente $p=0.10$)

Glifosato (Round up) (Kg/ha)	Raigrás		Trébol Rojo	
	% de Germinación	peso seco del tallo (g)	% de Germinación	peso seco del tallo (g)
0	83a	1.00a	36a	0.45a
1	79a	0.96a	34ab	0.40ab
2	82a	0.95a	30b	0.40ab
3	72b	0.94a	22c	0.33c
4	60c	0.66b	16d	0.17d

El tiempo de espera luego de la aplicación del herbicida puede depender de las condiciones de temperatura y humedad (Welty, 1981).

El efecto residual del herbicida sobre los restos secos fue investigado por Hurto y Turgeon (1979, citado por Welty, 1981) en *Lolium perenne*, la paja con paraquat inhibía la germinación de la gramínea pero no ocurría lo mismo en el caso de glifosato. El glifosato tiene una alta tasa de biodegradación y una elevada capacidad de adherencia a las partículas del suelo con una actividad preemergente virtualmente nula. La tasa de degradación está relacionada a la actividad microbiana en el suelo. Paraquat es inactivado únicamente en contacto con el suelo, manteniéndose activo por cortos períodos en adhesión a la materia orgánica (Davies y Davies, 1981).

Toai y Linscott (1979 citados por Welty, 1981) hallaron que las plántulas de alfalfa disminuían su crecimiento y desarrollo por toxinas liberadas con el secado de *Agropyron repens*, este proceso era más rápido a 30°C y el grado de fitotoxicidad disminuía con el tiempo de incubación. Varios autores han documentado interacción entre la liberación de productos químicos secundarios y los microorganismos del suelo (Guenzi et al 1967, Kimber 1967, Kimber 1973, Patrick 1971, citados por Davies y Davies 1981). Estos autores hallaron un efecto beneficioso sobre el establecimiento cuando los restos vegetales del tapiz muerto fueron removidos (el ensayo fue con siembra directa) o quemados. Posiblemente por la menor materia orgánica disponible para ser degradada y una reducción de los residuos de herbicida dañando la germinación.

La senescencia del tapiz natural determina un cambio en el hábitat de la microfauna (Welty, 1981). El tiempo transcurrido hasta la siembra podría determinar el grado de cambio que sufrió y por lo tanto las relaciones poblacionales de la misma. El autor reporta menores pérdidas de plántulas por *Agriolimnax reticulatum* en siembras 28 días luego de la aplicación del químico,

producto de una mayor insolación del suelo lo que determina un hábitat menos favorable para Agriolimnax.

Lodge (1991) no encontró diferencias significativas en número de plántulas a los 4 meses por efecto del tratamiento con herbicida ni por el pastoreo, el autor atribuye este resultado a que el tipo de vegetación existente era controlado por las heladas y por lo tanto podía ejercer poca competencia.

Estos resultados soportan la conclusión de Dowling et al (1971) de que el mayor efecto de la aplicación de herbicidas es sobre la sobrevivencia de las plantas presentes durante el verano.

Dowling et al (1971) concluyen que tanto el establecimiento como la sobrevivencia de plántulas sembradas en superficie pueden ser mejoradas con la aplicación previa de herbicidas para reducir la competencia de la vegetación residente. Los autores señalan que la reducción de la competencia por la muerte del tapiz mediante herbicidas causó un significativo aumento del establecimiento y de la sobrevivencia al verano de varias especies, particularmente en gramíneas. Aunque la sobrevivencia fue baja debido a las condiciones secas del verano, los autores afirman que el efecto principal del tratamiento aparece en la reducción de la competencia sobre el primer verano, determinando una mayor sobrevivencia de plántulas. La aplicación de químicos reduce eficazmente la competencia lo que se expresa en un incremento en la sobrevivencia de las plántulas con el tiempo (Sithanparanathan, 1986).

Barnhat y Weelin (1981 citados por Byers y Templeton, 1988) afirman que el aumento en la disponibilidad de luz por la supresión del crecimiento de las gramíneas de la pastura con la aplicación de Paraquat, mejora el vigor de las plántulas de leguminosa. Hart (1968, citado por Byers y Templeton 1988) determinó un mayor stand de plántulas donde la competencia por luz y humedad fue eliminada.

Linscott y Vaughat (1982) encontraron más avanzado desarrollo morfológico a las cinco semanas de las plántulas de Lotus introducidas cuando se aplicó herbicida al tapiz preexistente de gramíneas, este efecto se mantuvo durante el primer año. Chapman y Fletcher (1985) manifestaron que el efecto de la supresión del tapiz sobre el desarrollo de tres cultivares de trébol blanco fue proporcional al grado de reducción de la competencia por el tapiz circundante.

Lodge (1991) encontró interacción entre la sobrevivencia de las especies y la aplicación de herbicida pre-siembra.

Aparentemente la efectiva disminución de la competencia obtenida mediante la aplicación de herbicidas determinaría un mayor desarrollo de las plántulas introducidas, lo que permitiría

una mayor sobrevivencia frente a condiciones de estrés (Hoen 1968, citado por Cook y Dolby 1981). Este efecto sería más marcado en especies con menor vigor y por lo tanto más susceptibles a la competencia o en aquellas especies con requerimientos similares a los de la pastura nativa. Así las Leguminosas poseen una mayor capacidad para establecerse entre las gramíneas nativas si se aplican cantidades apropiadas de fósforo (Carámbula, 1977). Por la otra parte la instalación de gramíneas perennes aparece como muy dificultosa sin la aplicación de herbicidas como forma de reducir la competencia (Campbell 1968 b, citado por Carámbula 1977). Dowling y Robinson (1976) concluyen que en especies de poco vigor inicial, como *Phalaris*, aún a las mayores densidades de siembra estudiadas (1700 semillas/m²) no hay aumento de la población establecida, sin embargo en especies con mayor vigor inicial el aumento de la densidad de siembra puede compensar, en parte, el efecto de la aplicación de herbicida.

Carámbula (1994) observó un comportamiento diferente de las leguminosas y las gramíneas. Destacando que las primeras son favorecidas por el debilitamiento del tapiz y no responden al uso de herbicidas, mientras la implantación de las gramíneas se ve favorecida por el control químico de la pastura nativa.

Bellotti y Blair (1989a y b) registraron el tamaño y la sobrevivencia de plántulas de *Festuca* y *Raigrás* perenne con diferentes métodos de siembra. En los tratamientos donde se aplicó herbicidas, las plántulas incrementaron de tamaño más rápidamente. Este efecto fue mayor durante los primeros 100 días. A su vez en el tratamiento con siembra aérea las plantas que sobrevivieron pertenecían a las clases de mayor tamaño. Las diferencias en el crecimiento y en particular la falta de las plantas en los tratamientos sin herbicida en desarrollar macollos y raíces nodales, perjudicarían su habilidad para tolerar condiciones de estrés subsecuentes. A su vez la menor altura de dichas plántulas disminuye su habilidad competitiva por la radiación, con la vegetación residente.

Tabla 2.2.2 Efecto de la aplicación de Herbicida sobre la Implantación de Raigrás (Adaptado de Bellotti y Blair, 1989b)

Días después de la siembra	Número de Hojas		Número de macollos por planta		Altura (mm)	
	+ Herbicida	- Herbicida	+ Herbicida	- Herbicida	+ Herbicida	- Herbicida
50	0.05	0.50	0.00	0.00	29.4	41.8
100	5.38	2.40	1.00	0.13	57.0	77.3
150	Sin medida	Sin medida	1.18	0.50	153.2	111.4
250	Sin medida	Sin medida	4.78	1.00	392.9	60.0

Sithanparanathan (1986) indica una interacción positiva en el establecimiento a las 4 semanas entre aplicación de herbicida y la intensidad de pisoteo luego de la siembra (tabla 2.2.6-3). El pisoteo de áreas previamente tratadas con herbicida disminuyó la ya reducida competencia y determinó la duplicación de los porcentajes de establecimiento.

Tabla 2.2.6-3 Efecto del Herbicida y del Pisoteo sobre la Implantación (Sithanparanathan, 1986)

Intensidad de pisoteo (ovejas/ha)	sin herbicida	Hidracina maleica	Paraquat	Glifosato
0	1.50	6.20	8.90	10.3
300	4.30	12.0	14.9	17.6
600	5.80	14.5	17.8	20.8
900	6.60	13.7	16.9	18.3

2.2.6.3 Laboreo

La utilización de herramientas que realicen una remoción parcial del tapiz mediante un laboreo superficial es un método efectivo para reducir la competencia de la pastura natural, aumentar la proporción de suelo desnudo, favorecer la mineralización de la materia orgánica y el contacto semilla-suelo, determinando mejores condiciones para la germinación y establecimiento de las especies introducidas (Bologna y Hill, 1992).

La utilización en forma severa de tratamientos mecánicos como forma de acondicionamiento del tapiz puede conducir a la pérdida de especies valiosas del tapiz natural y a la disminución de la capacidad de carga de la pastura durante el año de implantación (Carámbula, 1977). Por este motivo la elección de la maquinaria a utilizar, su regulación y el momento y número de labores dependerá de la composición botánica y estructural del tapiz, de las características del suelo y de las condiciones climáticas al momento de aplicar el tratamiento y en última instancia de la maquinaria disponible (Baycé et al. 1984). A esto se le suma la interacción entre las características de las especies a introducir y la intensidad del laboreo. Aquellas de menor vigor inicial son las que presentan un mayor aumento en el porcentaje de establecimiento con las remociones más severas del tapiz preexistente (Castrillón y Pérez, 1987). Mientras la implantación de trébol blanco, trébol subterráneo y *Holcus lanatus* se mostró favorecida por la remoción superficial del suelo, la instalación de *Bromus auleticus* se reduce al aumentar la proporción de suelo desnudo, mientras *Lotus* parecería menos sensible (Olmos, 1991; Risso, 1991; Millet et al, 1987).

Es de destacar que las ventajas relativas entre uso de los diferentes métodos se manifiestan durante la implantación, luego de superada esta etapa y a partir del segundo año el

método utilizado pierde importancia haciéndose más importantes características tales como manejo del pastoreo y productividad de las especies sembradas (Risso 1991; Millot et al, 1987)

Los implementos más utilizados en los tratamientos previos a la siembra son: zapata, rastra excéntrica, rastra de discos, arado cincel, rastra de dientes o cultivador de campo (Carámbula et al, 1987 citado por Bologna y Hill, 1992)

En tapices densos, conviene realizar las labores con suficiente antelación de forma que queden restos secos en descomposición al momento de emerger las plántulas evitando la inmovilización del nitrógeno y permitiendo la desagregación del suelo (Santiñaque, 1991)

Baycé et al (1984), obtuvieron una mayor remoción del tapiz con excéntrica, seguidos de cincel y disquera en ese orden. Encontrando mayor número de plántulas establecidas cuanto mayor fue la remoción de la pastura natural.

Mediante la utilización de excéntrica pueden obtenerse buenos resultados de implantación mediante una perturbación intensa de la capa superficial del suelo. Sin embargo, el rendimiento total de la pastura puede ser escaso durante el año de la implantación, disminuyendo de esta forma la capacidad de carga de la pastura mejorada (Allegri y Formoso 1978, Santiñaque 1984).

En el otro extremo los resultados obtenidos mediante la utilización de disquera son muy variables. Dado el escaso control del tapiz natural que realiza este implemento permite un rápido rebrote de la pastura generando condiciones de competencia con las plántulas introducidas (Baycé et al, 1984; Castrillón y Pérez, 1987).

El cincel abre surcos de profundidad variable dejando franjas de pastura imperturbada. El mayor contenido de agua y el mejor contacto semilla-suelo presente en el surco dejado por la herramienta favorece la implantación en esa zona. Sin embargo, en suelos con mal drenaje la depresión dejada por el cincel puede generar condiciones de anegamiento que dificulten la implantación (Castrillón y Pérez, 1987).

La utilización de zapata es indicada para suelos superficiales con porcentajes variados de pedregosidad, laderas muy pronunciadas, o tapices muy cerrados (Carámbula, 1977); concentra la dosis de fertilizante junto a la semilla favoreciendo el crecimiento inicial y la nodulación de la plántula. En suelos de mal drenaje el posible exceso de agua en el surco puede ocasionar el arrastre de la semilla si hay pendiente o disminuir el porcentaje de emergencia y velocidad de crecimiento inicial de plántulas en condiciones de anegamiento (Millot et al, 1987). Castro (1980

citado por Millot et al, 1987) recomienda orientar los surcos de la zapata en forma oblicua a la pendiente como forma de enlentecer el movimiento del agua y evitar arrastres de semillas.

2.2.6.4 Quema

La quema es un método económico, simple y eficaz para controlar tapices densos, con abundancia de malezas leñosas de mediano o alto porte y cuando dominan especies endurecidas donde el pastoreo no provoca un raleo adecuado del tapiz (Baycé et al, 1984; Langer 1981). La eliminación del material seco, altamente inflamable, la supresión de la competencia y el sombreado, posibilita el rebrote de macollos jóvenes tiernos y apetecibles, por lo tanto el efecto conseguido es el enternecimiento de la pastura.

En tapices con predominio de especies rastreras, la quema puede resultar en la oxidación de la materia orgánica del suelo. Sin embargo, si se realiza cuando el suelo está lo suficientemente húmedo este efecto puede controlarse determinando un quemado uniforme y evitando el quemado superficial de materia orgánica (Langer 1981, Rosengurtt 1946; citado por La Paz et al 1994)

Cahuepé (1980, citado por La Paz et al, 1994) encontró como ventaja del control del *Paspalum quadrifarium* por medio de la quema, el hecho que los rebrotes eran apetecidos por el ganado, con un color verde intenso explicado por la recirculación de nutrientes. Como desventaja encontró que los espacios libres dejados por este tipo de manejo son aprovechados por las malezas. El autor sugiere la utilización de herbicidas para controlar las malezas en el período pos-quema.

Otra ventaja de la utilización de este procedimiento es el aumento de la disponibilidad de nutrientes ya que las cenizas remanentes son ricas en minerales y cuando es manejada adecuadamente puede inducir cierta mineralización de la materia orgánica.

Medero, Fillat y Navarro (1958, citado por Carámbula, 1977) reportan buenos resultados de implantación mediante este tratamiento, siendo su efecto debido fundamentalmente a la mayor sobrevivencia de plántulas por la eliminación de la competencia del tapiz natural que por permitir un mejor contacto semilla suelo dado que los porcentajes de germinación fueron similares a los tratamientos donde se debilitó el tapiz mediante pastoreo.

Fermoso et al (1991) realizando un trabajo de quema y siembra de leguminosas (trébol rojo, trébol blanco y Lotus) y Festuca sobre las cenizas observaron que las semillas penetran hasta la superficie del suelo quedando totalmente cubiertas por éstas, determinando un lugar propicio para la germinación. En este trabajo se registró un buen desarrollo de los tréboles

durante el año de la siembra, mientras el Lotus apareció al otoño siguiente y la Festuca falló en su implantación.

El uso de este tratamiento puede presentar inconvenientes de practicidad y manejo, como también de promoción de malezas agresivas como *Eryngium* y *Baccharis coridifolia* (Carámbula, 1977).

2.3 Efecto de la vegetación residente

El establecimiento de las plántulas está directamente relacionado con las condiciones del micrositio en el entorno de la semilla y con requerimientos específicos para la germinación y crecimiento de las mismas (Evans y Young, 1970)

La presencia de la cubierta vegetal en siembras en cobertura ejerce un efecto mayor sobre las condiciones microclimáticas y el establecimiento de las nuevas plántulas, que es la resultante de las interacciones de una serie de efectos simples que operan sobre las distintas fases del proceso de implantación de las plantas introducidas.

La comunidad nativa y los restos de material vegetal en descomposición ejercen un efecto cobertura, modificando el microclima a nivel de semilla y actuando sobre las relaciones semilla - suelo.

El tapiz vegetal, a su vez, compete por factores de crecimiento (agua, nutrientes, luz, etc.) con la población introducida ejerciendo un efecto determinante, en gran medida, de la performance de una población que se implanta en una comunidad vegetal establecida

2.3.1 Cobertura

La superficie sobre la que se realiza la siembra está compuesta por una fracción verde en activo crecimiento, restos secos que forman un mantillo contra el suelo (Hopkins 1954) y eventualmente espacios de suelo desnudo.

Las diferentes proporciones de estas fracciones componen el ambiente físico de las semillas sembradas y pueden ser alterados por medidas de manejo (pastoreo, corte, quema herbicida, u otras). Su efecto sobre el establecimiento de las plántulas dependerá de la cantidad en que se encuentren, variando de acuerdo a la altura de la cobertura y el grado de descomposición del mantillo, que es característico para cada momento del año y depende de las especies de las que proviene (Young y Evans 1971, citado por Bologna y Hill, 1992).

El efecto de la cobertura sobre el establecimiento de las plántulas se encuentra ligado a la generación de un régimen hídrico más favorable en el entorno de la semilla, por proporcionar una

protección de la radiación solar directa y del movimiento del aire, reduciendo la evaporación desde la semilla y en la superficie del suelo circundante a la misma, disminuyendo también la amplitud térmica diaria (Dowling et al, 1971). A su vez protege al suelo de la erosión, disminuye el impacto de las gotas de lluvia y mejora la infiltración del agua a medida que aumentan los residuos vegetales sobre la superficie del suelo (Duley, 1952, Mannering y Meyer, 1963; citados por Herbel, 1972).

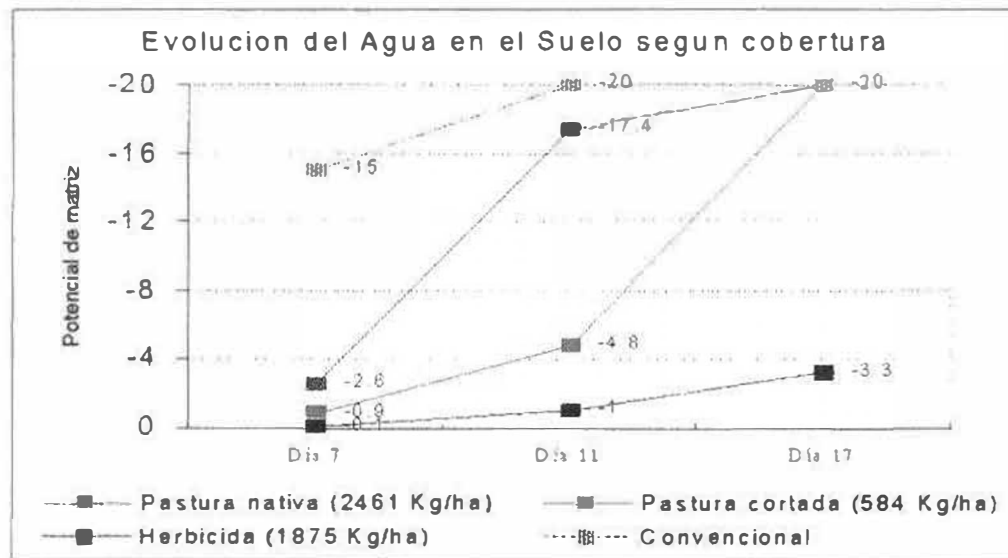


Figura 2.3-1 Efecto de la cobertura del suelo sobre la evolución del agua (Adaptado de Cook y Dolby 1981)

Las condiciones de humedad del suelo en la zona de la semilla pueden ser temporalmente y materialmente mejoradas por la presencia de restos vegetales en la superficie (Evans y Young, 1970). El trabajo de Cook y Dolby (1981) muestra claramente este efecto (tabla 2.3 -1). En el tratamiento control (pastura nativa) la cobertura consistía en un 80% de material verde y un 20% de material seco, mientras en la pastura cortada estaba compuesta por material verde y donde se aplicó herbicida la casi totalidad del material presente estaba muerto. La presencia de la cobertura disminuye la tasa de secado de la superficie del suelo siendo su efecto menor donde el material que cubre el suelo está vivo. La presencia de material vivo disminuiría la desecación por evaporación directa evitando el movimiento del aire en la interfase suelo-aire y disminuyendo la tensión de vapor al actuar como aislante térmico, produciéndose las pérdidas fundamentalmente por transpiración. Donde se aplicó herbicida una cobertura de material seco evita las pérdidas de agua tanto de la evaporación como de la transpiración lo que permite que la tasa de desecamiento sea substancialmente más baja. La temperatura máxima en los primeros 5 mm. de suelo fue mayor en el tratamiento donde no existió cobertura.

Tabla 2.3-1 Efecto del tipo de cobertura en la superficie del suelo. (Adaptado de Cook y Dolby, 1981)

Cama de siembra	Potencial de agua en el suelo a 15 mm (bar)			Temperatura media del suelo a 5mm (días 8 a 17) C	
	Día 7	Día 11	Día 17	Máx.	Min.
Pastura nativa (2461 Kg/ha)	-2.6	-17.4	<-20	36.1	20.3
Pastura cortada (584 Kg/ha)	-0.9	-4.8	<-20	43.3	19.2
Herbicida (1875 Kg/ha)	-0.1	-1.0	-3.3	31.5	20.5
Convencional	-15	-20.0	<-20	46.1	17.8

Evans y Young (1970) hacen una descripción exhaustiva de los efectos de una cubierta vegetal seca sobre las condiciones microclimáticas en el entorno de la semilla y la humedad en el suelo. Ellos concluyen que la presencia del mantillo modera la temperatura máxima y mínima de la cama de siembra, estrecha el rango de temperatura diurno en la región de germinación (de 0 a 1.5 cm. de profundidad) y aumenta la temperatura máxima del aire en los 3 cm sobre la superficie, no modificando significativamente la mínima. La variación diaria de la humedad relativa del aire en los 3 cm sobre la superficie se mantiene más estable con un mínimo superior cuando el mantillo está presente; mientras el desecamiento del suelo en el primer centímetro es retrasado. La intensidad de la luz puede ser reducida entre un 30 a un 97.7% en días claros comparado a suelo descubierto.

La cobertura de la superficie del suelo mejora la germinación por crear un medioambiente más favorable para que este proceso se desarrolle. La cobertura fue de menor importancia en condiciones de baja evaporación pero su importancia se incrementó cuando la misma era alta (Dowling et al, 1971; Campbell y Swain, 1973a; Janson y White, 1971). El efecto de la cobertura sobre la germinación y supervivencia temprana de las plántulas sería más significativo bajo condiciones climáticas más secas (Janson y White 1971).

Moldenhauer (1959 citado por Herbel, 1972) reportó que la emergencia de gramíneas ocurrió a menores niveles de humedad cuando la superficie del suelo fue cubierta con restos de sorgo que sin cobertura. El efecto fue mayor a temperaturas máximas diarias altas que cuando éstas fueron moderadas.

Dowling et al (1971) obtuvieron mayor número de plántulas a las 8 semanas cuando la cantidad de materia seca presente al momento de la siembra aumentaba dentro de un rango de 750 a 3300 kg/ha, las variaciones en las temperaturas a 0.5 cm por debajo de la superficie del suelo fueron similares para los diferentes niveles de cobertura. En el mismo trabajo el sombreado mediante una malla plástica (20% de transmisión de luz) provocó un aumento significativo en el establecimiento a las 8 semanas en comparación al control pero no hubo efecto sobre la sobrevivencia de las plántulas luego de retirada la malla.

La presencia de una cobertura vegetal podría favorecer la penetración radicular de semillas sembradas en superficie, al reducir el riesgo de desecación y aumentar el período para que la penetración ocurra. Pequeños incrementos en la dureza del suelo reducen marcadamente la entrada de la radícula en el suelo y está correlacionada positivamente con la tensión de humedad del mismo (Campbell y Swain, 1973b). Los autores encontraron una correlación de 0.94 para dureza del suelo y tensión de humedad.

El período por el cual la superficie del suelo mantiene altos niveles de potencial de agua puede afectar el desarrollo de las raíces nodales en gramíneas lo que condicionaría la toma de agua y las probabilidades de supervivencia de las plántulas (Cornish 1982). Este estudio demostró que el desarrollo de las raíces nodales puede ser retrasado en siembras en superficie por el secado de la superficie del suelo luego de la germinación, pero no por la siembra en superficie en sí misma. El autor sugiere que serían necesarios al menos 3 días de buenas condiciones de humedad para el establecimiento de raíces nodales, comenzando con un período de 8 horas de agua libre o más si la corona no está en contacto con el suelo. La presencia de una cobertura de restos vegetales podría favorecer el desarrollo de este tipo de raíces por la disminución de la tasa de desecamiento, manteniendo la humedad por el tiempo necesario para que éstas se desarrollen y de esta manera afectaría la sobrevivencia de las plántulas a posteriores condiciones de estrés fundamentalmente hídrico.

A su vez una cubierta de restos secos excesiva podría reducir la incidencia de luz y producir la elongación del entrenudo subcoleoptilar alejando la corona de la zona más húmeda reduciendo la chance de extensión de las raíces nodales (Cornish 1982). La falta de luz reduce el crecimiento radicular y la relación raíz/parte aérea.

Evans y Young (1970) encontraron diferencias en el establecimiento de gramíneas anuales y especies de hoja ancha en presencia de mantillo o sobre suelo desnudo. Mientras las primeras presentaban un comportamiento muy superior con una cobertura de restos secos, las especies de hoja ancha se vieron ampliamente favorecidas en condiciones de suelo desnudo. Esta disimilitud en el comportamiento estaría basado en características específicas diferentes que determinarían la respuesta frente a las condiciones microambientales resultantes, por la presencia o no de restos vegetales secos, al momento de la germinación y desarrollo de las plántulas. Esto podría establecer incluso el lugar que ocupan las especies dentro de una sucesión vegetal[1].

Willard (1952 citado por Herpel, 1972) encontró daños por damping-off donde el efecto de la cobertura fue peor que el tratamiento sin la misma. Sin embargo en la estación seca se obtuvo un mejor estado inicial donde había una fuerte cobertura que donde no lo había.

During et al (1963), determinaron que una cobertura no competitiva (de piedras, cantos rodados y juncos) resultaba en plántulas de trébol blanco con mayor vigor -- medido a través de la cantidad de hojas verdes y el tamaño de planta -- a los dos meses luego de la siembra, debido probablemente a la disminución de los daños por heladas. A su vez, la cobertura estaba fuertemente asociada al vigor de las plantas en el mes de febrero (hemisferio sur) aún en plantas que fueron sembradas después del período de heladas y en un verano con buena cantidad y distribución de lluvias. Un mayor grado de cobertura fue necesario para afectar la proporción de plantas sanas durante el verano, y a medida que se atrasaba la época de siembra luego de julio, la misma se hacía más esencial para encontrar plantas sanas. El autor concluye que la cobertura mitiga los estrés medioambientales en los meses mediatos a la siembra, con su mayor efecto principalmente en verano.

La cobertura del suelo no mejoraría el grado de infección del *Rizobium* en siembras en cobertura (During et al, 1963)

2.3.2 Competencia

El mejoramiento de pasturas es esencialmente un proceso vinculado a una sucesión secundaria en comunidades vegetales, en consecuencia el éxito y mantenimiento del mismo depende en alto grado del control ecológico y del conocimiento de los factores que afectan en forma relevante este proceso. Una situación básica en algunas sucesiones de pasturas es que una especie (introducida o invasora) se encuentre en competencia con especies de la comunidad establecida (King, 1971). Dentro de un tapiz denso, parecería que el éxito en la introducción de especies, estaría relacionado a la competencia de éstas con la comunidad establecida por los factores de crecimiento, determinando al menos, una sustitución parcial en la frecuencia de las especies.

Varios autores manifiestan que los eventos que ocurren durante los estados juveniles de las plantas son la primera determinación de su distribución de adultas (Harper, 1977; Gross y Werner, 1982). Grubb (1977, citado por Gross y Werner, 1982) agrega que tanto el número como las clases de plantas coexistentes en una comunidad, dependen de las diferencias en las capacidades regenerativas de las mismas y el tipo, distribución y abundancia del microambiente (o sitios seguros) que requieren para establecerse.

De acuerdo con Grime (1973, a y b), la competencia es la tendencia de plantas vecinas a utilizar la misma cantidad de luz, de un ion de cierto nutriente mineral, de una molécula de agua, o de un volumen de espacio. Según esta definición la competencia se refiere únicamente a la

toma de recursos y constituye solo una parte de' mecanismo por medio del cual una planta puede influir sobre otra vecina al modificar su medio ambiente.

Clement (1929, citado por Hall, 1974) y Donald (1963, citado por Hall, 1974) definen la competencia como un proceso puramente físico, que surge de la reacción de una planta a los factores físicos y el efecto de los factores modificados sobre sus competidoras. Los autores afirman que la competencia comienza inmediatamente cuando la existencia de un factor cae por debajo de la demanda combinada de las plantas en cuestión. Para que esto ocurra el ambiente ocupado por plantas competidoras no debe ser independiente. La competencia entonces surge de la disminución relativa de los recursos, que actúan como factores reguladores, mediante la acción de los propios organismos. Ya sea por la disminución real de los factores o por el aumento de la demanda conjunta.

Estas definiciones de competencia no abarcan todas las influencias mutuas que presentan las plantas creciendo juntas. En relación con ello Harper (1961) propone el término "interferencia de plantas" como la respuesta de una planta o una especie de plantas a su medioambiente total, en tanto este es modificado por la presencia y/o crecimiento de otros individuos o especies. La competencia sería una forma de la interferencia entre plantas.

El efecto de la reducción relativa de los recursos por la acción conjunta de los individuos, se manifiesta primariamente por la disminución del crecimiento y el tamaño individual de los organismos. La expresión del efecto de la competencia a escala poblacional surge de los cambios en el número de plantas, cuando el descenso de la performance individual determina la muerte de plantas aisladas o se afecta la capacidad de multiplicación de las mismas (Solbrig, 1980, Grime, 1982).

El análisis de la función que desempeña la competencia en la vegetación se complica aún más por la naturaleza a largo plazo de las interacciones entre las plantas perennes, la interacción entre los factores de crecimiento y por el problema de distinguir la competencia de otros procesos que afectan la composición de la vegetación (Hall, 1974).

Para que la competencia ocurra, dos plantas al menos deben ser capaces de desarrollarse en un mismo ambiente. En las comunidades vegetales, existen otros factores que podrían ser determinantes de la composición florística, aún al grado de inhibir el desarrollo de una especie impidiendo que el resultado de un proceso competitivo se manifieste. Las condiciones de estrés impuesto por el ambiente físico y la perturbación (daño producido a la vegetación, Grime, 1974) limitan el desarrollo de las plantas ejerciendo presión sobre las especies integrantes de una comunidad vegetal, a la cual éstas pueden tener diferente grado de

adaptación. A moderados grados de intensidad, estos factores actúan creando espacios o nichos temporales. A medida que son más severos, podrían suprimir el desarrollo de las plantas al punto que los individuos apenas invadan el hábitat de sus vecinas, impidiendo que la competencia ocurra (Grime, 1974) o limitando el efecto de ésta sobre la composición específica de la comunidad.

La interferencia entre la población sembrada y la comunidad residente puede darse a través de la inducción de cambios en el ambiente de las plantas por sustracción y/o adición de recursos (incluyendo toxinas), o indirectamente a través de la modificación de las condiciones ambientales (Grime 1982)

Los factores por los que puede ocurrir competencia entre plantas son agua, nutrientes luz, oxígeno, anhídrido carbónico, y (durante la fase reproductiva) agentes de polinización y de dispersión (Risser, 1969)

Varios autores (Snaydon y Howe, 1986; King, 1971, Ross y Harper, 1972) encontraron que el orden en que se siembran las especies es determinante en el resultado de la competencia. Las especies sembradas con tan solo unas semanas de anticipación tienen mayores posibilidades de volverse dominantes a través de una mejor utilización de los recursos ambientales. Por lo tanto la rápida colonización del ambiente potenciaría la capacidad competitiva por los factores de crecimiento. En el caso de siembras dentro de una pastura establecida, la competencia surge por la ocupación de los nichos creados por el manejo anterior de la pastura, entre las especies introducidas y el desarrollo vegetativo de la comunidad establecida. Por lo tanto, la pronta germinación y rápido desarrollo de las plántulas afectarían en gran medida el resultado del proceso competitivo.

Rhodes (1968a) indagando sobre el efecto que el tamaño de semilla ejercía sobre la competencia encontró que plántulas de gramíneas originadas de simientes pequeñas, presentaron menor número de macollos, y hojas de menor tamaño cuando crecieron en mezcla con plántulas derivadas de semillas más grandes que cuando lo hicieron con semillas uniformes, a la misma densidad de plantas. Sin embargo los cultivos con semillas uniformes de diferente tamaño no presentaron diferencias. Black (1958) encontró resultados similares en trébol subterráneo.

Diferentes resultados experimentales y observaciones, muestran el establecimiento de las plántulas dentro de comunidades de vegetales es más probable que ocurra en claros causados por perturbaciones (Grime, 1979; Grubb, 1977 citados por Snaydon y Howe, 1986). Sin embargo, aún bajo estas circunstancias la propagación vegetativa de las plantas ya preexistentes puede

ser más importante que el establecimiento de plántulas (Davies 1986 citado por Snaydon y Howe, 1986).

En el caso de siembras en cobertura el manejo previo de la pastura tiende a disminuir la capacidad competitiva del tapiz y a crear nichos donde puedan desarrollarse las especies introducidas, generando un ambiente heterogéneo. Las diferentes plántulas de la población introducida se desarrollarán bajo condiciones variables de estrés competitivo que irá aumentando en intensidad. La capacidad de competir exitosamente - y en definitiva de sobrevivencia - de las plántulas frente a la comunidad ya establecida, estaría relacionada a la rápida colonización del ambiente en que se desarrollan y al retraso que alcancen las plantas establecidas en ejercer una competencia significativa y propagarse.

La densidad de plantas de la pastura nativa y la capacidad de crecimiento de las especies vecinas estarían afectando el desarrollo de las jóvenes plántulas. El trabajo de Snaydon y Howe (1986) se muestra claramente como el efecto de la densidad y del tamaño del claro donde se desarrollan las plántulas afectan su crecimiento. La reducción del claro de 80 a 10 cm disminuyó el peso de las plántulas casi cien veces.

Rhodes (1968a) manifiesta que las diferencias en la habilidad competitiva de las especies se acentúa con el aumento de la densidad. A su vez indica que la habilidad competitiva relativa puede ser de naturaleza específica y depender de cuales son las especies creciendo juntas.

2.4 Comportamiento de las Especies en cobertura

El éxito en el establecimiento de una especie depende del número de plántulas que emergen y del crecimiento relativo de éstas con respecto a las plantas vecinas. En general las plántulas que emergen y alcanzan un buen desarrollo rápidamente son las que tienen una mayor posibilidad de establecerse, ya que pueden competir por los factores de crecimiento (luz, agua y nutrientes) en mejores condiciones (Scott et al. 1985).

Es claro que los factores medioambientales afectan los resultados a obtener en una siembra en cobertura, por lo cual es de suma importancia la elección de materiales genéticos adaptados a dichas condiciones.

Las Leguminosas generalmente se establecen mejor en pasturas de gramíneas que poseen bajo nivel de nitrógeno, en forma opuesta las Gramíneas prefieren altos niveles de este nutriente (Blackmore, 1955)

Las leguminosas han sido introducidas por su valor nutritivo y carácter mejorador como dadora de nitrógeno (Milot et al, 1987)

En la elección de las especies a sembrar para un mejoramiento de la pastura natural es importante considerar aspectos como la velocidad de germinación y crecimiento inicial, ciclo productivo y características de la semillazón, tales como proporción de semillas duras y capacidad de resiembra, así como otros aspectos morfológicos y fisiológicos que la hagan adaptable a las condiciones dominantes de la zona (Millot et al, 1987).

Las especies varían en su tasa de establecimiento, en general las anuales son más rápidas en establecerse que las perennes, así trébol subterráneo y Raigrás anual son más rápidos en su establecimiento que Lotus corniculatus y raigrás perenne (Blackmore, 1955 y Hill et al, 1985). Por lo tanto, para cada especie hay un nivel crítico en un conjunto de circunstancias ecológicas sobre el cual las condiciones permiten la sobrevivencia de las plántulas (Blackmore, 1955).

2.4.1 Gramíneas

De los estudios revisados sobre gramíneas sembradas en cobertura en el país, surge que el efecto año tiene una gran influencia sobre el porcentaje de implantación y este efecto influye sobre todas las especies con similar tendencia. De esta manera, aunque la magnitud de la respuesta de cada especie al cambio de las condiciones ambientales impuestas en cada trabajo puede ser diferente, la estratificación de los trabajos según el porcentaje de implantación coincide con la estratificación del comportamiento de cada especie. Se puede destacar que todas las gramíneas evaluadas en los ensayos revisados, salvo *Festuca arundinacea*, alcanzaron niveles de implantación superiores al 20% lo que demuestra el buen potencial para siembras en cobertura.

Cabe considerar que los datos presentados en la tabla 2-1 sobre los distintos trabajos, contienen diferentes variedades o ecotipos de cada especie y que al no incluirse las mismas especies en los distintos trabajos la comparación de las medias específicas sirve como referencia del comportamiento de las especies en forma individual.

Tabla 2.4-1 Implantación de Gramíneas en Cobertura (% de implantación)

Cita	Fecha de siembra	Topografía	Media Gramíneas	Bromus auleticus	Bromus commulatus	Bromus lanceolatus	Lolium Multiflorum	Festuca arundinacea
Bayce 1984 (1)	8/6/81	LB	50.0	50.0				
Echeverría Marques 1993 (2)	2/6/89	LA	5.2	3.9	5.7		6.7	4.4
	11/8/89	LA	2.4	0.8	1.3		3.3	4.4
	11/8/89	B	1.3	2.7	0.0		2.7	0.0
Benincor y García 1992 (3)	12/5/89	Ladera	7.3	13.1	4.1		6.3	5.8
	29/6/89	Ladera	10.5	21.8	14.1		4.5	1.5
	9/8/89	Ladera	1.9	2.0	2.4		1.9	1.5
La Paz et al 1994 (4)	6/5/92	LA	34.1	21.5	33.2	54.7	26.9	
	6/5/92	LM	36.6	39.4	22.0	47.7	37.2	
	6/5/92	LB	36.5	13.9	13.9	81.0	37.2	
Media por especie				16.9	10.7	61.1	14.1	2.9

1- Florida (Basamento Cristalino)

2- Paysandú (Fray Bentos) Periodos prolongados con déficit hídricos.

3- San Antonio (Basalto) Periodos prolongados con déficit hídricos.

4- San Antonio (Basalto), otoño sin déficit hídrico

Las condiciones ambientales determinadas por la posición topográfica y variables de manejo tales como fecha de siembra, tratamiento previo del tapiz, frecuencia de pastoreo, genotipo, junto con sus interacciones afectan el resultado del proceso de implantación.

Bromus auleticus

Es una gramínea perenne de hábito de crecimiento cespitoso, invernal, nativa. Posee productividad media, tipo productivo fino y apetecibilidad prolongada. Estas cualidades determinan que ocupe un lugar destacado entre las invernales nativas del país (Rosengurt et al 1970, Rosengurt, 1980 citado por Bologna y Hill, 1992)

Millot et al (1990) indicaron la importancia de poder utilizar una gramínea perenne invernal tanto en pasturas convencionales como mejoramientos extensivos, entre las cuales *Bromus auleticus* surge como una de las especies que puede ocupar este nicho ecológico por ser autóctona adaptada, de alto valor productivo, capaz de sobrevivir al estrés hídrico estival característico de nuestro país.

Se adapta a todo tipo de suelo, a excepción de aquellos que permanecen anegados durante períodos prolongados. Siendo capaz de sobrevivir en suelos pobres y degradados, aunque es más productiva en suelos fértiles (Rosengurt 1943, 1946, 1979, citado por Bologna y Hill, 1992).

Es un integrante minoritario en los tapices naturales debido a la permanente selectividad del pastoreo (Olmos, 1985 citado por Millot et al, 1987) aunque presenta una alta resistencia a factores adversos derivados del mismo (Bologna y Hill, 1992).

Si bien es de lento crecimiento inicial, su capacidad de emitir hojas angostas y largas que araviesan el mantillo o la trama de fitomasa aérea existente, sumado a que produce tempranamente un sistema radicular muy ramificado, la hacen apta para sobrevivir a las condiciones adversas de las siembras en cobertura (Rosengurt et al 1984, Boggiano 1990, citados por Bologna y Hill, 1992, Methol y Freire, 1990).

La adaptación de esta especie a diferentes ambientes ecológicos y la diversidad de ecotipos que presenta, hacen suponer que existe un rico potencial genético y niveles aceptables de implantación sobre diferentes situaciones (Methol y Freire, 1990, Carniqui y Mayo, 1992).

En diversos trabajos que estudiaron el comportamiento en diferentes posiciones topográficas esta especie manifestó su adaptación a suelos con buena capacidad de drenaje, siendo así que La Paz et al (1994) concluyen que la especie tuvo su peor comportamiento en la ladera baja por las condiciones de mal drenaje ocurridas en los primeros estados de desarrollo. En el trabajo de Echeverría y Marques (1993) el similar comportamiento entre las diferentes

posiciones topográficas se podría explicar por el escaso nivel de precipitaciones durante otoño-invierno, infiriendo que no ocurrieron situaciones de exceso hídrico.

El déficit hídrico ocurrido durante los trabajos realizados por Echeverría y Marques (1993) y Bentancor y García (1992) en 1989, sobre diferentes fechas de siembra, determinó que el porcentaje de implantación fuera afectado por la ocurrencia de precipitaciones más que por la fecha de siembra, si bien hay una tendencia a que cuanto más se retrase menor sea su implantación. Echeverría y Marques (1993) señalan para la primera época de siembra un aumento de *Bromus auleticus* con los sucesivos conteos, mientras que para la segunda fecha la evolución es negativa. El lento crecimiento y desarrollo inicial característico de esta especie lo dejan en desventajas para competir con el tapiz en siembras tardías (Rosengurt, 1946; citado por Echeverría y Marques, 1993).

Bromus auleticus presenta una evolución de la implantación dilatada en el tiempo, alcanzando los mayores porcentajes de presencia hacia los 80-120 días (La Paz et al, 1994; Bentancor y García, 1991). Este comportamiento denota una estrategia con germinaciones dilatadas en el tiempo, lo que resulta en una ventaja adaptativa frente a estrés hídricos momentáneos y podría ser de importancia para siembras en el tapiz. Es de destacar que esta especie podría presentar restricciones a la germinación como dormición innata y/o requisitos de frío (Oimos, 1993).

Bromus commutatus

Especie anual invernal, subespontánea, de ciclo corto y origen europeo. Se adapta a suelos fértiles y húmedos en los que muestra su potencial productivo (Rosengurt, 1943, Rosengurt, 1946, Rosengurt, 1970; citado por Bologna y Hill, 1992). Reacciona muy favorablemente al manejo y al aumento de la fertilidad, especialmente a nitrógeno (Milot et al, 1987).

Datos presentados por La Paz et al (1994) indican un comportamiento aceptable de esta especie en general, destacando una superior implantación en las zonas topográficas más elevadas. Es de hacer notar que dentro de las gramíneas estudiadas por dichos autores, *Bromus commutatus* presenta uno de los peores comportamientos, coincidiendo con Bentancor y García (1991) donde esta especie fue la de menor implantación dentro de un grupo de 4 especies del género *Bromus* (*hordaceum*, *auleticus*, *unioloides* y *commutatus*). Echeverría y Marques (1993) señalan la baja precocidad de desarrollo de esta especie, obteniendo la máxima germinación para la segunda fecha de siembra (agosto) con condiciones hídricas buenas, pero que luego desaparecen, indicando una baja adecuación a las condiciones del ensayo. Bentancor y García (1991) obtienen resultados similares para siembras de junio y agosto cuando existieron condiciones propicias para la germinación, encontrando a los 60 días y 30 días respectivamente

un abundante número de plantas las cuales disminuyen abruptamente debido al estrés hídrico imperante posterior a la germinación.

Dentro de los ecotipos evaluados en el país aparecen *Bromus commutatus* brasileiro (La Paz et al. 1994, Bentancor y García, 1992), 10541 y criollo (Echeverría y Marques, 1993).

Bromus lancoelatus

Gramínea anual invernal, con ciclo de crecimiento breve, originaria de la región mediterránea (Rosengurtt 1979, citado por Bologna y Hill, 1992). Especie ruderal adaptada a suelos profundos y fértiles, del litoral oeste donde hace aportes importantes de forraje en el invierno temprano (Rosengurtt, 1970; citado por Bologna y Hill, 1992).

Especie bien adaptada a todos los ambientes, manifestando su mayor implantación en la lacera baja, lo que concuerda con la ubicación del ecotipo utilizado proveniente de tapices de pastos densos y suelos fértiles (La Paz et al, 1994). Su abundante germinación hacia los 60 días de siembra sería explicada por ser una especie anual con requerimientos de frío (Baskin y Baskin, 1981; citado por La Paz et al 1994). Por los altos niveles de implantación obtenidos aparece como una especie promisoría para siembras en el tapiz.

Lolium multiflorum

Gramínea anual, de porte erecto, muy macoladora, se adapta mejor a suelos fértiles, bien drenados. Es una especie con gran adaptación lo que le ha permitido el desarrollo de muchos ecotipos, con una amplia variación entre poblaciones en caracteres morfológicos y productivos (Bologna y Hill, 1992). Presenta una rápida germinación en siembras en el tapiz, dado su capacidad de germinar aún en condiciones de estrés hídrico considerados limitantes para otras especies (Bologna y Hill, 1992).

Puede utilizarse en siembras en cobertura en función de la gran adaptación que ha evidenciado a las condiciones del tapiz y manejo de pastoreo de nuestro país. Esta especie a mostrado una gran respuesta al aporte de nitrógeno fijado simbioticamente que realizan las leguminosas introducidas. Por eso, la utilización de Raigrás en etapas avanzadas del mejoramiento, cuando ya ha existido una mejora de las condiciones del suelo, sobre todo cuando en el tapiz natural no cuenta con buenas especies entre sus componentes, permitiría complementar a las leguminosas ya instaladas (Millot y Díaz, 1985, citado por Bologna y Hill, 1992).

Dentro de las variedades disponibles a nivel comercial se encuentran LE 284 y Matador. La primera es un material diploide sin requerimientos estrictos de frío, siendo la plántula muy sensible a los déficit hídricos (Jacobo et al, 1992, citado por Bologna y Hill, 1992), con mayor

potencial de producción de semilla, mayor macollamiento y de menor vigor inicial que Matador. Este último es un material tetraploide que presenta requerimientos de frío para germinar, macollos más gruesos que LE284. Requiere alta fertilidad para expresar su potencial productivo, presentando un muy buen vigor inicial, se instala rápidamente, aunque también se ha mostrado muy poco tolerante a la falta de agua (García et al 1991, citado por Bologna y Hill, 1992)

En los trabajos analizados se verifica que la germinación ocurre temprano en forma concentrada, presentando luego una disminución progresiva de la población

La Paz et al (1994) obtuvieron una mayor adaptación en diferentes posiciones topográficas para Matador con respecto a LE 284, indicando que esta variedad tiene un mayor vigor inicial que le permite resistir mejor su comportamiento en condiciones más severas, pero con capacidad de aprovechar los mejores sitios, obteniendo los mayores valores en la ladera baja (mejor ambiente para este trabajo).

En un año con grandes deficiencias hídricas, Bentancor y García (1991) trabajando con LE 284, Matador y un ecotipo nativo recolectado en la zona de San Antonio, encuentran que el primero presentó el peor comportamiento de los tres y el ecotipo nativo tuvo una leve tendencia a presentar los mayores niveles de implantación de la especie. Los autores infieren este comportamiento a la mayor adaptación del mismo y al hecho que las variedades han sido seleccionadas para siembras convencionales. Para el mismo año de siembra, Echeverría y Marques (1993) encuentran un comportamiento inverso de las dos variedades, obteniendo diferencias significativas entre ambas, en favor de LE 284.

Festuca arundinacea

Es una gramínea perenne de vida larga, de alta producción, buena calidad forrajera, bien aceptada por el ganado, aunque bajo ciertas condiciones de manejo puede perder palatabilidad (Cowan 1956, Carámbula 1977).

Se adapta a un amplio rango de pH (desde 4.5 a 9.5) y mantiene el crecimiento con una temperatura promedio semanal de 4.4°C, aunque reduce el mismo con temperaturas debajo de los 18°C (Cowan, 1956). En el Uruguay se desarrolla en un amplísimo rango de suelos, prefiriendo suelos fértiles, húmedos y más bien arcillosos, dado su gran sistema radicular vegeta bien en suelos con drenaje pobre o inundables (Carámbula, 1977).

Debido al poco vigor de sus plántulas y al lento desarrollo de la raíz seminal presenta serios inconvenientes para su establecimiento. Hayes (1976) propone el estudio de la variación poblacional y seleccionar genotipos con mayor velocidad de desarrollo seminal como forma de aumentar su porcentaje de establecimiento. Luego de establecida es capaz de desarrollar

gruesas y profundas raíces capaces de perforar subsuelos arcillosos (Cowan, 1956, Carámbula, 1977).

Los porcentajes de implantación registrados por Bentancor y García (1992) y Echeverría y Marques (1993) para siembras en cobertura en esta especie resultan bajos e inferiores a los reportados por Carámbula (1977) en siembras con zapata (10.2%), aunque para los diferentes ensayos presentados en el cuadro (Tabla 2.4-1) las condiciones climáticas no fueron las más adecuadas para la implantación.

En los datos presentados por Bentancor y García para la siembra de mayo, la evolución de la población presentó su máximo en los primeros 30 días, disminuyendo su población posteriormente. En tanto que para la siembra de junio, que fue seguida por un período seco, mientras las especies del género *Bromus* presentaron un pico de la población de plántulas entre los 30 y 60 días, no ocurrió lo mismo para el caso de *Festuca arundinacea* que se mantuvo en niveles de presencia mínimos hasta el fin del ensayo.

2.4.2 Leguminosas

A diferencia de lo que sucede con las Gramíneas, las diferentes especies de Leguminosas manifiestan un comportamiento diferencial en el porcentaje de implantación, solo explicado en parte por el efecto año. Esto podría estar indicando que los factores que afectan el proceso de implantación actúan de diferente manera o magnitud sobre el comportamiento de las distintas especies. De esta manera *Lotus corniculatus* y *Trifolium pratense* acompañan el comportamiento general de la familia, mientras que trébol blanco solamente lo hace en algunas ocasiones siendo *Lotus tenuis* y *Lotus subbiflorus* más dependientes de otras variables.

Tabla 2.4-2 Implantación de Leguminosas en Cobertura (% de implantación)

Cita	Fecha de siembra	Topografía	Media leguminosa	<i>Lotus corniculatus</i>	<i>Trifolium repens</i>	<i>Trifolium pratense</i>	<i>Lotus tenuis</i>	<i>Lotus subbiflorus</i>
Echeverría Marques 1993	02/06/89	LA	7.0	5.3	11.0	9.2	5.5	3.6
	11/08/89	LA	5.6	4.8	3.8	10.5	3.7	5.1
	11/08/89	B	8.0	22.2	4.5	7.9	5.6	0.0
	Media		6.9	10.8	6.4	9.2	4.9	2.9
Bentancor y García 1991	12/05/89	Ladera	3.2	4.0	2.3	5.7	1.6	2.3
	29/06/89	Ladera	0.9	3.1	0.0	0.4	0.0	0.0
	09/08/89	Ladera	2.6	1.8	6.0	3.8	0.0	2.0
	Media		2.2	3.0	2.8	3.0	0.5	1.7
La Paz 1994	06/05/92	LA	15.9	33.7	5.7		7.4	17.1
	06/05/92	LM	18.8	26.2	8.3		7.8	32.8
	08/05/92	LB	21.5	36.5	7.7		7.7	34.2
	Media		18.7	32.1	7.1		7.6	28.1
Methol y Solari 1994	15/07/92	LA	21.8	22.8	28.0	34.0		2.3
	15/07/92	LB	27.2	35.7	32.0	33.7		7.9
	15/07/92	B	42.4	43.6	53.0	51.7	21.4	
	Media		30.5	34.0	37.7	39.8	21.4	5.1
Alvez y Treglia 1996	26/05/93*	Ladera	36.2	60.8	24.0	37.6		2.4
Minutti et al 1996	12/05/94	LB**	16.4	31.0	7.4	21.6	5.5	
Media específica				25.1	13.8	19.6	6.0	9.2

**Lotus subbiflorus* fue sembrado 14/6/93

**Ladera próxima a un bajo.

Lotus corniculatus

Especie perenne estival, resistente a la sequía y alto valor nutritivo. Se adapta bien a todos los suelos, siendo la leguminosa más tolerante a la carencia de fósforo, aunque responde bien a la fertilización con dicho nutriente (Carámbura, 1977). Lotus Ganador presenta un establecimiento más precoz, mayor producción anual y más persistencia que San Gabriel (Pritsch, 1987; citado por Bentancor y García, 1991).

De los trabajos revisados surge que ambas variedades de *Lotus corniculatus* presentan muy buenos comportamientos, encontrándose que San Gabriel y Ganador en muy pocos trabajos presentan un valor medio por debajo del valor familiar, lo cual estaría indicando su buena adaptación a este tipo de mejoramientos de pasturas (Echeverría y Marques, 1993; Bentancor y García, 1991, La Paz et al, 1994; Methol y Solari, 1994, Alvez y Treglia, 1997, Minutti et al, 1996)

Methol y Solari (1994) para un año con muy buenas condiciones hídricas encontraron que es la especie con menor adaptación específica para diferentes suelos, dado que obtiene muy buenos y similares porcentajes de implantación en ladera baja y bajo a diferencia del resto de leguminosas estudiadas que se comportaban diferencialmente en dichos sitios. La Paz et al (1992) encontraron que esta especie aumentaba su implantación desde ladera alta a baja, dicho aumento era superior a el aumento obtenido por la familia, por lo que obtienen un coeficiente de regresión entre su media y la media familiar para cada sitio, mayor a uno ($b=2$) y superior al obtenido por Bologna y Hill ($b=1.25$; citado por La Paz et al, 1994)

Trabajando con tres intensidades de pastoreo (intenso, medio y aliviado) Minutti et al (1996) concluyeron que es una especie con muy buena adaptación a los mejoramientos extensivos, encontrando además que responde a los diferentes manejos de pastoreos, obteniendo los mayores porcentaje de implantación en tratamientos intensos, luego en medio y por último en el manejo más aliviado. Evaluando la sobrevivencia estival en un verano con condiciones hídricas "normales" para la zona, los autores concluyen que *Lotus corniculatus* es poco afectado por los diferentes tipos de pastoreos (50% sobrevivencia relativa), demostrando su tolerancia al estrés hídrico y competencia con el tapiz.

Trifolium repens

Es una leguminosa perenne invierno-primavera!, con gran capacidad de producción de forraje de elevado valor nutritivo. Presenta poca tolerancia a la sequía y a las altas temperaturas estivales no tolera suelos muy ácidos y requiere buena fertilidad, presentando una elevada respuesta al fósforo (Holford y Gleeson, 1976, Mallarino y Casanova, 1981 citados por Millot et al 1987).

Numerosos autores coinciden en señalar la gran variabilidad que presenta tanto para establecerse como para persistir en el tapiz, lo cual estaría determinado por la distribución y volumen de las precipitaciones. Por este motivo parece importante hacer una reseña sobre su dinámica de implantación y de algunos de los factores que afectan dicho proceso.

Si las condiciones ambientales son favorables esta especie presenta una dinámica de aparición de plantas lenta, con tandas de germinación sucesivas, presentando un aumento en el número de plantas entre los 40 y 80 días postsiembra (Minutti et al 1996, Methol y Solari, 1994). Etcheverría y Marques (1993) reportan la aparición de plantas en estados juveniles (cotiledón y unifoliadas) hasta los 115 días después de la siembra. Cuando las precipitaciones fueron escasas luego de los 30 días postsiembra, La Paz et al (1994) registran una disminución de la población desde los 30 a los 120 días posteriores a la siembra.

Este comportamiento estaría afectado por la frecuencia de pastoreo durante el período de implantación. En este sentido Methol y Solari (1994) reportan una disminución de la población del 27 % entre los 40 y 80 días posteriores a la siembra cuando el pastoreo había sido excluido desde la misma. Mientras que en el tratamiento con pastoreos más frecuentes (cada 20 días) registró una permanente germinación y aparición de plántulas con el consecuente aumento de la población hasta los 120 días.

Minutti et al (1996) reportan que el trébol blanco Zapicán fue más afectado por la estructura y composición del tapiz determinada por el manejo de distintas frecuencias de pastoreo previos a la siembra que otras especies leguminosas evaluadas (lotus y trébol rojo). Los pastoreos más aliados determinaron un menor stand de plántulas a los 40 días posteriores a la siembra. Alvez y Treglia (1997) no encuentran para la variedad Bayuquá gran variación en el número de plantas determinadas por el manejo del descanso de pastoreo (20, 40, 60 y 80 días) de la pastura natural, presentando el mejor comportamiento el de 60 días y el peor el de 80 días.

La cantidad de plantas presentes al otoño siguiente a la siembra es afectada por el manejo del pastoreo. Minutti et al (1996) reportaron un stand plantas similar o superior luego del verano que el registrado en primavera con frecuencias de pastoreo medias o intensas, explicando este comportamiento por la aparición de nuevas plantas originadas de semillas duras del año anterior y/o por la semillazon de primavera, promovidas por las precipitaciones ocurridas en febrero y marzo. Cuando las precipitaciones de los meses previos al conteo fueron escasas, Methol y Solari (1994) encontraron una mayor sobrevivencia al período estival con el tratamiento de mayor descanso del pastoreo. Este efecto se manifestó claramente en la ladera media que en la ladera alta y en el bajo, posiblemente debido al mayor estrés hídrico de la primera y a la competencia ejercida por el tapiz natural en el segundo caso.

Minutti et al (1996) encontraron efecto de la fertilización fosfatada y de la fuente de fertilizante en el número de plantas a los 120 días post siembra bajo condiciones medias de defoliación. Los tratamientos con super triple 40 presentaron un mayor número de plantas que aquellos fertilizados con superfosfato 40 y 80. A los 300 días se mantiene la diferencia entre los tratamientos fertilizados y el testigo sin fertilizar, desapareciendo el efecto de la fuente de fósforo.

Trifolium pratense

Es una especie perenne de vida corta que en nuestro país presenta habitualmente un comportamiento bianual. Prospera bien en suelos fértiles, bien drenados, con textura media a pesada, presentando un sistema radicular pivotante y muy ramificado. Presenta una corona muy cercana al nivel del suelo de donde parten tallos de porte erecto y ramificados (Carámbula 1977).

Esta especie demuestra buenos niveles de implantación en diversas condiciones, presentando en todos los casos niveles por encima del promedio de las leguminosas.

Tiene un buen potencial de crecimiento en invierno y primavera, haciendo aportes de forraje durante el verano si las condiciones hídricas son favorables. El tamaño de sus semillas le permiten un vigoroso crecimiento inicial y un rápido establecimiento, aspectos que le otorgan buenas características para siembras en el tapiz. Debido a su escasa resiembra puede presentar inconvenientes en su persistencia.

Esta especie se caracteriza por presentar valores de implantación muy buenos, observándose solo en contadas ocasiones valores por debajo de la media familiar, en estos casos toda la familia tuvo un comportamiento deficitario, indicando que las condiciones imperantes durante los ensayos dificultaron el establecimiento.

Si las condiciones ambientales son favorables, esta especie presenta una alta tasa de germinación inicial concentrada en el tiempo (Minutti et al, 1996; Methol y Solari, 1994; Alvez y Treglia, 1997), favorecida por su baja proporción de semillas duras y su alto vigor inicial. Este comportamiento es similar al encontrado para especies anuales, las cuales basan su estrategia de implantación en una concentrada y rápida germinación, por lo tanto de su estand inicial de plántulas dependería el éxito del mejoramiento.

En cuanto a la respuesta del trébol rojo a los diferentes manejos de pastoreo Minutti et al (1996) y Methol y Solari (1994) encuentran que aquellos pastoreos considerados medios favorecen un mayor número de plantas inicial, dicho efecto no es significativo hacia la implantación, donde Minutti et al (1996) indican que esta especie es poco sensible a los manejos realizados y Methol y Solari (1994) obtienen para los diferentes tratamientos una población

similar. Este comportamiento según los autores se explicaría a la capacidad del trébol rojo de competir bien con el tapiz por luz, debido a su porte erecto y la facultad de alargar los entrenudos, indicando además la acción beneficiosa de la cubierta vegetal ya que sus plantas son sencibles al frío y tienen altas exigencias de humedad.

Minutti et al (1996) obtuvieron mejores sobrevivencias al verano en pastoreos intensos y medios dado que bajo las condiciones ambientales favorables que existieron en su trabajo, el manejo más aliviado condujo a una mayor competencia del tapiz natural sobre las especies sembradas. Para Methol y Solari (1994) trébol rojo fue el que presentó menor sobrevivencia al verano, con una tendencia a aumentar su sobrevivencia relativa a medida que aumentan los períodos de descanso.

Lotus tenuis

Leguminosa perenne de ciclo estival, con hábito de crecimiento postrado, posee raíz pivotante ramificada y un sistema radicular superficial por lo cual no es muy resistente a sequías (Langer, 1981). Dada su lenta implantación, la competencia del tapiz puede afectar tanto su rendimiento como su persistencia (Miñón et al, 1990 citado por Minutti et al. 1996).

Es de hacer notar el alto porcentaje de semillas duras variando de 5.2 a 80%.

Los porcentajes de implantación obtenidos para esta especie resultan en general bajos e inferiores a los obtenidos en promedio por las leguminosas en los diferentes estudios.

Etcheverría y Marques (1993) obtuvieron un aceptable comportamiento para *Lotus tenuis* "Castillos" lo cual coincide con Millot et al (1987), observando que esta variedad había sido sembrada en un área reducida donde por fertilización y manejo del pastoreo había podido competir exitosamente con las especies nativas, logrando una buena presencia y desarrollo.

Esta especie presenta una germinación paulatina encontrando Etcheverría y Marques que a los 60 días de sembrada mantenía la presencia de plántulas en estado de cotiledón y primera hoja. Methol y Solari (1994) reportan que luego del primer pastoreo a los 80 días pos-siembra esta especie evidenció un incremento de la población posiblemente debido a la mayor penetración de la luz a estratos inferiores y a las mejores temperaturas de este período del año (octubre).

La Paz et al (1994) ubican a esta especie entre las de más lento desarrollo inicial y con el registro de máxima población hacia los 80 a 100 días después de la siembra.

Dada la gran cantidad de semillas duras que presenta esta especie, aquellos manejos del pastoreo que favorezcan la acción de agentes físicos (alternancia de temperatura) y mecánicos (escarificación y pisoteo animal) resultarían en una mayor aparición de plántulas provenientes de éstas. Minutti et al (1996) obtuvieron un estand de plantas un 50% superior al obtenido en la primavera anterior en el pastoreo intenso mientras Methol y Solari (1994) indican que los tratamientos con menor tiempo de descanso determinan una mayor ventaja competitiva, resultando en mayores poblaciones de *Lotus tenuis*.

Lotus subbiflorus

Especie anual invernal de hábito semiprostrado, vegeta entre abril y fines de noviembre con floración prolongada y abundante semillazón, con una alta proporción de semillas duras y pequeñas. Si bien persiste con bajo desarrollo y baja frecuencia en el tapiz bajo pastoreo, ha demostrado tener una buena respuesta a medidas de manejo (Milot et al, 1987). Requiere ser inoculado con bacterias específicas (Echeverría y Marques, 1993).

Para su germinación requiere de humedad prolongada y temperaturas benignas. su crecimiento inicial es muy lento, especialmente en otoño con bajas temperaturas y baja humedad, por lo que su siembra deben ser temprano en el otoño (Carámbula et al, 1994).

Si bien esta especie tiene un comportamiento netamente anual, Carámbula et al (1994) y Riso et al (1990) indican que bajos ciertos manejos que impidan la floración, sobre siembras de primavera y veranos sin déficit hídricos se puede comportar como bianual.

Dado el pequeño tamaño de semilla, la germinación dilatada en el tiempo y el lento desarrollo inicial que presenta esta especie así como sus exigencias de temperatura y humedad para germinar, el éxito en la implantación en siembras en cobertura es extremadamente sensible a las condiciones imperantes al momento de la siembra. Es de destacar que numerosos autores indican que esta especie una vez superada la limitante de la implantación, presenta buenas condiciones para ser utilizada en este tipo de mejoramiento, obteniendo para diferentes suelos valores de contribución aceptables.

Methol y Solari (1994) encuentra un alto porcentaje de individuos en estadios tempranos de desarrollo aún a los 80 y 120 días post-siembra indicando como causa de este comportamiento el lento desarrollo inicial de esta especie sumado a las restricciones que presenta para desencadenar el proceso de germinación. La Paz et al (1994) obtienen el 'a máxima población de lotus rincón entre los 60 y 70 días indicando que es esperable que una especie nativizada presente algunos mecanismos que difieran su germinación en el tiempo, observando nuevamente que esta especie tiene un lento desarrollo inicial. Es de destacar que la

pérdidas de plantas se ve compensada por la aparición de nuevos individuos, obteniendo a lo largo de los sucesivos conteos un porcentaje de plantas similar

Para la persistencia de los mejoramientos que incluyan a esta especie es imprescindible permitir una buena semillazón en la primavera, muy especialmente en el año de la siembra. Cuanto antes en la primavera se permita semillar, mayor será el porcentaje de semillas duras (Millot com. pers.), las cuales serán de suma importancia para lograr reestablecer la especie si ocurren fracasos en la germinación y reimplantación durante años secos y fríos (Risso et al 1990).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación

El ensayo se realizó del 8 de junio al 8 de octubre de 1993, en la Estación Experimental San Antonio de la Facultad de Agronomía, departamento de Salto, ruta 31 Km 21.5.

Se instaló sobre un campo restablecido de basalto profundo, en dos posiciones topográficas de una misma pendiente (ladera alta y ladera baja).

3.2 Estructura del Tapiz

En la figura 3.2-1 se muestra la evolución de las diferentes proporciones de los componentes estructurales del tapiz (material verde, restos secos, suelo desnudo) para ambas posiciones topográficas. El relevamiento se realizó en las parcelas testigo al momento del levantamiento de datos, 30, 60, 90 y 120 días luego de la siembra el 8 de junio de 1993. La evaluación se realizó por apreciación visual sobre una superficie de 250 cm². Se establecieron 4 posiciones dentro de la subparcela donde se efectuaron las observaciones sistemáticamente. Se consideró material verde las porciones vivas de las plantas, resto seco las porciones muertas de las plantas y el mantillo con diferentes grados de descomposición, mientras el suelo desnudo correspondió a las porciones del terreno que aparecían descubiertas.

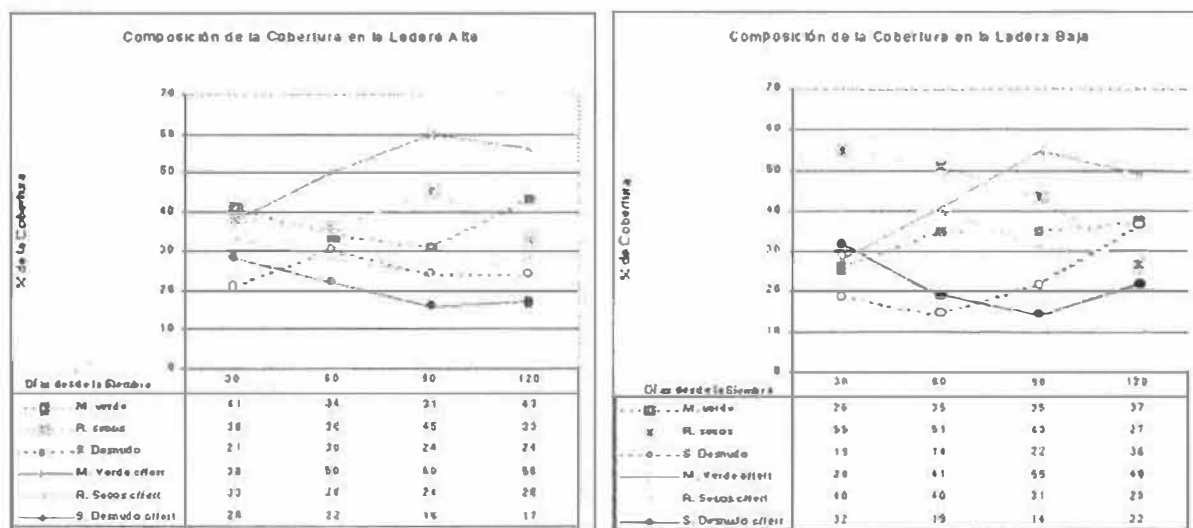


Figura 3.2-1 Evolución de los componentes del tapiz

3.3 Composición botánica y Caracterización del Tapiz

El estudio de la composición botánica se realizó el 1 de diciembre de 1993. Se tomaron puntos cada 50 cm a través de una transecta cerca del borde del ensayo, registrándose la especie de las plantas que hacían contacto con los mismos. En el cuadro Tabla 3.3-1 se muestra la frecuencia específica relativa expresada como porcentaje ($\frac{\text{número de presencias}}{\text{total de presencias}}$) como indicador de la participación de cada especie en el recubrimiento del suelo.

Tabla 3.3-1 Composición botánica del Tapiz

LADERA ALTA			LADERA BAJA		
ESPECIES	Frecuencia relativa	Familia/Tribu	ESPECIES	Frecuencia relativa	Familia/Tribu
<i>Stipa setigera</i>	14.63	Gramineae/Stipae	<i>Stipa setigera</i>	13.96	Gramineae/Stipae
<i>Bothriochloa</i> sp	14.1	Gramineae/Andropogoneae	<i>Coryza bonariensis</i>	12.81	Compositae
<i>Paspalum notatum</i>	12.5	Gramineae/Paniceae	<i>Schizanthium microstachyum</i>	9.84	Gramineae/Andropogoneae
<i>Coryza bonariensis</i>	8.24	Compositae	<i>Bothriochloa laguroides</i>	7.09	Gramineae/Andropogoneae
<i>Schizanthium microstachyum</i>	3.99	Gramineae/Andropogoneae	<i>Sporobolus indicus</i>	6.64	Gramineae
<i>Piptochaetium stipoides</i>	3.72	Gramineae/Stipae	<i>Desmodium</i> sp	5.26	Leguminosae
<i>Genciana</i>	3.19		<i>Schizanthium spicatum</i>	5.03	Gramineae/Andropogoneae
<i>Baccharis coridifolia</i>	2.66	Compositae	<i>Paspalum dilatatum</i>	5.03	Gramineae/Paniceae
<i>Paspalum dilatatum</i>	2.66	Gramineae/Paniceae	<i>Cyperus</i> sp.	3.43	Cyperaceae
<i>Sporobolus indicus</i>	2.39	Gramineae	<i>Calamagrostis</i>	2.75	Gramineae
<i>Setaria geniculata</i>	2.39	Gramineae/Paniceae	<i>Verbena montevidensis</i>	2.75	Verbenaceae
<i>Panicum milioides</i>	2.13	Gramineae/Paniceae	<i>Paspalum notatum</i>	2.29	Gramineae/Paniceae
<i>Aristida uruguayensis</i>	2.13	Gramineae/Stipae	<i>Cynodon dactylon</i>	2.06	Gramineae/Chlorideae
<i>Pterocaulon</i> sp	1.86	Compositae	<i>Genciana</i>	2.06	
<i>Dichondra</i> sp	1.86	Convolvulaceae	<i>Anagallis</i> sp	1.60	Primulaceae
<i>Andropogon ternatus</i>	1.86	Gramineae/Andropogoneae	<i>Daucus pucillum</i>	1.60	
<i>Cynodon dactylon</i>	1.60	Gramineae/Chlorideae	<i>Piptochaetium stipoides</i>	1.37	Gramineae/Stipae
<i>Chevreulia</i> sp	1.33	Compositae	<i>Stipa hialina</i>	1.37	Gramineae/Stipae
<i>Matricaria chamomilla</i>	1.33	Compositae	<i>Chaptalia</i> sp	1.14	Compositae
<i>Briza subaristata</i>	1.33	Gramineae/Festuceae	<i>Dichondra</i> sp	1.14	Convolvulaceae
<i>Desmodium</i> sp	1.33	Leguminosae	<i>Setaria geniculata</i>	1.14	Gramineae/Paniceae
<i>Solidago chilensis</i>	1.33		<i>Richardia</i> sp.	1.14	Rubiaceae
<i>Eragrostis lugens</i>	1.06	Gramineae	<i>Baccharis coridifolia</i>	0.92	Compositae
<i>Lolium multiflorum</i>	1.06	Gramineae/Festuceae	<i>Gamochaeta</i> sp	0.92	Compositae
<i>Chaptalia</i> sp	0.80	Compositae	<i>Chevreulia</i> sp	0.92	Compositae
<i>Cyperus</i> sp.	0.80	Cyperaceae	<i>Andropogon Ternatus</i>	0.92	Gramineae/Andropogoneae
<i>Coleorrhachis seloana</i>	0.80	Gramineae/Andropogoneae	<i>Lolium multiflorum</i>	0.92	Gramineae/Festuceae
<i>Juncus</i> sp	0.80	Juncaceae	<i>Piptochaetium montevidensis</i>	0.92	Gramineae/Stipae
<i>Eryngium horridum</i>	0.80	Umbelliferae	<i>Acicarpa tribuloides</i>	0.92	
<i>Daucus pucillum</i>	0.80		<i>Briza subaristata</i>	0.69	Gramineae/Festuceae
<i>Linum</i> sp	0.80		<i>Aristida</i> sp	0.69	Gramineae/Stipae
<i>Schizanthium spicatum</i>	0.53	Gramineae	<i>Vulpia austalis</i>	0.23	Gramineae
<i>Piptochaetium montevidense</i>	0.53	Gramineae/Stipae	<i>Panicum milioides</i>	0.23	Gramineae/Paniceae
<i>Plantago myosurus</i>	0.53	Plantaginaceae	<i>Juncus</i> sp	0.23	Juncaceae
<i>Urtica</i> sp	0.53				
<i>Verbena montevidensis</i>	0.53				
<i>Baccharis articulata</i>	0.27	Compositae			
<i>Baccharis trimera</i>	0.27	Compositae			
<i>Acicarpa tribuloides</i>	0.27				
<i>Anagallis</i> sp	0.27	Primulaceae			

En ambas posiciones topográficas, la presencia dominante dentro de las Gramíneas estivales de especies pertenecientes a la familia de las Andropogoneas, y la existencia abundante de Paniceas podría interpretarse como indicadores de la existencia de un estrés hídrico estival no muy pronunciado (Millot et al, 1987). El registro de *Paspalum dilatatum*, *Panicum milioides*, *Andropogon ternatus* indicarían niveles buenos de drenaje sin condiciones de aridez.

La alta contribución relativa de especies de hábito caespitoso denota que el tapiz natural no se encontraba bajo condiciones de sobrepastoreo. A su vez la presencia de malezas de campo sucio con una baja contribución en la ladera alta podría ser el resultado del manejo previo a la siembra.

Tabla 3.3-2 Relaciones dentro de las Gramíneas (%)

Sobre el total de Gramíneas		
	Ladera Alta	Ladera Baja
Total Perennes	95	96
Estivales	63	62
Andropogoneae	30	36
Paniceae	25	12
Chlorideae	2	3
Otras	6	11
Invernales	32	34
Stipeae	30	29
Festuceae	2	1
otras	0	4
Total Anuales	5	4
Estivales	3	2
Invernales	2	2
Perennes C3/perennes C4	51	56
Paniceae/C4	40	19
Stipeae/C3	94	84
Anuales/perennes	5	4

3.4 Condiciones Climáticas

Las condiciones de temperatura y precipitaciones registradas en la Estación Meteorológica de Salto ubicada en los 31° 23' de Latitud Sur y 57° 57' de Longitud Oeste, son presentadas en la tabla 3.4-1

De la comparación de la serie histórica de 30 años con los registros del lapso que transcurrió el ensayo se puede observar: a) las temperaturas máximas, mínimas y promedio registradas no difieren de las obtenidas históricamente, b) si bien las precipitaciones en los meses previos a la siembra fueron abundantes, lo que redundaría en un buen nivel de humedad en el suelo, las lluvias durante el transcurso del ensayo no superaron el 55% del promedio histórico para ninguno de los meses (junio a septiembre), mientras las precipitaciones acumuladas en el período no superan el 31% de las mismas

Tabla 3.4-1 Temperatura y precipitaciones

Mes	Temperatura media mensual		Temperatura máxima mensual		Temperatura mínima mensual		Precipitaciones mensuales	
	1993	1961-90	1993	1961-90	1993	1961-90	1993	1961-90
ene	26,5	25,0	32,0	31,5	21,1	18,7	129	116
feb	23,6	23,9	29,4	30,3	17,8	17,9	43	132
mar	23,9	21,6	30,1	27,8	17,7	16,0	126	153
abr	21,9	18,1	26,1	23,9	15,3	12,7	159	126
may	19,9	15,0	19,8	20,6	10,9	10,0	334	99
jun	13,4	11,7	18,5	17,1	8,3	7,2	32	81
jul	11,7	12,0	15,6	17,3	7,8	7,3	39	73
ago	14,1	13,2	20,9	19,0	7,3	8,0	23	70
set	15,4	14,9	21,8	20,8	9,0	9,1	8	107
oct	20,3	18,0	25,0	24,2	14,8	11,9	300	118
Nov	21,3	20,7	28,6	26,9	16,0	14,2	166	129
Dic	23,8	23,5	29,3	30,2	18,0	17,1	140	120
Anual	19,6	18,1	24,6	24,1	13,7	12,5	1498	1324

Fuente: Alvez y Treglia 1997

La evapotranspiración potencial supera a la precipitación en el mes de la siembra (8 de junio) y en los meses de septiembre y octubre. Si bien el suelo se encontraba recargado de agua por las abundantes lluvias de abril y mayo, es posible que en los primeros centímetros de suelo haya ocurrido algún periodo de déficit hídrico durante el ensayo.

Si bien las temperaturas registradas están de acuerdo a las expectativas para la zona, se registraron una gran cantidad de heladas durante el mes de agosto.

Tabla 3.4-2 Registros de temperaturas y heladas.

Mes	temperatura (°C)		número de heladas	
	Máxima	Mínima	Agrometeorológicas	Meteorológicas
Mayo	27,3	4,1	3	0
Junio	24,4	1,3	2	1
Julio	21,1	1	0	1
Agosto	25,6	1,3	7	3
Septiembre	28,8	4,6	1	0
Octubre	34,4	8,6	0	0

Fuente: Alvez y Treglia 1997

3.5 Diseño Experimental

En el ensayo se analizó el efecto de la posición topográfica, la fertilización y la especie o variedad, sobre la implantación dentro de una pastura natural. Se ensayaron tres tratamientos: Posición topográfica (2), Fertilización (2) y Especies - Variedades (12). El modelo correspondió a

$$Y = \mu + \text{Bloque} + \text{Sitio} + \text{Fertilización} + \text{Especies} + \text{Sitio} \times \text{Fertilización} + \text{Sitio} \times \text{Especie} + \text{Fertilización} \times \text{Especie} + e$$

El diseño experimental correspondió a parcelas en bloques completamente al azar. La siembra se realizó sorteándose dentro de cada sitio topográfico y bloque la parcela (de 6 m por 2 m) correspondiente a cada especie variedad. Cada parcela se subdividió en 2 subparcelas iguales (3 m por 2 m) asignándole al azar el nivel de fertilización.

Las especies ensayadas fueron 5 Gramíneas (*Bromus auleticus*, *Bromus commutatus*, *Bromus lancoelatus*, *Festuca arundinacea*, *Lolium multiflorum*) y 5 de Leguminosas (2 variedades de *Trifolium repens* - Bayucúa y Zapicán -, 2 variedades de *Lotus corniculatus* - San Gabriel y Ganador -, *Lotus tenuis*, *Lotus subbiflorus*, *Trifolium pratense*).

3.6 Manejo del Experimento

3.6.1 Tratamiento del Tapiz

En ambas posiciones topográficas se arrasó la pastura a través de pastoreos con altas cargas con el objetivo de debilitar la pastura natural y se homogeneizó el tapiz mediante una pasada de rotativa.

3.6.2 Siembra y Fertilización

La siembra se realizó el 8 de junio de 1993, al voleo en forma manual distribuyendo los propágulos homogéneamente en la parcela. Las densidades de siembra se ajustaron para todas las especies y variedades a 500 ± 20 propágulos/m². Las semillas de Leguminosas se inocularon y peletearon con las cepas de *Rizobium* comerciales correspondientes. Los cariopses de las especies del género *Bromus* presentaban además de lemma y pálea, glumas y otros restos de la inflorescencia.

La fertilización se realizó al voleo en forma manual inmediatamente luego de la siembra con Fosfato de amonio.

Tabla 3.6-1 Densidad de siembra y características de las semillas

	Germinación (%)	Peso 1000 Semillas (g)	Pureza (%)	Total semillas viables/m ²	Equivalente en Kg/Ha	Observaciones
<i>Bromus auleticus</i>	65.00%	4.13	80.00%	500	40	E.E.F.A.S.
<i>Bromus commutatus</i>	93.50%	3.38	99.65%	501	18	Brasil
<i>Bromus lancoelatus</i>	80.00%	4.19	92.00%	500	20	Ruta 3 Km 354
<i>Festuca arundinacea</i> 1956 a	75.00%	2.50	80.00%	500	21	INIA
<i>Lotus corniculatus</i> -ganador-	70.00%	1.18	85.00%	504	10	Calsal
<i>Lotus corniculatus</i> -San Gabriel-	70.00%	1.33	87.60%	518	11	Calprose
<i>Lotus subbiflorus</i> -Rincón-	56.50%	0.48	99.30%	503	4	Agrosan
<i>Lotus tenuis</i>	60.00%	1.08	80.00%	500	11	Frade Muerto
<i>Lolium multiflorum</i> -campero-	85.00%	2.11	70.00%	502	18	INIA
<i>Trifolium repens</i> -Bayucúa-	96.00%	0.62	85.00%	508	4	Bayucúa
<i>Trifolium repens</i> -Zapicán-	90.00%	0.70	85.00%	501	4	Calprose
<i>Trifolium pratense</i> -E115-	68.50%	1.83	85.00%	521	13	Calprose

3.7 Registro de Datos

Los conteos se realizaron a los 30, 60, 90 y 120 días luego de la siembra, comenzando el 8 de julio, 8 de agosto, 8 de septiembre y 8 de octubre respectivamente. El período requerido no superó en ningún caso las 48 horas.

En cada subparcela se establecieron 4 cuadros fijos de 0.1 por 0.25 m en forma sistemática contabilizándose las plántulas vivas de la especie sembrada para cada conteo. Los datos se registraron separando las plántulas de acuerdo al estado fenológico en que se encontraban: cotiledón o coleoptile, una hoja, dos hojas o más. A su vez se registró el material que cubría el suelo en la zona de la plántula (material verde, restos secos, suelo desnudo). Se relevaron 624 cuadros cubriendo una superficie total de 15.6 m² por conteo.

3.8 Análisis Estadístico

El estudio estadístico se realizó mediante el Análisis de Varianzas para examinar el efecto de los tratamientos ensayados y sus interacciones sobre el número de plantas por m². La comparación de las medias de los tratamientos se realizó mediante el estudio de las mínimas diferencias significativas (I.s.d.).

La velocidad de desarrollo de las distintas especies y variedades se evaluó en función del estado fenológico de las plántulas al día 30 posterior a la siembra. A efectos de comparar esta característica entre las especies, se utilizó el "Índice de velocidad de desarrollo" (Milot com. per. citado por La Paz et al 1994). La construcción de dicho índice se realizó ponderando la proporción que se encontraban en cada uno de los estados fenológicos relevados (cotiledón coleoptile una hoja, dos o más hojas) sobre el total de plántulas registradas, por un coeficiente para cada estado fenológico.

Tabla 3 B-1 Coeficientes de ponderación para el índice de velocidad de desarrollo

Estado Fenológico	Coefficiente de ponderación
Cotiledón - Coleoptile	1
Una hoja	2
Dos hojas o más	3

Se realizó un análisis de adaptación ambiental (Finlay y Wilkinson, 1963). Este estudio se basa en la aplicación de una regresión lineal de la implantación de las especies sobre un gradiente ambiental definido por el promedio de implantación respectivos a cada ambiente. Caracterizados estos últimos por la combinación de tratamientos y observaciones realizadas

sobre el lugar que se implantó cada plántula. Para esto se registró la cobertura del suelo (restos secos, material verde, suelo desnudo) sobre la que ocurría la implantación.

Dentro de los 624 cuadros fijos, se seleccionaron aquellos en los cuales alguno de los componentes del tapiz (MV, RS, S●) superaba el 50% de la superficie a los 30 días pos siembra, para realizar el estudio de la dinámica de la implantación desde los 30 a los 120 días

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de dar a conocer la información de forma ordenada, la presentación de los resultados comprende varios capítulos independientes, sin otra razón que la de simplificar su planteo, que de otra forma resultaría de difícil comprensión.

En primer lugar se analizan las poblaciones observadas a la implantación en el entendido que es uno de los objetivos más importantes del trabajo realizado.

En segunda instancia se desarrolla el análisis de la dinámica de la implantación de las especies introducidas en su proceso de implantación en el tapiz nativo.

En tercer lugar se analiza la velocidad de desarrollo de las plántulas de cada especie, dado que es una de las características de las especies para lograr su implantación y que se encuentra asociada a su capacidad de competencia o demandas ambientales tempranas.

En cuarta instancia se analiza el efecto de los componentes del tapiz a los 30 y 120 días pos-siembra como forma de analizar su efecto sobre el potencial germinativo y sobre la implantación, como etapa final del estudio.

Por último se aborda el análisis de adaptación ambiental, como forma de evaluar el comportamiento de las diferentes especies con respecto a su familia en función de los ambientes caracterizados por la posición topográfica y la cobertura del tapiz presente.

4.1 Condiciones Climáticas

Durante el mes previo a la siembra existieron abundantes precipitaciones, las que continuaron en los días previos y posteriores a la siembra. Por lo que puede suponerse que las condiciones hídricas en torno a la siembra no fueron limitantes para la germinación. Las precipitaciones en los meses siguientes del ensayo, solo en el mes de julio superan escasamente la evapotranspiración. Dado que el suelo se encontraba con un buen nivel de humedad al comienzo del ensayo, pueden haber ocurrido cortos períodos propicios para la germinación luego de transcurrida la primera etapa.

Las temperaturas medias durante los meses del ensayo no difieren del promedio histórico, registrando un abundante número de heladas durante el mes de agosto.

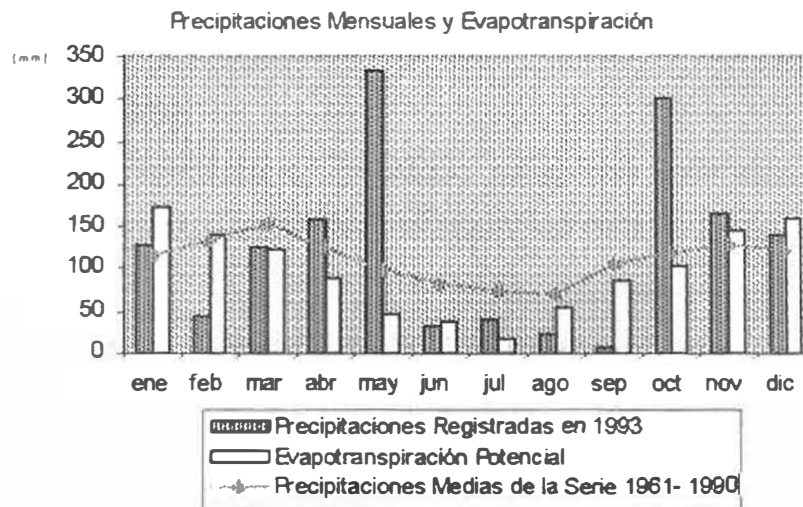


Figura 4.1-1 Precipitaciones y Evapotranspiración

4.2 Análisis Estadístico

De las variables analizadas, *Especie* y *Posición topográfica (Ladera)* presentaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) para todos los conteos, mientras *Fertilización* mostró diferencias significativas ($p \leq 0.10$) únicamente a los 90 días pos-siembra.

Dentro de las interacciones evaluadas *Ladera* (posición topográfica) $\times$ *Especie* aparece con diferencias significativas ($p \leq 0.10$) a los 30 y 90 días pos-siembra y *Ladera* $\times$ *Fertilización* a los 60 y 90 días, no encontrándose efecto significativo estadísticamente para *Especie* $\times$ *Fertilización*.

Tabla 4.2-1 Resultados Estadísticos

Tratamiento	30 días	60 días	90 días	120 días
Bloque	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Ladera	*	*	**	**
Especie	***	***	***	***
Fertilización	n.s.	n.s.	*	n.s.
Ladera x Especie	*	n.s.	*	n.s.
Ladera x Fertilización	n.s.	*	*	n.s.
Especie x Fertilización	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

1. * significación 90%
2. ** significación 95%
3. *** significación 99%

4.3 Implantación

Los resultados de la implantación se estudian a partir del número total de plantas registrados a los 120 días post-siembra. Se adopta este criterio arbitrario para calificar a una planta como implantada en virtud de su sencillez y por permitir realizar comparaciones con otros trabajos nacionales en los que también se ha utilizado este criterio. De todas maneras es de considerar que no todas las plantas en este momento presentan un desarrollo tal que les permita ser consideradas como implantadas. De la misma forma pueden existir plantas que hayan logrado un grado de autonomía tal que les permita ser consideradas implantadas con

anterioridad a este momento.

De las variables utilizadas en el estudio estadístico solamente mostraron diferencias significativas el sitio o posición topográfica (ladera) y las especie ($P=/ 0.01) no habiendo efecto significativo en sus interacciones, ni de la fertilización.$

Tabla 4.3-1 Plántulas/m² a la implantación (120 días)

Especie	Ladera alta	Ladera baja	% de aumento $\frac{(L.B.-L.A.)}{L.A.} \times 100$	Promedio
Bromus lanceolatus	88.33	211.67	140%	150.00
Bromus auleticus	111.67	131.67	18%	121.67
Lolium multiflorum	110	121.67	11%	115.83
Bromus commutatus	55	63.33	15%	59.17
Festuca arundinacea	38.33	35	-9%	36.67
T. pratense cv. E116	85	200	135%	142.50
L. com. cv. Ganador	95	176.67	86%	135.83
L. tenuis	60	158.33	164%	109.17
T. repens cv. Zapicán	2.5	100	3900%	61.00
T. repens cv. Bayucúa	27.5	98.33	258%	57.86
L. com. cv. San Gabriel	43.33	56.67	31%	50.00
L. subbiflorus	1.67	18.33	1076%	10.00

4.3.1 Efecto de la posición topográfica

Las condiciones ambientales en la ladera baja determinaron mejores condiciones para la implantación de todas las especies redundando en un 89% más de plantas que las registradas en la ladera alta. Las bajas precipitaciones ocurridas durante el período experimental y especialmente en el mes previo al registro de datos-hacen de la ladera alta un ambiente menos propicio para la germinación y sobrevivencia de las plántulas.

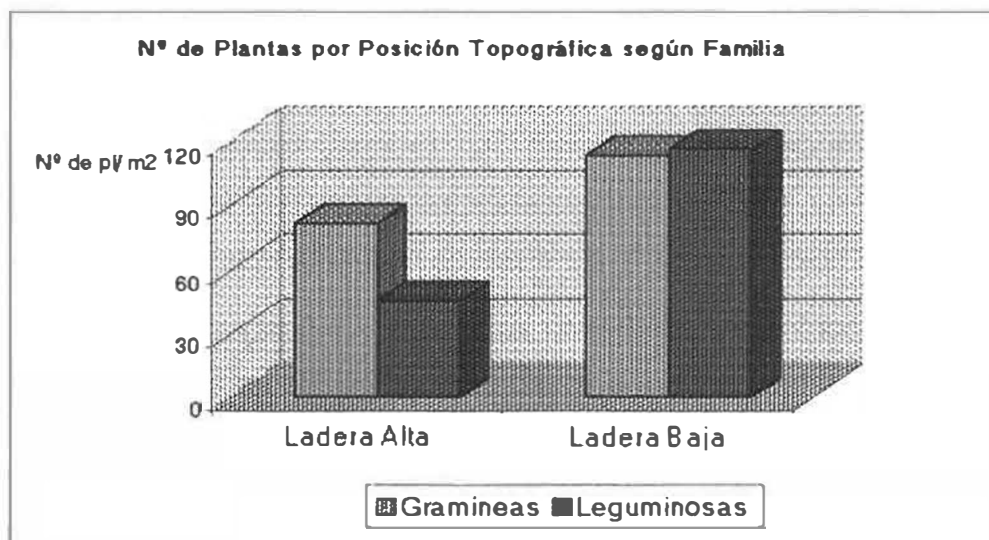


Figura 4.3-1 Implantación según posición Topográfica por Familia

La permanencia durante más tiempo de condiciones adecuadas de humedad, características de las posiciones topográficamente más bajas, pueden haber generado períodos aptos para la germinación más prolongados lo que resultó en un mayor número inicial de plántulas. Aunque no se detectó a este momento interacción ladera x especie, se observa un efecto más marcado para la familia de las Leguminosas. Para esta Familia hubo un aumento del número de plantas entre la ladera alta y la ladera baja de 45 plantas/m² a 115 plantas/m² (155% superior), mientras que para las gramíneas este efecto fue importante aunque de menor magnitud siendo de 81 y 113 plantas/m² respectivamente (40% superior). Estos resultados concuerdan con los obtenidos por La Paz et al (1994).

4.3.2 Efecto de las Especies

El efecto del genotipo aparece como una variable relevante en la determinación de la implantación. Como forma de facilitar el análisis de los resultados se presenta en forma separada el estudio por Familias.

Tabla 4.3-1 Implantación por Especie a 120 días

Especie	Implantación				
	(Pl/m ²)	%			
<i>Bromus lanceolatus</i>	150.00	30.0	a		
<i>Trifolium pratense</i>	142.50	28.5	a		
<i>Lotus corniculatus</i> Ganador	135.83	27.2	a		
<i>Bromus auleticus</i>	121.67	24.3	a		
<i>Lolium multiflorum</i>	115.83	23.2	a	b	
<i>Lotus tenuis</i>	109.17	21.8	a	b	
<i>Trifolium repens</i> Zapicán	61.00	12.2		b	c
<i>Bromus Commutatus</i>	59.17	11.8		b	c
<i>Trifolium repens</i> Bayucúa	57.86	11.6		b	c
<i>Lotus corniculatus</i> San Gabriel	50.00	10.0			c
<i>Festuca</i>	36.67	7.3			c
<i>Lotus subbiflorus</i> Rincón	10.00	2.0			c

Letras diferentes en las especies indican diferencias estadísticas (p < 0.05)

4.3.2.1 Gramíneas

Se destacan los altos valores de implantación obtenidos para *Bromus lanceolatus* y *Bromus auleticus*, siendo significativamente superiores a *Bromus commutatus* y *Festuca arundinacea*. *Lolium multiflorum* presenta un comportamiento intermedio diferenciándose significativamente únicamente de *Festuca arundinacea*. Los menores niveles de implantación lo presentaron *Bromus commutatus* y *Festuca arundinacea* no definiendo significativamente entre sí.

Bromus lanceolatus registró los más altos niveles de implantación, siendo además la especie que mayores diferencias obtuvo entre ambas laderas, con un 140% más de plántulas en la ladera baja. Estos datos concuerdan con los obtenidos por La Paz et al (1994) donde este mismo ecotipo se adaptó bien a todos los ambientes, registrando su mayor implantación en la ladera baja. Este comportamiento se explicaría por el hecho de ser un ecotipo proveniente de

tapices de pasturas densas desarrollado sobre suelos profundos y fértiles, adaptada a regenerarse en tapices competitivos (La Paz et al, 1994). La presencia de glumas largas y con pelos que facilitan el anclaje del cariopse al suelo, puede representar una ventaja adaptativa de la especie a la regeneración sobre el tapiz.

Los altos niveles de implantación obtenidos por *Bromus auleticus*, concuerdan con los presentados por varios autores (Bayocé, 1984; Bentancor y García, 1992, La Paz et al 1994). Sumado a la capacidad de tolerar la competencia del tapiz desde sus primeras etapas de desarrollo, debido a la estrategia de emitir hojas por encima de la fitomasa existente y el desarrollo temprano del sistema radicular, indican que es una especie muy promisoría para este tipo de mejoramientos.

El buen comportamiento en la Ladera Baja podría estar explicado por los bajos niveles de precipitaciones ocurridos durante el ensayo, determinando que no se evidenciaran situaciones de anegamiento, situación hídrica en la cual esta especie ha mostrado limitaciones en sus primeras etapas de desarrollo (Rosengurt, 1943, 1946, 1979; citado por Bologna y Hill, 1992, La Paz et al, 1994). Laderas bajas bien drenadas o con escurrimiento es un hábitat frecuente de esta especie (Milot com. per.)

La alta velocidad de establecimiento y la capacidad de germinar en condiciones de baja disponibilidad hídrica hacen de *Lolium multiflorum* una especie con buenas características para las siembras en cobertura. Los niveles de implantación registrados para esta especie pueden considerarse aceptables. La Paz et al (1994) obtuvieron porcentajes de implantación similares para el cultivar "LE 284" e inferiores para el cultivar "Matador".

De las especies anuales del género *Bromus* ensayadas, *Bromus commutatus* presentó niveles de implantación significativamente inferiores. Estos resultados coinciden con lo reportado por Bentancor y García (1992) en un estudio que incluía 4 especies.

Esta especie exhibe baja sensibilidad a las mejores condiciones impuestas en la Ladera Baja, siendo junto a *Festuca* la que menos capitalizó la mejor capacidad hídrica característica de las zonas más bajas. La Paz et al (1994) encontraron que su implantación aumentaba hacia las posiciones topográficas más elevadas. Esto podría estar indicando que las condiciones de competencia impuestas por el tapiz de la ladera baja aunadas a su baja precocidad cooperan negativamente en la implantación de esta especie.

El peor comportamiento dentro de las gramíneas correspondió para *Festuca arundinacea* (73%). El bajo vigor inicial y lento desarrollo de la raíz seminal la hacen muy susceptible a las condiciones impuestas en siembras en cobertura. Observaciones similares encontraron Bentancor y García (1992) y Echeverría y Marques (1994) para *Festuca Tacuabé*.

4.3.2.2 Leguminosas

En esta familia se destacan los buenos niveles de implantación obtenidos por todas las especies siendo solamente *Lotus subbiflorus* la especie que no presentó registros aceptables de implantación.

Trifolium pratense y *Lotus corniculatus* cv. Ganador se destacaron sobre el resto de la familia presentando diferencias significativas ($p < 0.10$) con ambas variedades de *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel y *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón. *Lotus tenuis* tuvo un comportamiento intermedio definiendo únicamente de las dos últimas. Ambas variedades de *Trifolium repens* manifestaron similares niveles de implantación y no se diferenciaron estadísticamente de *Lotus Subbiflorus*.

Si bien a los 120 días de sembradas la familia no manifestó un comportamiento diferencial significativo entre ambas laderas, se pueden observar que *Lotus corniculatus* es la especie menos sensible a este efecto. Estos datos concuerdan con los obtenidos por Methol y Solari (1994) quienes indican que de las especies estudiadas es la que menos resiente su comportamiento en las posiciones topográficas más elevadas. Llama la atención el comportamiento significativamente inferior de la cv. San Gabriel frente a la cv. Ganador. El mayor número de plantas registrado desde los 30 días post-siembra para Ganador podría indicar un mejor aprovechamiento de las buenas condiciones de humedad registradas durante la primera etapa del ensayo. Este comportamiento podría ser explicado en parte al establecimiento muy precoz y su alto vigor inicial (Bologna y Hill, 1992).

La mayor población de plantas dentro de las leguminosas correspondió a *Trifolium pratense* alcanzando 142 pl/m². Características fisiológicas y morfológicas tales como escaso porcentaje de semillas duras, alto vigor inicial y buen tamaño de semilla estarían favoreciendo este comportamiento. De esta manera en numerosos trabajos de campo que comprenden diferentes tipos de suelos, fechas de siembras y posiciones topográficas esta especie siempre obtiene registros destacados (Betancor y García, 1991; Echeverría y Marques, 1993; Methol y Solari, 1994; Alvez y Treglia, 1997; Minutti et al., 1996).

Las exigencias en humedad y sensibilidad al frío de las plantas podrían estar explicando su nivel de implantación en la ladera baja (Methol y Solari, 1994).

Ambas variedades de *Trifolium repens* obtuvieron el mayor contraste a favor de la ladera baja, lo que define su hábitat preferencial (3900 y 258 % de aumento en cv. Zapicán y cv. Bayucúá respectivamente), la población de plantas registrada para la ladera baja fue por demás suficiente para mantener una buena producción de forraje considerada por Rizzo (1992) de 10-20

pl/m². Sin embargo el cv. Zapicán no logró implantarse en la ladera alta, mientras que el cv. Bayucúa sobrepasa por poco la población considerada necesaria. Las mejores condiciones de humedad obtenidas en el bajo aparecen como la principal razón del comportamiento encontrado para esta especie, ya que la misma tiene una baja tolerancia a las condiciones de estrés hídrico.

Lotus tenuis cv Fraile Muerto registró una apropiada población de plantas a los 120 días de sembrada, encontrando que supera para ambas laderas los valores considerados necesarios para su implantación de 25-30 plantas/m² (Montes y Cahuepé, 1985; citado por La Paz et al, 1994). Para las condiciones de este ensayo el bajo crecimiento que presentó el tapiz podría haber permitido la penetración de la luz hasta estratos inferiores del canopeo favoreciendo la aparición paulatina de nuevas plántulas. Methol y Solari (1994) trabajando con la misma variedad en una posición topográfica definida como bajo, obtienen similares porcentajes de implantación, indicando que dada la germinación dilatada en el tiempo que presenta esta especie y lenta implantación, aquellos manejos que permitan la penetración de luz a estratos inferiores favorece el incremento de la población.

Dadas la necesidad de condiciones de humedad prolongada y temperaturas benignas para poder germinar, las condiciones ambientales de este trabajo podrían haber determinado que *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón registrara el peor comportamiento de la Familia, no logrando una población adecuada para obtener un buen comportamiento productivo (de 30 a 40 pl/m²). Las bajas temperaturas y baja humedad determinaron en esta especie plantas débiles y con un lento desarrollo inicial; encontrándose mayor probabilidad de tener condiciones apropiadas para el establecimiento con siembras más tempranas en el otoño que la utilizada en este trabajo (Carámbula et al, 1994). A su vez las condiciones más críticas características de la ladera alta determinaron niveles de implantación extremadamente bajos, no encontrando para ningún registro más de 5 pl/m², lo que evidenciaría muy bajos niveles de germinación bajo estas condiciones.

4.4 Dinámica de la Implantación

En este punto se analiza la evolución del número de plantas de las especies sembradas según su estado fenológico. De ésta forma se busca distinguir diferentes estrategias en el proceso de implantación.

4.4.1 Efectos de la posición topográfica

Las condiciones ambientales impuestas por la ladera baja favorecieron la germinación y supervivencia de plántulas, siendo más marcado este efecto en las leguminosas.

En la dinámica de la implantación se observa un comportamiento diferencial para las leguminosas entre las dos posiciones topográficas. Mientras la ladera baja presenta la máxima población a los 120 días luego de la siembra evidenciando condiciones más prolongadas para la germinación y/o sobrevivencia de las plántulas, la ladera alta registra la máxima población de plántulas a los 60 días evidenciando un equilibrio entre aparición y desaparición de plántulas a partir de ese momento.

Las gramíneas registran la máxima población de plántulas para ambas posiciones topográficas a los 90 días después de la siembra, aunque difiere el número de plantas alcanzado en cada una a ese momento. A su vez el aumento en la cantidad de plantas registradas hasta alcanzar la máxima población es más pronunciado en la ladera baja. El hecho de encontrar en ambas laderas una dinámica de estados juveniles (1 hoja) similar indicaría que existieron condiciones adecuadas para la germinación de las gramíneas. El mayor número de plántulas en la ladera baja a los 60 y 90 días se debería entonces a una mayor sobrevivencia de las mismas.

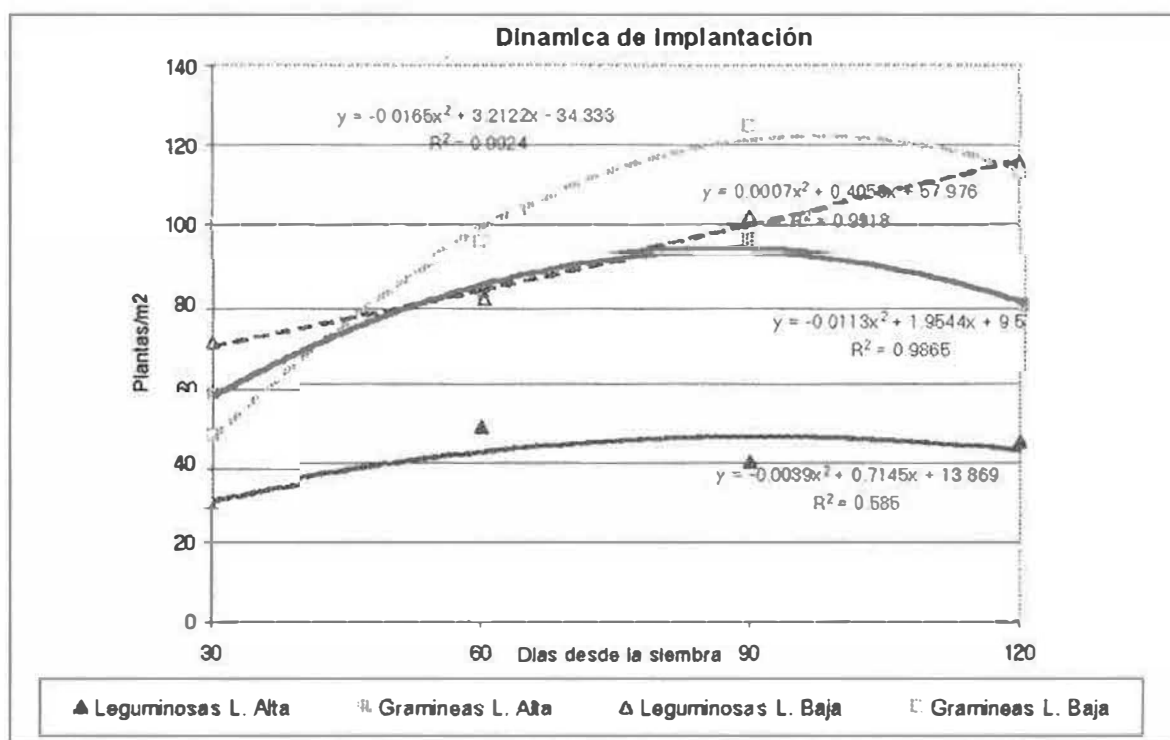


Figura 4.4-1 Dinámica de la Implantación según Posición Topográfica por Familia

Las familias ensayadas difieren en su comportamiento a los 30 días luego de la siembra. Mientras las leguminosas encontraron un mejor ambiente para la germinación en la ladera baja manifestando un comportamiento claramente diferenciado entre las dos posiciones topográficas; las gramíneas presentaron poblaciones más semejantes para las dos laderas, registrándose una población algo mayor en la ladera alta y con un comportamiento más heterogéneo entre las

especies. Este hecho sería el que estaría marcando la existencia de interacción Ladera x especie ($p < 10$) para este momento y podría indicar que las leguminosas serían más exigentes en las condiciones ambientales para la germinación y/o sobrevivencia primaria de las plántulas.

La dificultad que presentan las leguminosas para la penetración radicular y la alta velocidad de deshidratación de sus semillas luego de la imbibición pueden haber determinado que la ladera baja haya sido un ambiente más propicio para la germinación de las especies de esta Familia. Por otra parte la capacidad de las gramíneas para tolerar condiciones desfavorables luego de germinar, ajustando su metabolismo hasta que las condiciones ambientales se hagan nuevamente adecuadas puede haber determinado una mayor tolerancia de estas especies a las condiciones más restrictivas para la implantación presentes en la ladera alta.

4.4.2 Comportamiento de las especies

4.4.3 Leguminosas

Lotus corniculatus

Los dos cultivares ensayados presentaron una dinámica poblacional similar y semejante al presentado por la Familia. En las condiciones impuestas por la ladera alta alcanzaron el máximo

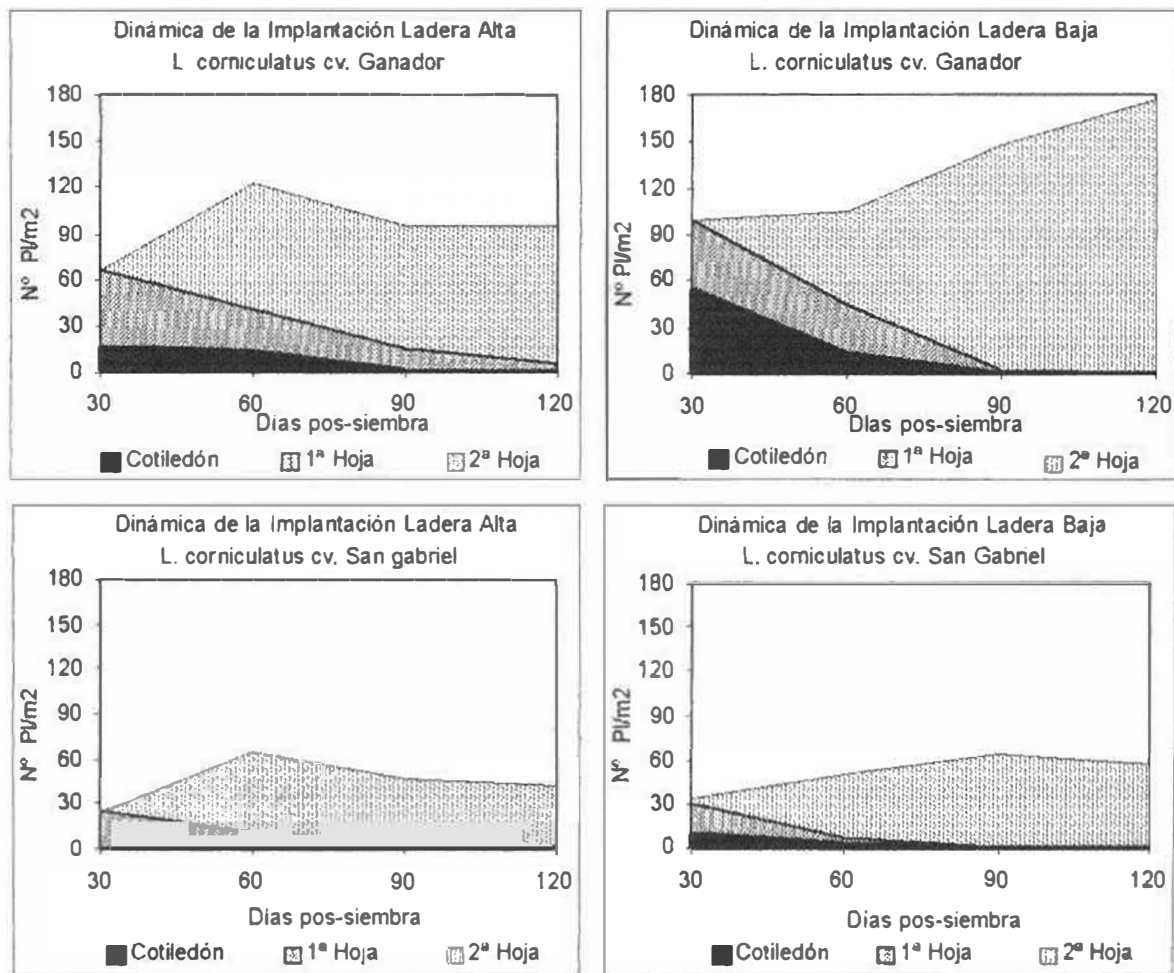


Figura 4.4-1 Dinámica de la implantación de *Lotus corniculatus*

registro de plántulas a los 60 días pos - siembra, teniendo en este momento plántulas en los tres estados de desarrollo evaluados (cotiledón, 1 hoja y 2 hojas o más). En la ladera baja presentaron el pico de máxima población de plántulas más retrasado, mientras Ganador registró un aumento del número total de plántulas hacia el final del ensayo, San Gabriel evidenció una leve caída de la población entre los 90 y 120 días pos - siembra. A este momento todas las plantas observadas se encontraban con 2 hojas o más en la ladera baja mientras en la ladera alta se registraron plántulas en estado de 1ª hoja.

El cultivar Ganador evidenció un mayor número de plántulas que el cultivar S. Gabriel para todos los conteos ($p=0.10$). Esta diferencia fue máxima a los 30 días donde registró un 35% y mínima a los 60 días pos - siembra alcanzando un 50% de las plántulas observadas para Ganador. Si bien Ganador presentó una germinación mayor y más precoz (o una población mayor con un aumento más rápido), las plántulas presentes a los dos primeros conteos de S. Gabriel mostraban un mayor desarrollo. Este efecto fue más marcado en la ladera baja a los 30 días luego de la siembra.

Trifolium repens

Las variedades estudiadas de esta especie no difirieron estadísticamente ($p=0.10$) para ninguno de los conteos de plántulas realizados, encontrándose mayores poblaciones para todos los conteos en la ladera baja y al primer registro de datos no se encontraron plantas en 2 o más hojas.

Sin embargo, presentaron diferencias en la dinámica de implantación. La variedad Bayucué presentó el máximo número de plántulas a los 60 días pos siembra registrando una población estable a partir de ese momento con una aparición y pérdida de plantas más o menos balanceada. Este efecto aparece más claro en la ladera baja donde se mantuvo casi el mismo número de plántulas entre el primer y el último registro (95 y 98 pl/m²).

El cv. Zapicán presentó una evolución de la población diferente en las dos posiciones topográficas. En la ladera alta alcanza una población de plántulas máxima entre los 30 y 60 días pos siembra, disminuyendo luego su población en forma constante hasta los 120 días momento en que se registró el menor número de plantas de esta variedad. El registro de plántulas en cotiledón y la ausencia de individuos en 1ª hoja a los 60 días pos siembra en la ladera alta podrían indicar que ocurrieron tandas de germinación; aunque éstas no se hayan manifestado en un aumento de la población debido posiblemente a una alta desaparición de plántulas. En la ladera baja la dinámica de la población es diametralmente opuesta, observándose un aumento paulatino del número de plántulas hasta los 120 días pos siembra cuando se registra la máxima población. Las mejores condiciones de humedad y fertilidad características de las zonas bajas

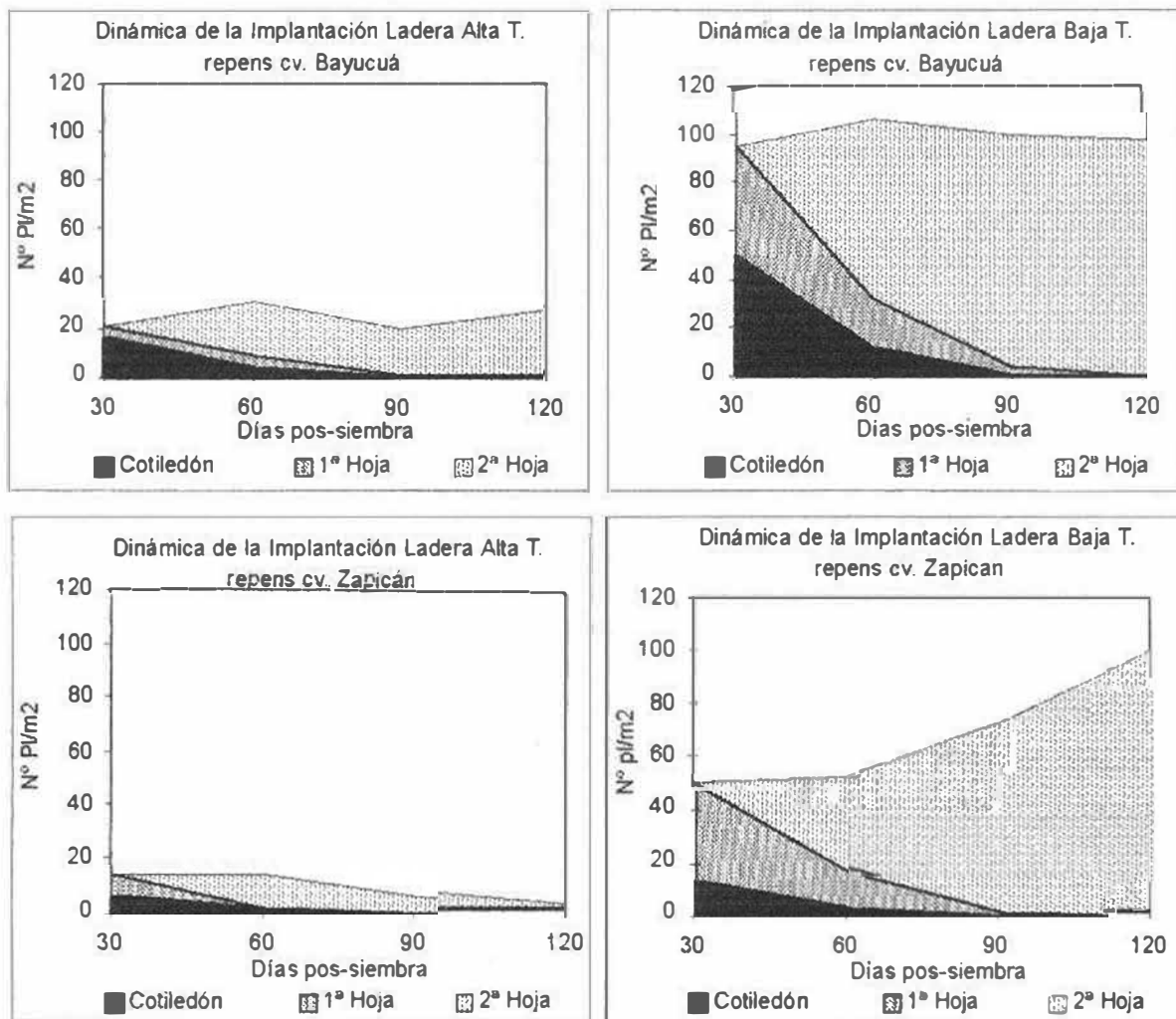


Figura 4.4-2 Dinámica de la implantación de *Trifolium repens*

topográficamente pueden haber permitido una mayor sobrevivencia de las plántulas germinadas favoreciendo un aumento paulatino de la población hasta el final del ensayo.

Lotus tenuis

Lotus tenuis presenta una aparición paulatina de plántulas alcanzando la máxima población hacia el final del ensayo, estos resultados concuerdan con los encontrados en la bibliografía (Echeverría y Marques, 1993, Methol y Solari, 1994, La Paz et al, 1994).

El alto porcentaje de semillas duras característico de esta especie junto con su lento desarrollo inicial determina la presencia de estados juveniles (cotiledón y 1ª hoja) aún a los 120 días pos siembra. La permanencia de las semillas en la superficie del suelo expuesta a la acción de los agentes meteorológicos y de los microorganismos permite a las semillas duras germinar en forma paulatina cuando las condiciones son favorables. Este proceso define una estrategia de

implantación dilatada en el tiempo disminuyendo de ésta forma el efecto adverso de períodos de estrés posteriores a condiciones favorables para la germinación

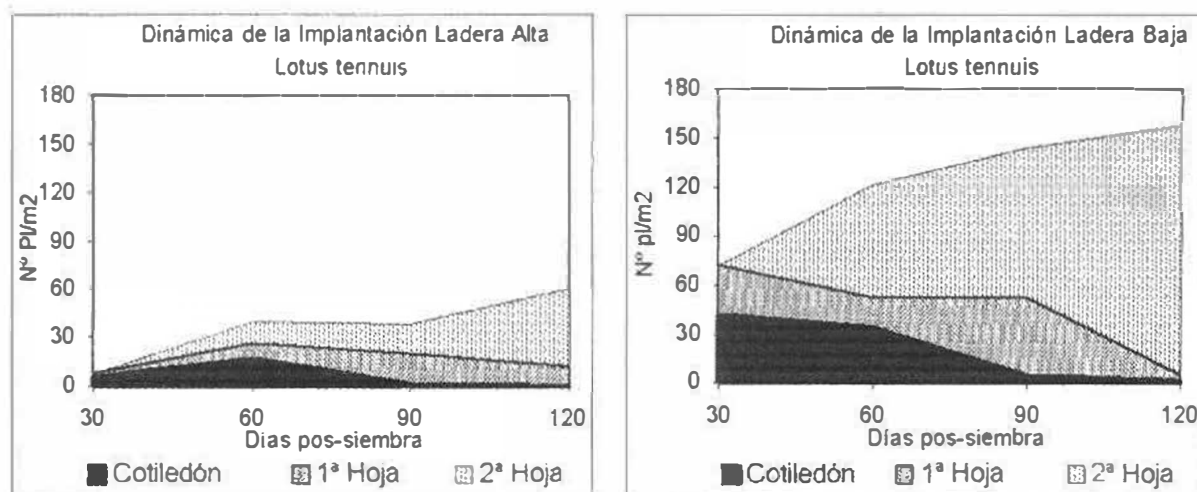


Figura 4.4-3 Dinámica de la implantación de *Lotus tenuis*

La alta proporción de semillas duras favorece la formación de un abundante banco de semillas en el suelo jugando un papel preponderante en la persistencia del mejoramiento. El establecimiento de plántulas a partir de las semillas del suelo compensaría la pérdida de plantas adultas favoreciendo el mantenimiento de la comunidad.

En la ladera alta esta especie tuvo una evolución de la población diferente al resto de las leguminosas y con una evolución similar a la obtenida en la ladera baja, presentando la máxima población hacia el último registro de datos. Ésto podría indicar que no sería una especie exigente en las condiciones necesarias para germinar, dado que los niveles de precipitaciones en los dos últimos meses fueron extremadamente escasos lo que transforman a la ladera alta en un ambiente pobre para la aparición de nuevas plántulas.

Lotus subbiflorus

Las pocas plantas registradas para esta especie en la ladera alta no permiten el análisis de su dinámica de implantación, no alcanzando en ningún momento el 1% de las semillas viables sembradas. Para la ladera baja presenta una evolución de la población diferente a la encontrada para el resto de las leguminosas. Registra la máxima población a los 60 días pos-siembra, manteniendo una población estable entre los 30 y 90 días que disminuye hacia los 120 días. La alta proporción de plántulas en estado de cotiledón y 1 hoja registrada hasta los 90 días indicaría que la germinación ocurrió en forma paulatina, existiendo un equilibrio entre aparición y desaparición de plántulas durante este período.

La alta proporción de semillas duras característica de esta especie (Carámbula et al, 1994) y la siembra tardía para una especie anual, junto a las escasas precipitaciones ocurridas

durante el período experimental y las bajas temperaturas registradas determinaron una lenta germinación y escaso desarrollo de las plántulas de *Lotus subbiflorus* lo que puede haber significado una alta mortalidad de las mismas. Ésto explicaría que la gran cantidad de plántulas en estados juveniles no se tradujera en aumentos efectivos de la población total.

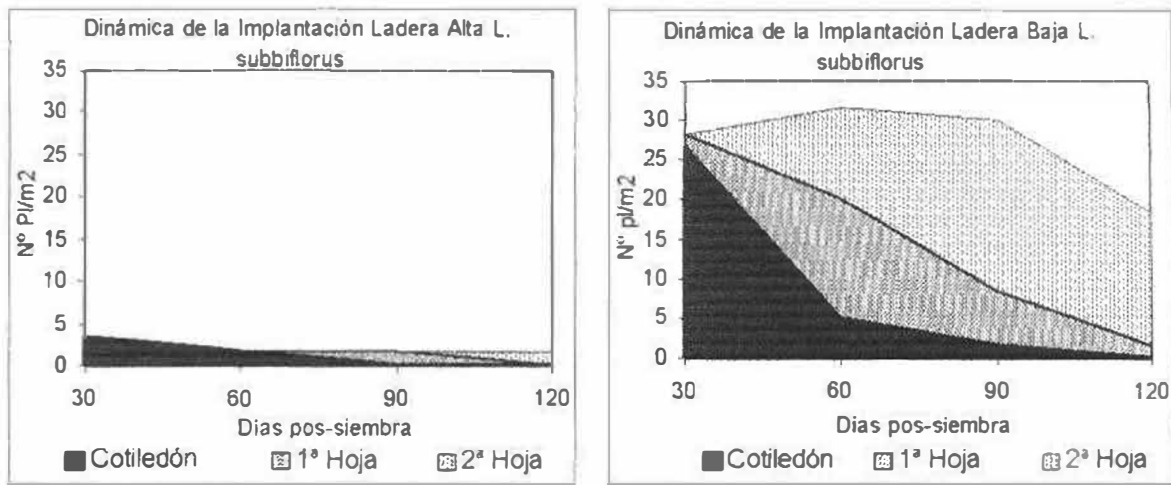


Figura 4.4-4 Dinámica de la implantación de *Lotus subbiflorus*

Trifolium pratense

Trébol rojo presenta una dinámica poblacional con la máxima población a los 120 días pos siembra. Este comportamiento difiere del encontrado por otros autores donde esta especie suele aparecer como muy precoz, con la germinación concentrada cuando las condiciones son favorables y una posterior disminución de la población más o menos intensa según las condiciones (Minutti et al, 1996; Methol y Solari, 1994, Alvez y Treglia, 1997).

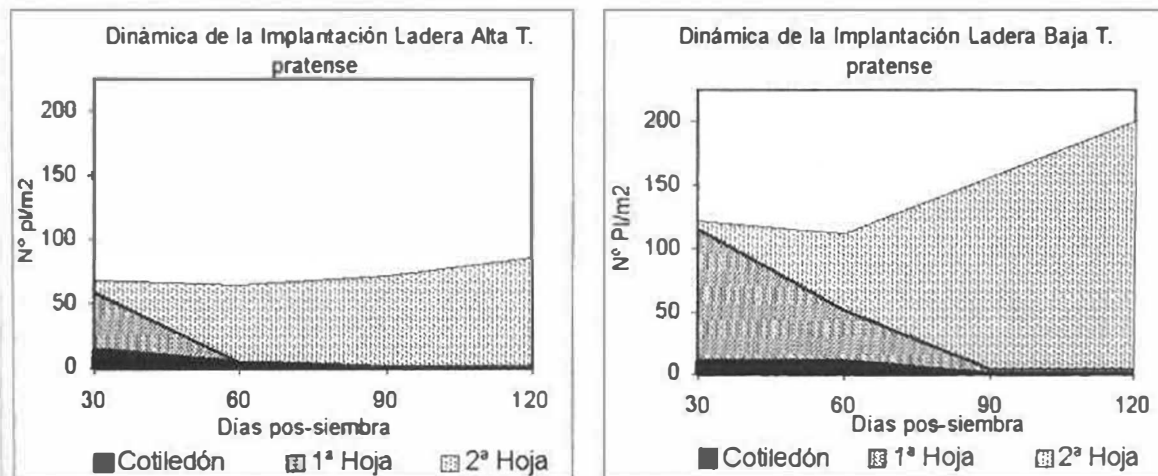


Figura 4.4-5 Dinámica de la implantación de *Trifolium pratense*

Las condiciones climáticas y fundamentalmente las bajas precipitaciones acaecidas durante el período del ensayo junto al atraso en la fecha de siembra, posiblemente hayan

determinado una germinación escalonada y dilatada de esta especie. En este sentido es de destacar los resultados obtenidos por Alvez y Treglia (1997) para una siembra 13 días antes de la realizada en este ensayo (26 de mayo de 1993) en una zona próxima al mismo. Estos autores obtuvieron la máxima población a los 40 días posteriores a la siembra con una subsiguiente disminución hasta los 116 días alcanzando valores inferiores al 60% de la población original. Las precipitaciones ocurridas durante el mes de mayo permitieron la expresión del potencial germinativo de ésta especie y podrían explicar el comportamiento dispar en la dinámica poblacional de esta especie entre estos ensayos.

Debido a su alta velocidad de desarrollo presenta baja proporción de estados juveniles de cotiledones luego de los 30 días posteriores a la siembra indicando que las nuevas plántulas alcanzan el estado de 2 o más hojas rápidamente

Las condiciones de la ladera baja permitieron una mayor población de plántulas para todos los conteos y un aumento más marcado del número de plántulas entre los 60 y 120 días que alcanzó al 78% mientras que en la ladera alta fue del 30%.

4.4.4 Gramíneas

Bromus auleticus

La dinámica de implantación de *Bromus auleticus* se caracteriza por presentar su máxima población hacia los 90-120 días luego de la siembra, encontrándose plántulas en estadios tempranos de desarrollo para todos los conteos. Este comportamiento está indicando que esta especie presenta una germinación dilatada en el tiempo, con un lento desarrollo inicial, por lo cual es posible identificar plántulas en dicho estado para todos los conteos.

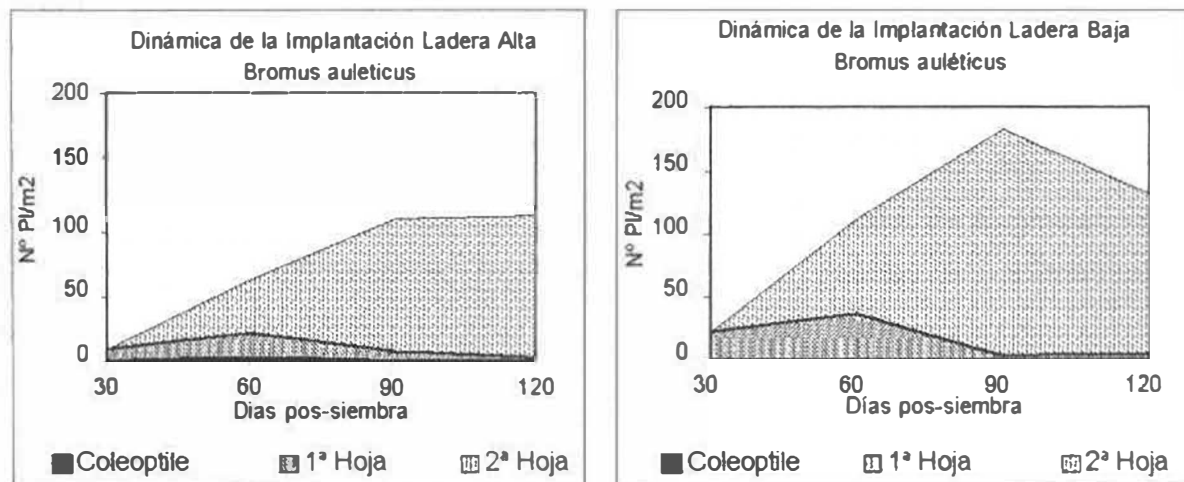


Figura 4.4-1 dinámica de la implantación de *Bromus auleticus*.

Las semillas de esta especie presentan dormancia estival, por lo tanto la germinación de la población ocurrirá a medida que levanten sus limitantes internas y encuentren condiciones apropiadas para la germinación (Olmos, 1993). La ocurrencia de períodos secos y húmedos alternadamente durante el ensayo, habrían permitido que las semillas pierdan su dormancia. Las condiciones hídricas no fueron una limitante para su posterior desarrollo, por lo cual el número de plantas a lo largo de todo el ensayo va en aumento. Obteniéndose para ambas laderas una población de plantas final superior a la considerada adecuada para esta especie de 80 pl/m² (Milot, citado por La Paz et al, 1994).

Bromus lanceolatus

Esta especie del género *Bromus* presenta para ambas laderas una dinámica de implantación similar, encontrándose su máximo número de plantas entre los 60 y 90 días pos siembra. La densidad de plantas logradas en la ladera baja fue aproximadamente el doble de las obtenidas en ladera alta, para todos los conteos.

En las condiciones del ensayo *Bromus lanceolatus* presentó una buena y rápida germinación, logrando un buen número de plantas ya al primer conteo. Encontrando en la ladera baja numerosos sitios propicios para poder germinar y establecerse, determinando que sea la especie que alcanzó al último conteo el mayor número de plantas. Dicho comportamiento también observado en ensayos similares (La Paz et al, 1994) puede ser explicado al menos en parte por ser un ecotipo proveniente de suelos fértiles pesados con tapices densos, por lo cual está adaptado a desarrollarse en posiciones topográficas donde el tapiz natural es muy competitivo.

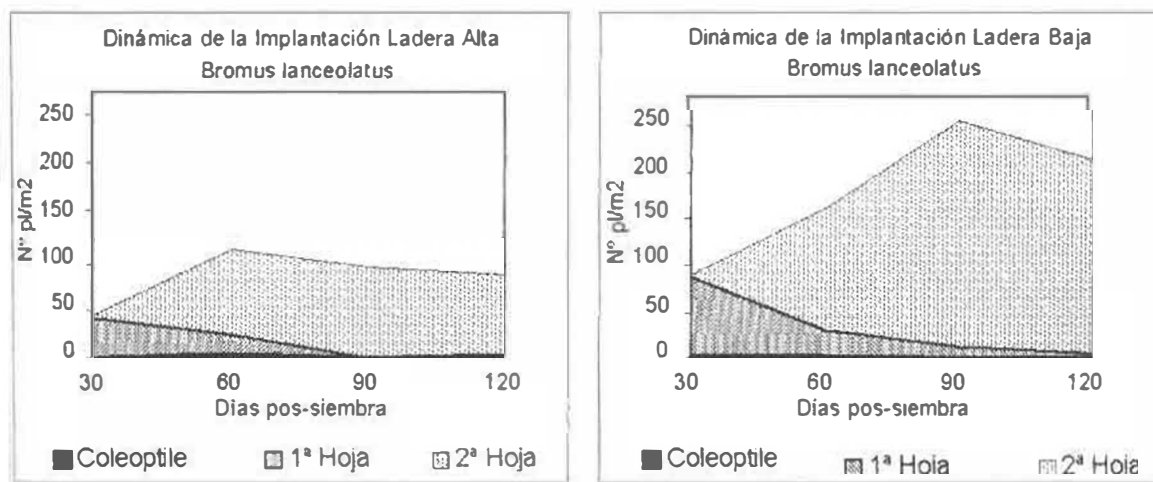


Figura 4.4-2 Dinámica de la implantación de *Bromus lanceolatus*

Es de destacar la importante germinación obtenida a los 30 días en ambas laderas. Conjuntamente se observa una constante aparición de nuevas plantas a lo largo de todo el experimento, explicado al menos en parte por sus requerimientos de frío para poder germinar (Baskin y Baskin, 1981 citado por La Paz et al, 1994). Ésto está determinado que al final del experimento se logre un buen stand de plantas.

Bromus commutatus

Presenta un comportamiento evolutivo similar en ambas posiciones topográficas. Se puede indicar que esta especie tiene un comportamiento aceptable en la ladera alta, semejante al obtenido en la ladera baja. Ésto coincide con los resultados obtenidos por La Paz et al (1994) en los cuales *Bromus commutatus* obtuvo su mejor comportamiento en posiciones topográficas elevadas.

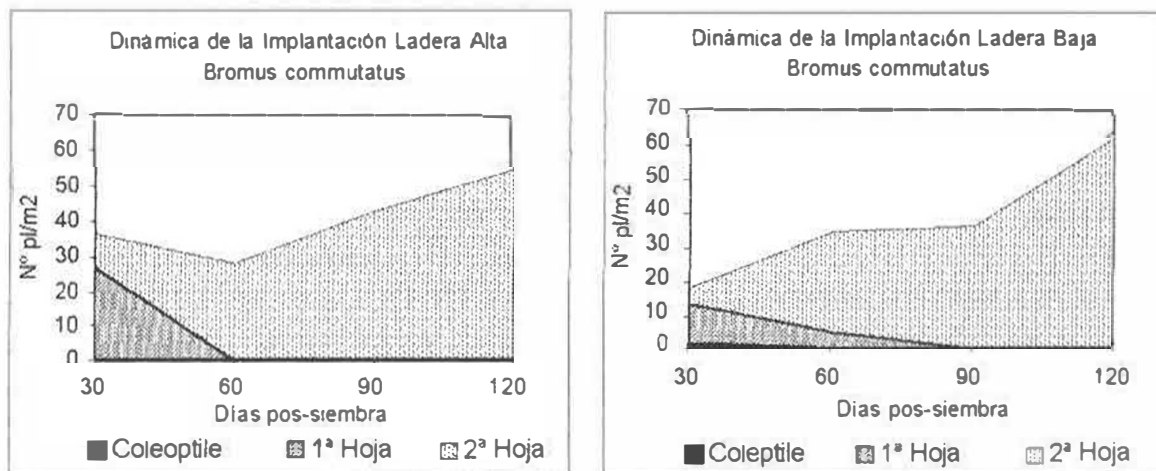


Figura 4.4-3 Dinámica de la implantación de *Bromus commutatus*.

Puede observarse que durante los 30-60 días las condiciones imperantes en ambas laderas determinaron un diferente comportamiento para esta especie, mientras en la ladera alta determinó un balance negativo entre la aparición y pérdida de plantas, en la ladera baja se evidencia un aumento del número total de plantas. A partir de este momento en ambas posiciones topográficas *Bromus commutatus* tiene un comportamiento similar, con un aumento de plantas hasta el último conteo, momento en el cual se obtienen las máximas poblaciones.

Lolium multiflorum

Esta especie presenta una dinámica de la población ligeramente diferente entre ambas laderas. La ladera baja exhibe cierta estabilidad entre aparición y pérdida de plantas hasta los 120 días, no encontrando estados juveniles de desarrollo a partir de los 30 primeros días. Por

otra parte, la ladera alta mantiene esa estabilidad hasta los 90 días. Hasta este momento se observan plántulas en estado juveniles, reflejando una germinación dilatada en el tiempo. La pérdida de plantas registrada en esta ladera, determina que, hacia los 120 días el número de plantas totales en ambas laderas fuera similar.

En la ladera alta se registró un mayor número de plantas a los 30 días causado tal vez por mayores temperaturas a nivel del tapiz y una menor cobertura vegetal que en la zona baja. Por otra parte, el mayor descenso de la población en la ladera alta entre los 90 y 120 días se debería a las escasas precipitaciones acaecidas en este período.

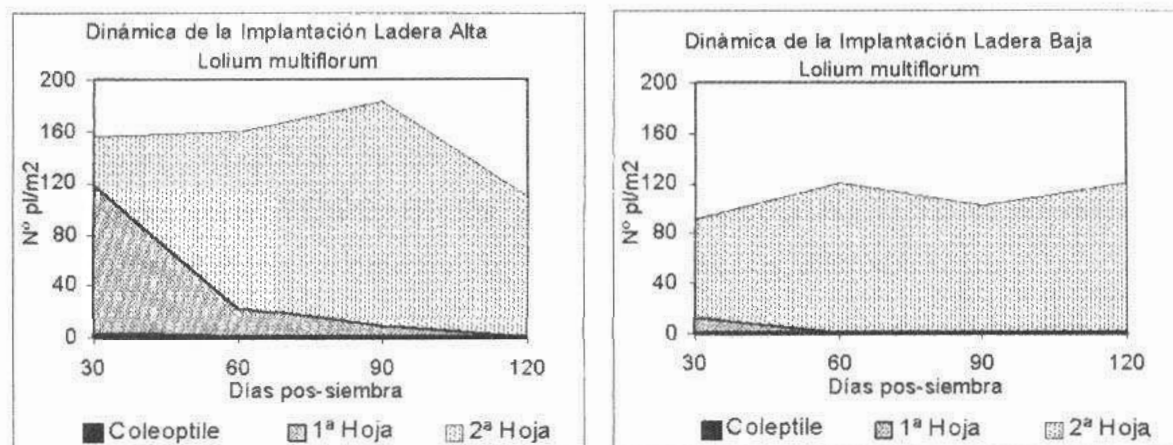


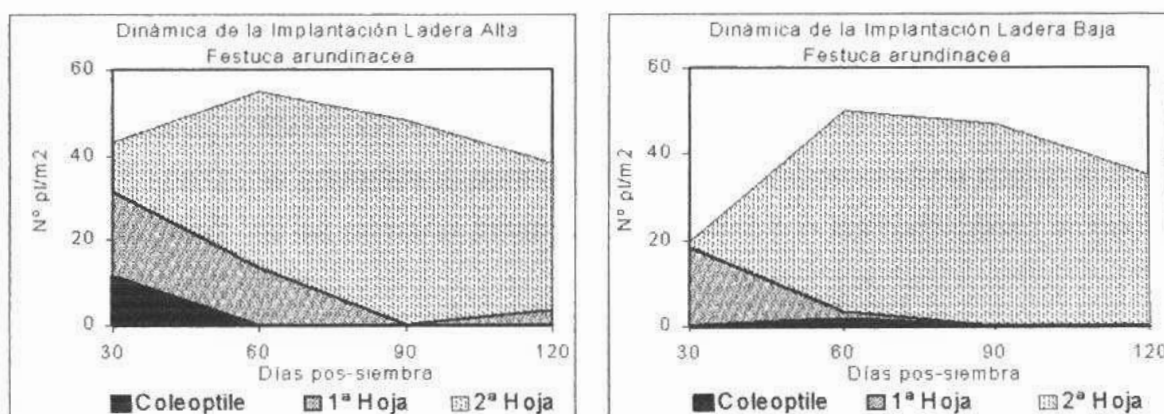
Figura 4.4-4 Dinámica de la implantación de *Lolium multiflorum*.

La dinámica de la implantación obtenida en este ensayo contrasta con la de otros autores (La Paz et al, 1994) donde *Lolium multiflorum* presenta una germinación concentrada con una consiguiente disminución más o menos pronunciada de su población dependiendo de las condiciones ambientales imperantes en dichos ensayos. Estas diferencias podrían explicarse por el origen de las variedades utilizadas en estos ensayos seleccionadas para siembras convencionales a diferencia de la sembrada en este ensayo correspondiente a un ecotipo adaptado a condiciones de resiembra natural.

Festuca arundinacea

La dinámica de la población fue similar para ambas laderas, presentando su máxima hacia los 60 días pos siembra. A partir de este momento la especie presenta un balance negativo entre aparición y pérdida de plantas hasta el fin del ensayo.

Su dinámica difiere con la encontrada para la otra gramínea perenne utilizada (*Bromus auleticus*) que presenta su máxima población hacia el final del ensayo.



Presentó mayor número de plantas en los primeros 30 días en la ladera alta, efecto que se revierte hacia el segundo conteo alcanzando a este momento la máxima población en ambas posiciones topográficas con valores equivalentes.

4.4.5 Conclusiones

Los bajos niveles de precipitaciones y las bajas temperaturas registradas con posterioridad a la siembra determinaron la evolución general de las leguminosas, sin embargo las especies se diferenciaron principalmente en los niveles poblacionales alcanzados, más que en la forma de la curva. Las especies y variedades que no aumentaron su población luego de los 60 días en la ladera baja fueron las que alcanzaron los menores niveles de implantación a los 120 días (salvo T. Blanco Zapicán que presentó una población estable en todos los registros). A su vez las variedades que presentaron mayor proporción de plántulas en estados juveniles (en realidad menor índice de desarrollo) a los 60 días (salvo *Lotus subbiflorus* y T. Blanco Bayucué) fueron las que presentaron el aumento más claro de la población en los últimos 60 días.

El comportamiento de la dinámica poblacional en las especies de gramíneas utilizadas difiere tanto en los niveles poblacionales alcanzados como en las formas de sus curvas, evidenciando una mayor influencia del genotipo que el encontrado para las leguminosas. La presencia de un tapiz menos denso en la ladera alta permitió mejores condiciones lumínicas - cuanti y cualitativamente- a nivel del suelo que pueden haber determinado mejores condiciones para la germinación en especies exigentes en luz. Así, *Festuca arundinacea*, *Lolium multiflorum* y *Bromus commutatus* presentaron un mayor número de plantas en la ladera alta a los 30 días de sembrados.

4.5 Estudio de la Velocidad de Desarrollo

En siembras sobre el tapiz, las especies introducidas deben superar la competencia de la pastura nativa establecida. En este sentido el rápido desarrollo del área foliar y del sistema radicular podría colocar a las jóvenes plántulas en una posición favorable para competir por los factores de crecimiento.

Desde el punto de vista poblacional, los requerimientos de las especies para la germinación y su velocidad de desarrollo inicial estarían determinando la capacidad de las mismas para implantarse en condiciones de competencia y de tolerancia a situaciones de estrés.

Por lo expuesto anteriormente el estudio de la velocidad de desarrollo inicial en siembras en cobertura toma particular importancia para la comprensión del proceso de implantación de las especies y la interacción de las primeras fases de crecimiento con las condiciones en que ocurre

la implantación. Con este propósito se construyó un índice de velocidad de desarrollo (IVD) como fue detallado anteriormente

4.5.1 Gramíneas

Se observa para las gramíneas un IVD similar en ambas posiciones topográficas, salvo para el caso de *Lolium multiflorum* que presenta una mayor velocidad de desarrollo en las condiciones impuestas por la ladera baja. Estos resultados difieren con los obtenidos por La Paz et al (1994) quienes obtuvieron un mayor IVD para las gramíneas en la posición topográfica más alta.

Las gramíneas anuales presentan un IVD mayor que las perennes siendo este efecto más marcado en la ladera alta. Las especies anuales dependen de la aparición de nuevas plántulas a partir de semillas como forma de regenerar la población. El hecho de desarrollar precozmente el aparato fotosintético aparece como una ventaja adaptativa que le permite aprovechar las condiciones favorables y colonizar rápidamente los nichos generados entre el tapiz natural y competir con éste por los factores de crecimiento.

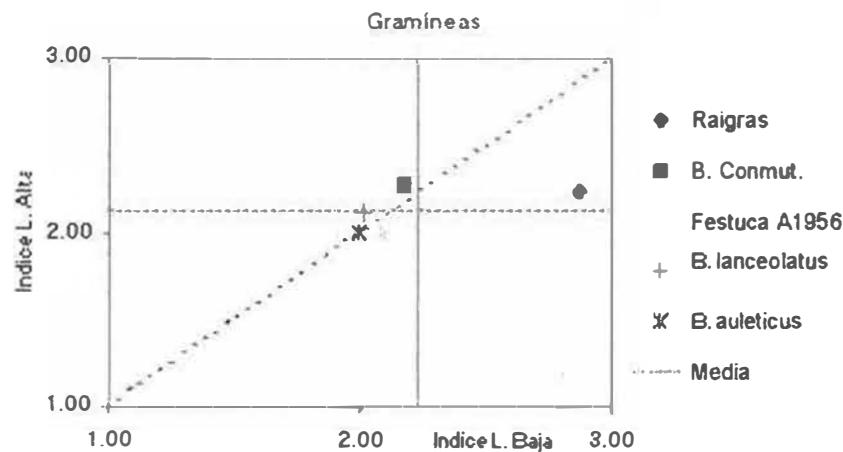


Figura 4.5-1 Índice de Velocidad de Desarrollo para Gramíneas en ambas laderas.

Lolium multiflorum y *Bromus commutatus* presentaron los mayores IVD para ambas posiciones topográficas, aunque el primero denota un desarrollo marcadamente mayor en las condiciones de la ladera baja, con un menor número de plantas totales (Fig. 4.5-1).

Bromus lanceolatus, *Bromus auleticus* y *Festuca arundinacea* presentaron los menores IVD. Ambos *Bromus* pueden presentar un estado de latencia y/o requerimientos de frío para poder desarrollarse, lo que determinaría una baja precocidad.

El lento desarrollo inicial y la formación temprana un sistema radicular ramificado estaría afectando el IVD de *Bromus auleticus*. La Paz et al (1994) y Olmos (1993) indican un período de 30 días entre siembra y emergencia del coleoptile y la radícula. Este comportamiento confirma la

estrategia de crecimiento inicial de esta gramínea nativa que se basaría en el desarrollo temprano de su aparato radicular, lo que haría posible su sobrevivencia durante el período de estrés hídrico, conjuntamente a la emisión de hojas angostas y largas que atraviesan el mantillo o la trama de fitomasa existente, permitiéndole acceder a estratos superiores del canopeo.

Festuca arundinacea presentó uno de los menores IVD, debido al bajo vigor inicial y al lento desarrollo de la raíz seminal característico de la especie.

4.5.2 Leguminosas

El efecto de la posición topográfica afectó el IVD en forma diferencial en las especies de leguminosas. Los cultivares de *Trifolium repens* mostraron un mayor IVD en la ladera baja, mientras los cultivares de *Lotus corniculatus* lo hicieron en la ladera alta. *Lotus tenuis*, *Lotus subbiflorus* y *Trifolium pratense* no manifestaron diferencias en su desarrollo para ambas laderas.

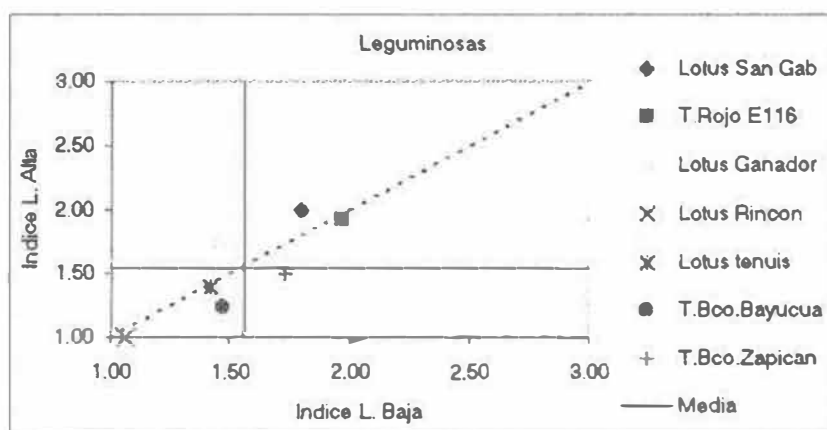


Figura 4.5-1 Indice de Velocidad de Desarrollo para Leguminosas en ambas laderas

La velocidad de desarrollo de las especies y/o variedades se puede estudiar en tres grupos diferenciados. aquellas que alcanzaron un IVD superior a la media de la familia en ambas posiciones topográficas, las que tuvieron una velocidad de desarrollo inferior a la media en los dos ambientes y las que presentaron un desarrollo diferencial.

En el primer grupo se encuentran *Trifolium pratense* y *Lotus corniculatus* "San Gabriel". El mayor tamaño de semillas que presentaron estos cultivares frente a los otros evaluados podría haber contribuido a la mayor precocidad de éstos.

Entre las especies que tuvieron un desarrollo inferior a la media se encuentran *Lotus tenuis*, *Trifolium repens* cv. Bayucúa y *Lotus subbiflorus*, coincidiendo con los menores peso de semillas.

Lotus tenuis presenta, además de un bajo peso de semilla, un alto porcentaje de semillas duras, lo que determina un bajo desarrollo inicial de las plántulas y una germinación paulatina, disminuyendo de esta forma el IVD estimado en esta especie.

El bajo peso de semilla que presenta *Lotus subbiflorus*, conjuntamente a su alta proporción de semillas duras, las pobres condiciones de humedad y las bajas temperaturas reinantes durante los primeros treinta días del ensayo (junio) determinaron que esta especie obtuviera el menor índice de desarrollo de todas las especies estudiadas. Este comportamiento concuerda con una estrategia que no exige condiciones ambientales favorables durante las primeras etapas de desarrollo, por pasar las plántulas un estado de latencia prolongado con muy bajos requerimientos, hasta que el ambiente sea propicio para el desarrollo (Millet com per.).

Dentro de las especies que manifestaron un comportamiento diferencial entre laderas se encuentran *Trifolium repens* cv. Zapicán y *Lotus corniculatus* cv. Ganador. Las mejores condiciones hídricas imperantes en la ladera baja determinaron que *Trifolium repens* cv. Zapicán obtuviera un mayor desarrollo en este ambiente, superando a la media. *Lotus corniculatus* cv. Ganador manifestó un comportamiento inverso, superando a la media de la familia en la ladera alta. Este comportamiento puede estar explicado por la presencia de un menor número de plantas en ladera alta, las cuales o bien germinaron en forma más concentrada, más próxima a la siembra o bien a los treinta días únicamente sobrevivieron aquellas plántulas que habían logrado un mayor desarrollo.

De los cultivares de *Lotus corniculatus* evaluados, el cv. San Gabriel presentó para ambas posiciones topográficas una mayor velocidad de desarrollo que "Ganador", presentando este último una mayor población en los dos ambientes.

Entre los cultivares de *Trifolium repens*, el cv. Zapicán obtuvo un mayor IVD en los dos ambientes que cv. Bayucúa, si bien este último superaba a Zapicán en número de plantas a los 30 días. El mayor IVD del cv. Zapicán estaría en concordancia con su ciclo más corto y una estrategia de persistencia en el tapiz basada más en la resiembra natural que en la sobrevivencia de estolones.

4.6 Efecto de los Componentes del Tapiz

El análisis se realizó para el primero (30 días) y el último conteo (120 días), buscando determinar la influencia del tipo de cobertura en la germinación y posterior establecimiento de las diferentes especies.

Se utilizó como índice, la razón entre plantas obtenidas y las esperadas para cada nicho. Siendo las últimas las plantas que deberían encontrarse en razón del número de plantas halladas.

en total para la ladera en estudio y el porcentaje de cada tipo de cobertura de la superficie, bajo el supuesto de una distribución al azar.

Si el índice es superior a 1 ($i > 1$) significa que la cobertura presente genera condiciones microambientales que favorecen el proceso de implantación, si por el contrario es inferior a 1 ($i < 1$) estaría señalando que dicha cobertura genera condiciones que limitan dicho proceso.

4.6.1 Efecto según Ladera y Familia

Los porcentajes de cada tipo de cobertura para ambas posiciones topográficas no presentaron gran variación.

El comportamiento de ambas familias fue similar para las dos posiciones topográficas estudiadas. Siendo resto seco el componente del tapiz más propicio para la germinación y establecimiento de las plántulas. Por el contrario, material verde y suelo desnudo afectan el comportamiento de las plántulas en forma diferencial según el momento de evaluación.

Tabla 4.6-1 Índice del efecto de los componentes del tapiz según Familia y Posición Topográfica.

Familia	Días pos-siembra	Ladera Alta			Ladera baja		
		MV	SD	RS	MV	SD	RS
Gramíneas	30	0.22	0.73	1.65	0.00	1.11	1.66
	120	0.57	0.49	1.91	0.47	0.85	1.86
Leguminosas	30	0.35	0.59	1.70	0.06	1.00	1.61
	120	0.68	0.58	1.81	0.82	0.72	1.69

Las mejores condiciones hídricas de la posición topográfica más baja determinan que la protección de la semilla contra la desecación por alguna cobertura sea menos importante para el desarrollo inicial de las plántulas, lo que se observa en la comparación de los índices de SD para ambas posiciones topográficas a los 30 días. Si bien dicho efecto aún se mantiene a los 120 días pos-siembra, los déficit hídricos ocurridos durante el transcurso del ensayo afectaron de similar manera a ambas posiciones, determinando problemas para el establecimiento de las plántulas. Ésto indicaría que un sustrato compuesto por suelo desnudo permite tandas de germinación con la ocurrencia de lluvias, pero afecta negativamente el establecimiento debido a la rápida desecación de la capa superficial del suelo que ocurren en dicho sustrato en comparación con aquellos que presentan algún tipo de cobertura.

La restricción por luz determinada por el material verde afecta severamente la aparición de plántulas a los 30 días para ambas posiciones topográficas, la presencia en la ladera baja de un tapiz más competitivo por los factores de crecimiento determinó los menores valores

observados del índice en estudio. La disminución en la relación rojo/rojo lejano determinada por el material verde puede haber inhibido la germinación de algunas especies de gramíneas.

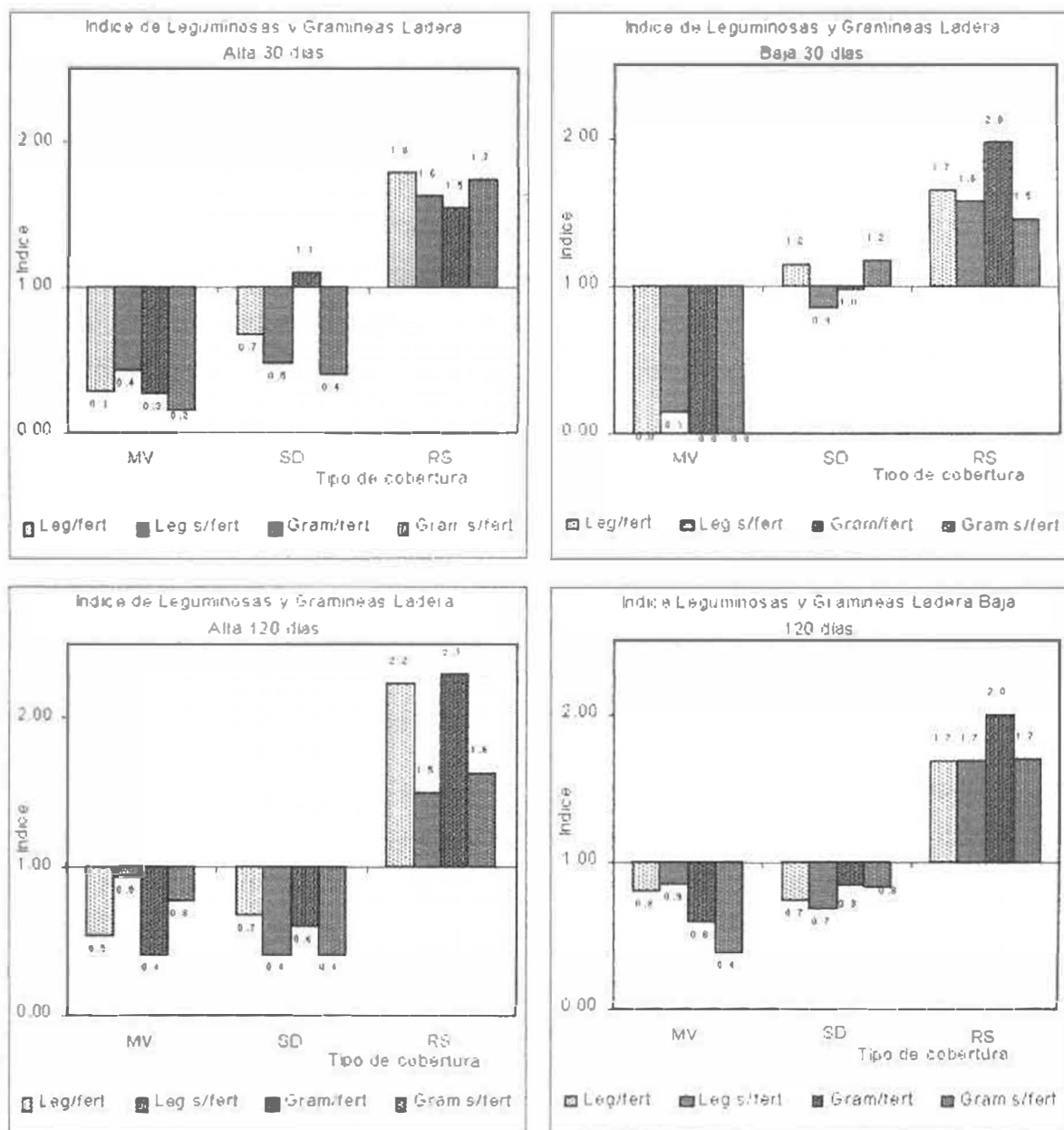


Figura 4.6-1 Efecto del tipo de cobertura del suelo sobre la implantación de Gramíneas y Leguminosas en dos momentos (30 y 120 días pos-siembra).

La predominancia de gramíneas nativas en el tapiz pudo haber determinado una mayor competencia dentro de la familia, afectando la aparición de las gramíneas sembradas, observándose para estas últimas una relación de plantas obtenidas frente a las esperadas menor que para la familia de las leguminosas.

La relación de plantas obtenidas con respecto a las esperadas a los 120 días de sembradas fue superior a la registrada para los 30 días. Las características de competencia que

determinó el tapiz preexistente sobre el desarrollo de las especies sembradas restringen más severamente la aparición de plántulas que el desarrollo posterior.

La fertilización no favoreció la aparición de nuevas plántulas en ninguno de los tratamientos bajo una cobertura de MV. El aumento de la fuente de nutrientes no fue suficiente para revertir el efecto negativo de la competencia del tapiz natural sobre el establecimiento inicial de las especies introducidas.

El efecto de la fertilización, favoreció la germinación de gramíneas sobre suelo desnudo en la ladera alta, y sobre resto seco en ladera baja, no afectando a las leguminosas en ninguna posición. Si bien para éstas se observa sobre resto seco y suelo desnudo en ambas posiciones topográficas una tendencia al aumento de plantas con el agregado de nutrientes.

La cobertura proporcionada por los restos secos determina las condiciones microambientales más favorables para el desarrollo y establecimiento de ambas familias en las dos posiciones topográficas evaluadas. Este efecto adquiere mayor importancia en las condiciones hídricas más limitantes de la ladera alta. Las mejores condiciones de humedad imperantes en la ladera baja hacen que el efecto retardador de la desecación que ofrece la presencia de una cobertura sobre la superficie del suelo sea menos evidente, aunque no suficiente para contrarrestar la acción beneficiosa de ésta.

El efecto de los diferentes tipos de cobertura presenta variaciones bajo condiciones de mayor disponibilidad de nutrientes por el agregado de fertilizante. En las condiciones de ladera alta, se evidencia un efecto más sólido de la cobertura de restos seco. En estas condiciones una cobertura de material vegetal verde restringe más intensamente la implantación. El agregado de nutrientes puede haber sido capitalizado por la comunidad preexistente, ejerciendo una mayor competencia sobre las especies introducidas. Por otra parte la ausencia de cobertura resultó menos restrictiva en condiciones de mayor fertilidad.

En las condiciones impuestas por la fertilización sobre la ladera baja, el efecto de los componentes del tapiz sobre la implantación fue diferente para las leguminosas que para las gramíneas. Para las primeras los diferentes tipos de cobertura ejercieron un efecto similar que para las condiciones de no agregado de fertilizante. En cambio para las gramíneas la cobertura de restos secos significó un efecto más importante bajo condiciones de agregado de fertilizante que en ausencia de éste. Por otra parte el efecto restrictivo del material verde resultó más leve con el agregado de fertilizante. La ausencia de cobertura resultó en un efecto restrictivo similar para ambas familias y niveles de fertilización.

4.6.2 Evaluación del efecto por especie

Para las condiciones impuestas en los diferentes tipos de cobertura se observa un comportamiento similar de casi todas las especies. Si bien el resto seco resultó ser el sustrato más apropiado para el establecimiento, las diferentes especies tuvieron comportamientos diferentes y particulares en las distintas posiciones topográficas.

Como ya fue evaluado anteriormente el valor del índice registrado por las gramíneas, a los **30 días pos-siembra**, en la posición topográfica más baja, está afectado por la restricción impuesta por el material verde. Diferenciándose solamente en la susceptibilidad observada para las condiciones microambientales reinantes sobre resto seco y suelo desnudo. *Lolium multiflorum* se destaca por su capacidad de germinar sobre suelo desnudo registrando un índice mayor a 1. Ésto puede explicarse por su rapidez de germinación que le permite capitalizar las bondades de un ambiente sin competencia por factores de crecimiento y por su capacidad de germinar a gradientes hídricos muy bajos. A su vez *Bromus auleticus* registra el mejor índice de aparición de plantas para las condiciones de resto seco, lo que es concordante con su capacidad de emitir hojas angostas y largas capaces de sobrepasar el mantillo existente. Las restantes especies de gramíneas sembradas muestran una aparición de plantas a los 30 días mayor a la esperable en restos secos, mientras que suelo desnudo determina un ambiente neutral para la germinación indicando que no existieron condiciones edáficas limitantes.

A los 30 días en la posición topográfica más elevada, el comportamiento de *Bromus commutatus* no fue afectado por los distintos ambientes determinados por los diferentes componentes del tapiz, difiriendo del comportamiento del resto de las gramíneas evaluadas. Se distingue el comportamiento registrado para *Bromus auleticus* en material verde donde fue el menos afectado por la competencia ejercida por el tapiz preexistente. También se distingue el índice registrado para *Festuca arundinacea* sobre suelo desnudo.

A los **120 días pos-siembra** nuevamente se destacan los valores registrados para *Bromus commutatus* en la ladera alta siendo indiferente al tipo de sustrato. Quizás el ser una especie adaptada a posiciones topográficas elevadas esté determinando dicho comportamiento. También *Bromus auleticus* registra un índice alto para material verde en concordancia con lo observado a los 30 días pos-siembra. En general todas las gramíneas obtienen un valor del índice bajo para suelo desnudo, señalando la falta de adaptación para el establecimiento bajo las condiciones impuestas por este tipo de sustrato.

Para *Festuca arundinacea* en la posición topográfica superior, la situación impuesta por restos secos determinan ventajas comparativas más importantes con respecto a los otras dos situaciones. La presencia de una cubierta previniendo las pérdidas de humedad y disminuyendo

la amplitud térmica, entre otros factores, con una competencia mínima por luz y una menor incidencia de la competencia por otros factores de crecimiento, aparece como determinante para el establecimiento de una especie que tiene poco vigor inicial y lento desarrollo de la raíz seminal. Esta especie obtuvo el peor comportamiento en las condiciones más extremas impuesta por la falta de cobertura aún cuando el efecto de la competencia se encontraba disminuido, determinando que el buen comportamiento a los 30 días bajo este tipo de sustrato no logró capitalizarse en una aceptable implantación.

Las restricciones determinadas por el suelo desnudo en la ladera alta aparecen menos evidentes en la posición topográfica inferior. En estas condiciones *Festuca arundinacea* y *Lolium multiflorum* obtienen un índice similar al obtenido sobre restos secos y superior a 1, indicando que el mejor balance hídrico de esta posición topográfica atenúa, para estas especies, el efecto de la ausencia de una cobertura integrada por restos vegetales. Para las otras gramíneas evaluadas la ausencia de cobertura no resultó un ambiente tan restrictivo como el encontrado en la ladera alta.

A diferencia de lo ocurrido en la ladera alta la cobertura de material verde ejerció un efecto restrictivo sobre la implantación de *Bromus commutatus*. La baja precocidad de esta especie en presencia de un tapiz más competitivo puede haber perjudicado el establecimiento de esta especie.

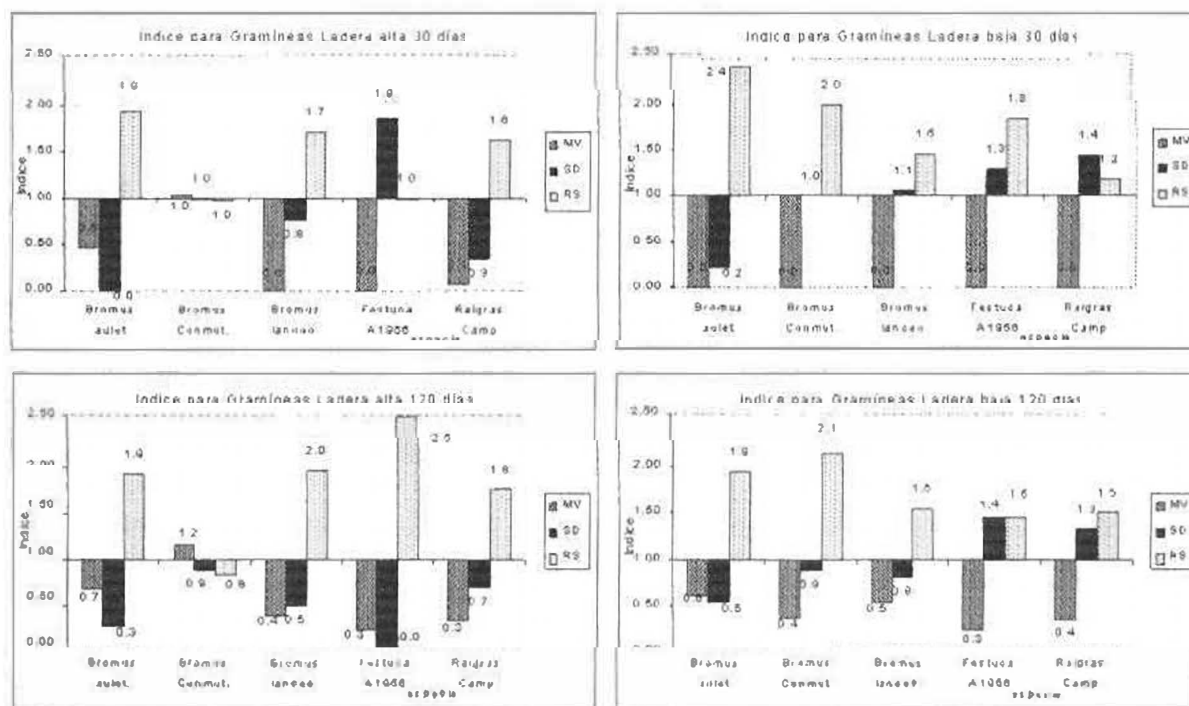


Figura 4.6-1 Efecto del tipo de cobertura del suelo sobre la implantación de las especies de gramíneas a los 30 y 120 días nosiembra

En condiciones de fertilización en la ladera alta, la presencia de una cobertura de restos vegetales aparece más importante para la implantación de las gramíneas evaluadas, a excepción de *Bromus commutatus* donde este tipo de cobertura representó las condiciones más restrictivas para la misma.

En la ladera alta a los **30 días pos-siembra**, el efecto de una cobertura de resto seco determinó los mejores registros de aparición de plántulas de *Lotus subbiflorus* evidenciando la falta de adaptación a las condiciones de estrés hídricas del suelo desnudo o de competencia determinadas por el material verde. De las especies de leguminosas evaluadas solamente *Lotus tenuis* es capaz de competir exitosamente con el material verde por factores de crecimiento. Ambos cultivares de *Trifolium repens* se manifiestan susceptibles de la competencia por luz, obteniendo los mejores valores del índice en el suelo desnudo.

En las condiciones impuestas por el tapiz preexistente en la ladera baja, más competitivo por luz y nutrientes, el comportamiento observado por las leguminosas es similar al observado para las gramíneas. Las condiciones microambientales imperantes sobre suelo desnudo no fueron tan limitantes como en la ladera alta, encontrándose nuevamente que la cubierta ofrecida por restos secos afecta positivamente los valores del índice de todas las especies.

Para el estudio de las leguminosas a los **120 días pos-siembra** en ladera alta se eliminaron *Lotus subbiflorus* y *Trifolium repens* cv. Zapicán ya que su implantación fue mínima.

En las condiciones impuestas por la ladera alta *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel aparece como el cultivar más sensible a la presencia de una cobertura y Ganador el que presenta la menor susceptibilidad al tipo de cobertura presente. Este hecho se revierte en las condiciones de la ladera baja donde el cultivar San Gabriel presenta un comportamiento similar ante la presencia de ambas coberturas y la ausencia de ésta, mientras Ganador mantiene un mejor comportamiento con una cobertura de restos secos. Ésto podría indicar una mayor susceptibilidad del cv. San Gabriel a las condiciones de desecación de la superficie del suelo presentes en la ladera alta, las que ocurren con menor intensidad en la ladera baja.

Un comportamiento similar demostraron *Lotus tenuis* y *Trifolium repens* cv Bayucué evidenciando sensibilidad a la presencia de una cobertura de restos secos en la ladera alta, mientras en las condiciones de la ladera baja aparecen como poco sensibles a los componentes del tapiz en el entorno de la plántula.

Trifolium pratense presentó una mayor adaptación a implantarse bajo una cobertura de mantillo para ambas posiciones topográficas. Un comportamiento similar presentó *Trifolium repens* cv Zapicán en la ladera baja.

El comportamiento de *Lotus subbiflorus* en la ladera baja fue indiferente a los diferentes tipos de cobertura.

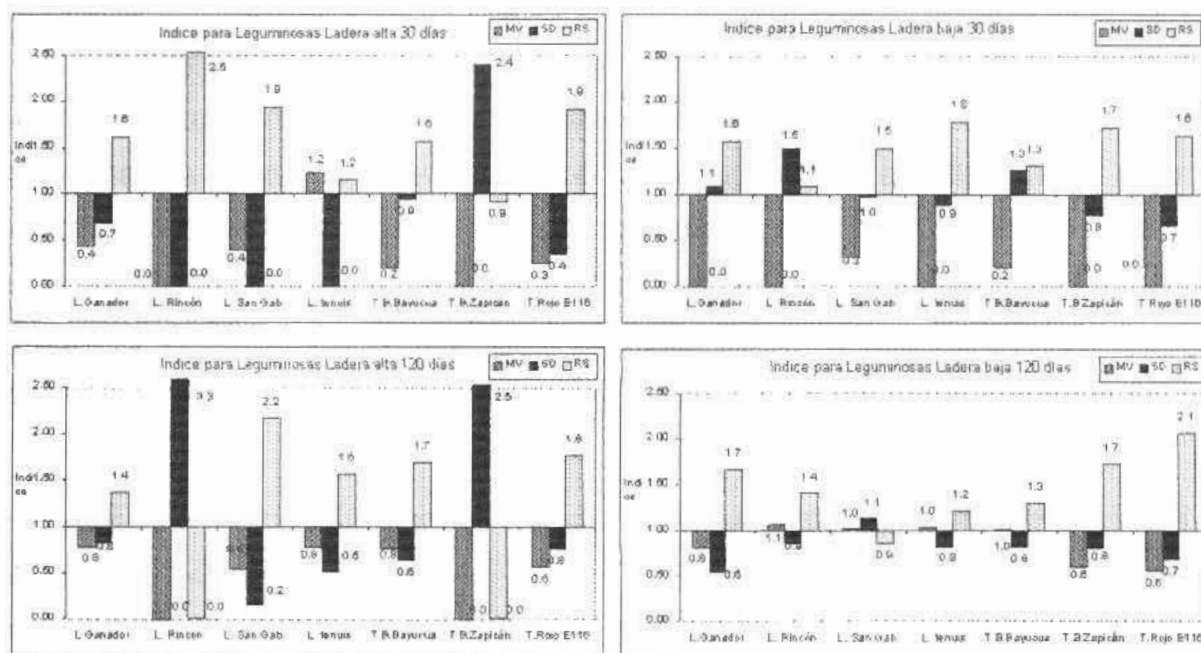


Figura 4.6-2 Efecto del tipo de cobertura del suelo sobre la implantación de las especies de leguminosas a los 30 y 120 días pos-siembra.

4.6.3 Consideraciones generales del efecto de los Componentes del Tapiz sobre la Implantación

El efecto de los diferentes componentes del tapiz a los 120 días pos siembra es similar al observado al comienzo del ensayo (30 días) donde resto seco es el tipo de cobertura que determina las mejores condiciones microambientales para el establecimiento de ambas familias; observándose una mayor paridad entre las otras coberturas.

Las condiciones microambientales impuestas por la cobertura vegetal verde no resultaron beneficiosas para la implantación, aunque este efecto aparece menos restrictivo que el ocurrido sobre el establecimiento inicial (30 días pos siembra). Ésto podría indicar que la competencia ejercida por el tapiz natural limitó más el establecimiento inicial de las plántulas que su desarrollo posterior.

En las condiciones del ensayo la ausencia de cobertura resultó más restrictiva del establecimiento a los 120 días que a los 30 días pos siembra. Los déficit hídricos ocurridos durante los meses de agosto y septiembre pueden haber determinado condiciones poco propicias para la sobrevivencia. La presencia de una cobertura que retrase la pérdida de humedad del suelo resulta en un efecto beneficioso para el establecimiento de las plántulas. Por otra parte las abundantes precipitaciones ocurridas en el mes previo a la siembra y en el entorno

a la misma generaron condiciones de humedad en el suelo que no hacen tan crítico el efecto del suelo desnudo.

4.6.4 Dinámica de la Implantación

Como forma de evaluar el comportamiento de las familias, según el tipo de cobertura, se realizó el estudio de la dinámica de implantación tomando como base los porcentajes de cada componentes a los 30 días pos-siembra. Se agruparon aquellos datos obtenidos en los rectángulos (10 x 25 cm) con una predominancia de más del 50% de cada cobertura a los 30 días, siguiendo la evolución de la población inicial para los sucesivos conteos. De esta forma se evaluó el efecto de los componentes del tapiz sobre número total de plántulas observadas, considerando que la cobertura predominante fuese uno de los factores que afectaron la dinámica de cada población.

Es de hacer notar que las superficies consideradas para cada especie en los distintos tipos de cobertura predominante no fue la misma. A su vez las plantas consideradas no necesariamente están ubicadas sobre el tipo de cobertura predominante en cada observación y que al no estar marcadas las plantas se toma en cuenta el total de las mismas, como resultado de la aparición y desaparición de plántulas. Se consideró que el análisis de los resultados obtenidos pueden ser de interés para generar hipótesis sobre la influencia de los componentes del tapiz en la dinámica de la implantación de las especies estudiadas.

Se observó en las Leguminosas un comportamiento diferencial para cada posición topográfica frente a los distintos componentes del tapiz predominantes a los 30 días (Figura 4.6-2 A y B).

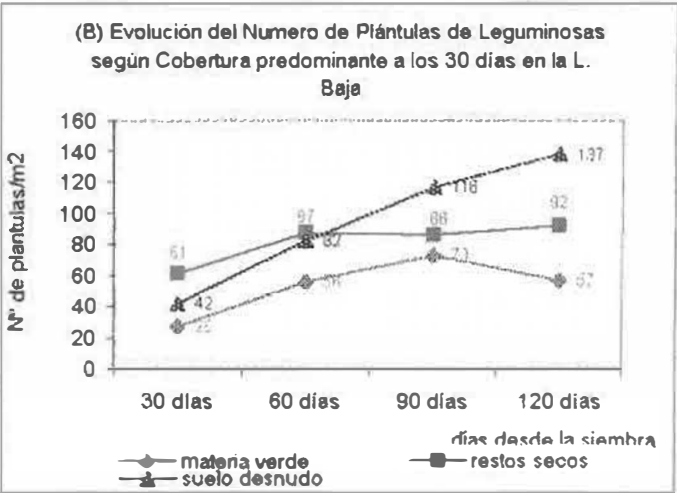
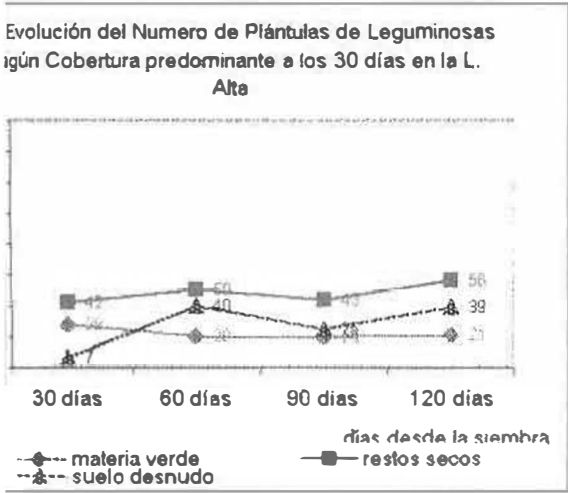


Figura 4.6-1 Dinámica de la implantación de Leguminosas sobre distintas coberturas del suelo

Las observaciones con predominancia de material verde en la **ladera alta** registran su máxima población hacia el primer conteo, presentando una disminución del 28% hacia el momento del segundo registro (60 días) y manteniéndose casi constante hasta el final del experimento (Figura 4.6-3 A). Para las muestras con predominancia de restos secos se observó el mayor número de plantas hacia el final del experimento mientras las que presentaban preponderancia de suelo descubierto la población más numerosa se registró a los 60 días pos-siembra.

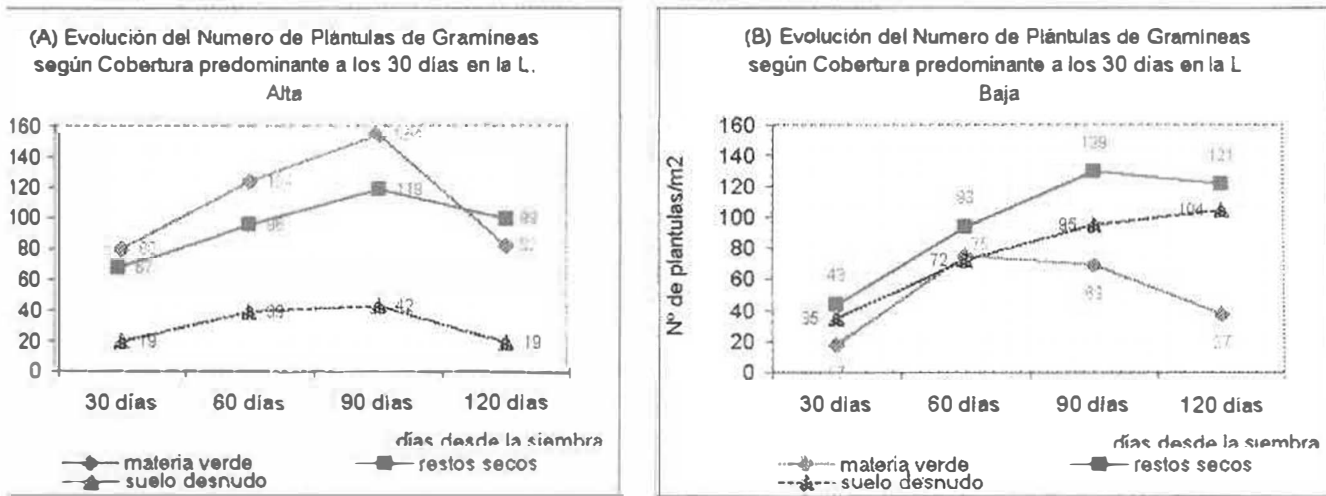
La presencia de alguna forma de cobertura permitió poblaciones con un número de plantas más estable a lo largo del experimento y una mayor población en el primer registro. Mientras que en los cuadros caracterizados por un predominio de suelo desnudo el número de plantas registrado en los diferentes conteos presentó amplias oscilaciones y a los 30 días pos-siembra la población no alcanzó el 20% de la registrada al conteo siguiente (Figura 4.6-4 A).

Las abundantes precipitaciones ocurridas durante el mes previo a la siembra, seguidas de niveles muy por debajo de lo esperado y el alto número de heladas determinan que el efecto protector de una cobertura (reduciendo la evaporación y la amplitud térmica a nivel de semilla) originó condiciones más favorables para el desarrollo de las plántulas. En aquellas zonas donde el suelo se encuentra descubierto, la rápida desecación de la superficie pudo determinar que las condiciones de humedad fuesen críticas antes que la semilla germine o la radícula penetre en el suelo.

En la **ladera baja** las mejores condiciones de humedad resultan en un efecto menos importante en la predominancia de algún tipo de cobertura del suelo sobre el desarrollo de las plántulas de leguminosas. El suelo descubierto y los restos secos alcanzan el mayor número de plántulas hacia el final del experimento, evidenciando la existencia de condiciones apropiadas para la germinación en momentos sucesivos. En aquellas observaciones con preponderancia de material verde la máxima población se registra a los 90 días luego de la siembra. Las mayores temperaturas características en el septiembre habrían promovido el desarrollo del tapiz residente, junto a las escasas precipitaciones acaecidas en el período pudieron haber comprometido la sobrevivencia de las plántulas presentes.

La dinámica de la implantación de las Gramíneas en la **ladera alta** fue similar para los distintos tipos de cobertura, difiriendo en la magnitud de los valores observados. En todas las observaciones registradas se evidencia un aumento del número de plántulas hasta los 90 días pos-siembra mostrando una disminución hacia el final del experimento, independientemente del tipo de cobertura predominante. Las bajas precipitaciones acaecidas en el mes de septiembre pueden haber comprometido la sobrevivencia de las plántulas. Es de resaltar la gran disminución

del número de plántulas en de material verde hacia los 120 días pos-siembra. Ésto se manifiesta fundamentalmente por la desaparición de las plántulas de *Festuca arundinacea* que se presentaba en forma abundante a los 90 días y a la disminución observada en la población de *Lolium multiflorum*.



§-5 Dinámica de la Implantación de Gramíneas sobre distintas coberturas del suelo

En la **ladera baja** las distintas coberturas evidenciaron una diferente evolución en las especies de gramíneas. Sobre suelo descubierto se registró un aumento del número de plantas hasta el final del experimento evidenciando condiciones apropiadas para la germinación continua. Sobre resto seco se observó la máxima población a los 90 días, evidenciando una leve disminución del número de plantas hacia los 120 días. Cuando la cobertura fue de material vivo se registró una disminución del número de plantas a partir de los 60 días. La presencia de un tapiz natural competitivo compromete el desarrollo de las plántulas de las gramíneas sembradas. La cobertura del tapiz tuvo un efecto más marcado en la dinámica de la implantación que la posición topográfica.

4.7 Análisis de Adaptación Ambiental

Para las diferentes especies y/o variedades se analizó la regresión lineal de su implantación sobre la implantación media de todas las especies y/o variedades para cada situación de cobertura (material verde, suelo desnudo y restos secos) y en cada una de las situaciones topográficas estudiadas, definiendo un gradiente ambiental determinado por el comportamiento promedio de cada Familia en cada situación de cobertura y posición topográfica (Finlay y Wilkinson, 1963). Se estudian las Familias en forma separada para evitar posibles interacciones de éstas con el ambiente.

Debido a que la implantación de cada población es referida a la implantación media de todas las poblaciones para cada ambiente (combinación de posición topográfica y tipo de cobertura) el promedio de las poblaciones presenta un coeficiente de regresión igual a 1.

Aquellas poblaciones que presenten un coeficiente de regresión similar a 1 tendrían estabilidad media en todos los ambientes. Cuando además registran implantaciones superiores al promedio en todos los ambientes se dice que presentan adaptación general. Si por el contrario registran valores inferiores, se considera que la población está pobremente adaptada a todos los ambientes.

Las poblaciones caracterizadas por coeficientes de regresión mayores a 1 serían muy sensibles a los cambios ambientales (estabilidad menor al promedio), en ellas las mejores condiciones ambientales provocan un gran aumento en los porcentajes de implantación.

Por el contrario, poblaciones con coeficiente de regresión menores a 1 tipifican poblaciones poco sensibles a las mejoras en el ambiente y dependiendo de sus valores pueden ser adaptadas a malos ambientes o presentar pobre adaptación a todos los ambientes.

Resumiendo, coeficientes de regresión aproximados a 1 indican adaptabilidad media. Cuando ésto se asocia a mayores valores que los obtenidos para el promedio de la Familia, las poblaciones tienen adaptación general, si por el contrario está asociado a valores inferiores las poblaciones están pobremente adaptadas a todos los ambientes. Coeficientes de regresión mayores a 1 describen poblaciones sensibles a las mejoras en el ambiente (menor estabilidad que el promedio). Coeficientes de regresión menores a 1, indican poblaciones con mayor resistencia a los cambios ambientales (mayor estabilidad que el promedio).

Los coeficientes de correlación y determinación así como los desvíos de la regresión estiman el grado de estabilidad del comportamiento, es decir el ajuste entre la variable estudiada y la recta de regresión definida (Eberhart y Rusell 1965, citado por La Paz et al 1994).

Los valores obtenidos para efectuar el estudio de adaptación ambiental surgen de llevar a 100% los valores de plantas obtenidos para cada tipo de cobertura (Nº de plantas en cobertura "Y"/proporción de cobertura "Y").

Tabla 4.7-1 Gradiente Ambiental medio en la implantación (120 días) en Gramíneas y Leguminosas (pl/m²).

Gramíneas	Media	Leguminosas	Media
R.S. Baja	64	R.S. Baja	61
R.S. Alta	48	M.V. Baja	31
S.D. Baja	34	S.D. Baja	29
M.V. Baja	18	R.S. Alta	24
M.V. Alta	15	M.V. Alta	10
S.D. Alta	13	S.D. Alta	10

R.S. = Resto seco, M.V. = Material Verde, S.D. = Suelo Desnudo.

La combinación Ladera Baja con la cobertura de Restos Secos aparece como el mejor ambiente para la implantación de las Gramíneas y de las Leguminosas. En el otro extremo la Ladera Alta con Suelo Desnudo determinó los menores niveles de implantación para ambas familias.

Se observa un comportamiento diferencial de las familias. La posición topográfica tuvo un mayor efecto que el tipo de cobertura en el comportamiento de las Leguminosas, mientras que para las Gramíneas es más importante el efecto del tipo de cobertura que la posición topográfica.

Para las Leguminosas los efectos ambientales obtenidos a partir de los tipos de cobertura mantienen el mismo orden para ambas posiciones topográficas.

Las mejores condiciones ambientales que representan los Restos Secos no permiten superar las limitantes impuestas por el efecto de la Ladera Alta para la implantación de las Leguminosas. Para las gramíneas el efecto de ésta cobertura permite superar en parte el efecto de la ladera, lo cual se evidencia por el mayor número de plantas de ésta cobertura con respecto a Material Verde y Suelo Desnudo de Ladera Baja.

4.7.1 Leguminosas

Tabla 4.7-2 Parámetros de regresión de análisis ambiental para leguminosas

Especie	a	b	r	R ²
<i>T. pratense</i>	-11,25	2,27	0,96	0,91
<i>L. corniculatus</i> cv Ganador	6,48	1,41	0,96	0,92
<i>T. repens</i> cv. Zapicán	-13,61	1,14	0,94	0,88
<i>L. tenuis</i>	7,34	1,06	0,92	0,85
<i>T. repens</i> cv. Bayucúa	1,20	0,75	0,94	0,88
<i>L. corniculatus</i> cv. San Gabriel	10,66	0,21	0,38	0,14
<i>L. subbiflorus</i>	-0,82	0,16	0,84	0,71

$$y = a + bx$$

Se eliminó del estudio *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel ya que no se encontró estabilidad de comportamiento presentando un $R^2 = 0.14$.

La especie *Trifolium pratense* presenta para todos los ambientes valores superiores al promedio general, siendo además la más sensible a los cambios ambientales, lo que se evidencia por su coeficiente de regresión de 2.27. Presentar este tipo de comportamiento indica que tiene una adaptabilidad general, presentando una gran respuesta a la mejora de las condiciones ambientales.

La especie *Lotus corniculatus* cv. Ganador manifiesta un comportamiento similar a *Trifolium pratense*, diferenciándose por presentar una mayor estabilidad, determinado por un coeficiente de regresión más cercano a 1. Esta mayor estabilidad está acompañada por valores

de implantación superiores a la media, indicando que esta especie tiene adaptabilidad general. Resultados similares encontraron Bologna y Hill (1992), obteniendo un coeficiente de regresión de 1.25 y adaptación general, mientras que La Paz et al (1994) encontraron un comportamiento medio similar, pero con una mayor sensibilidad, indicada por un coeficiente de regresión de 2.04.

Lotus tenuis presenta un comportamiento similar a *Lotus corniculatus* cv. Ganador, ya que sus implantaciones en los distintos ambientes superan a la media y registra un coeficiente de regresión de 1.06, por lo cual tiene adaptación general.

Con un comportamiento por debajo del promedio se encuentran *Lotus subbiflorus* y ambas variedades de *Trifolium repens*.

Las dos variedades de *Trifolium repens* presentan un comportamiento similar, destacándose el cv. Bayucúa por superar al cv. Zapicán en los peores ambientes, sucediendo lo contrario para los mejores ambientes. Ésto es explicado por presentar cv. Bayucúa una estabilidad mayor al promedio (coeficiente de regresión de 0.75) y que cv. Zapicán está pobremente adaptada a todos los ambientes, pero presenta una estabilidad media (coeficiente de regresión de 1.14).

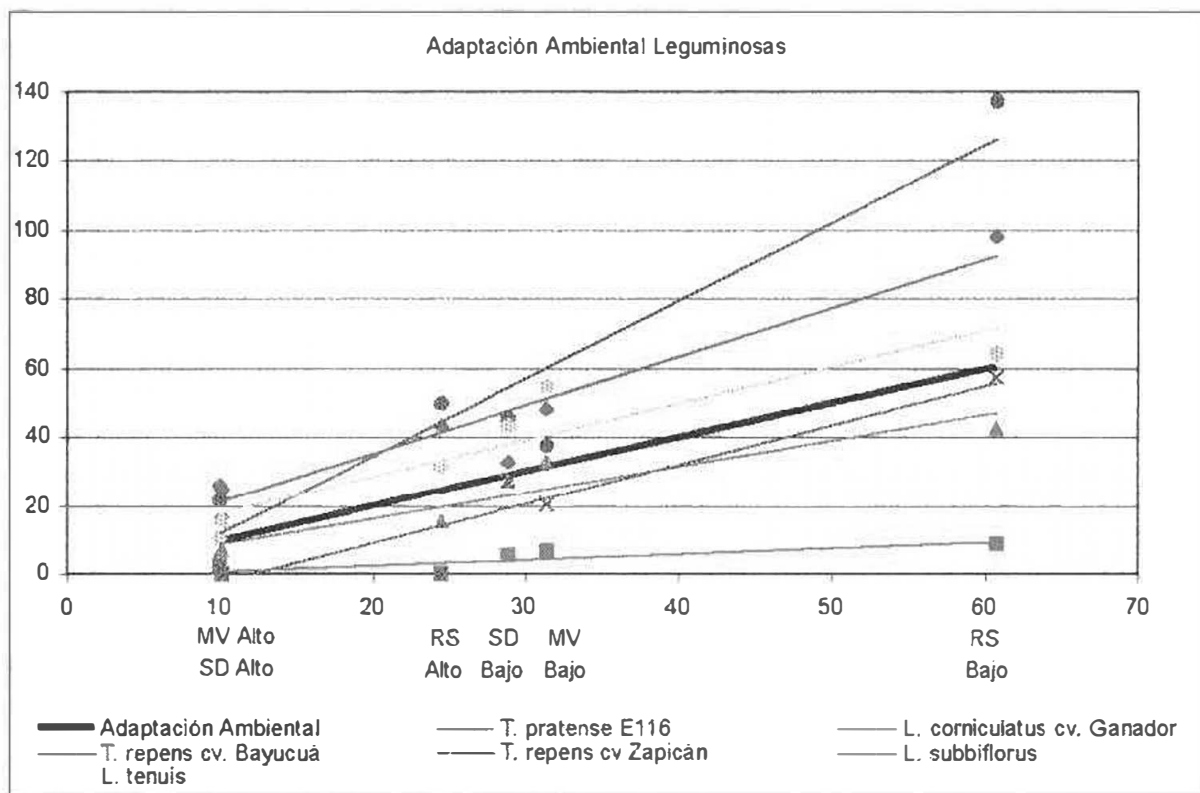


Figura 4.7-1 Estabilidad de comportamiento de Leguminosas en 6 ambientes (3 coberturas del suelo x 2 posiciones topográficas)

Lotus subbiflorus es indiferente a los cambios ambientales indicado por un coeficiente de regresión muy bajo, presentando una muy pobre adaptación, dado sus bajos valores de implantación en todos los ambientes.

4.7.2 Gramíneas

Tabla 4.7.2-3 Parámetros de regresión ambiental para Gramíneas ($y = a + bx$).

Especie	a	b	r	R2
<i>B. lanceolatus</i>	-5,091	1,663	0,949	0,901
<i>B. auleticus</i>	-3,622	1,379	0,933	0,871
<i>L. multiflorum</i>	5,411	1,040	0,892	0,795
<i>F. arundinacea</i>	-3,146	0,472	0,792	0,627
<i>B. commutatus</i>	6,448	0,446	0,711	0,506

Bromus lanceolatus y *auleticus* aparecen sensibles a los mejores ambientes para la implantación, indicado por sus respectivos coeficientes de regresión mayores a 1. Ésto está asociado con buenos valores para la implantación en todos los ambientes, determinando una buena adaptabilidad general.

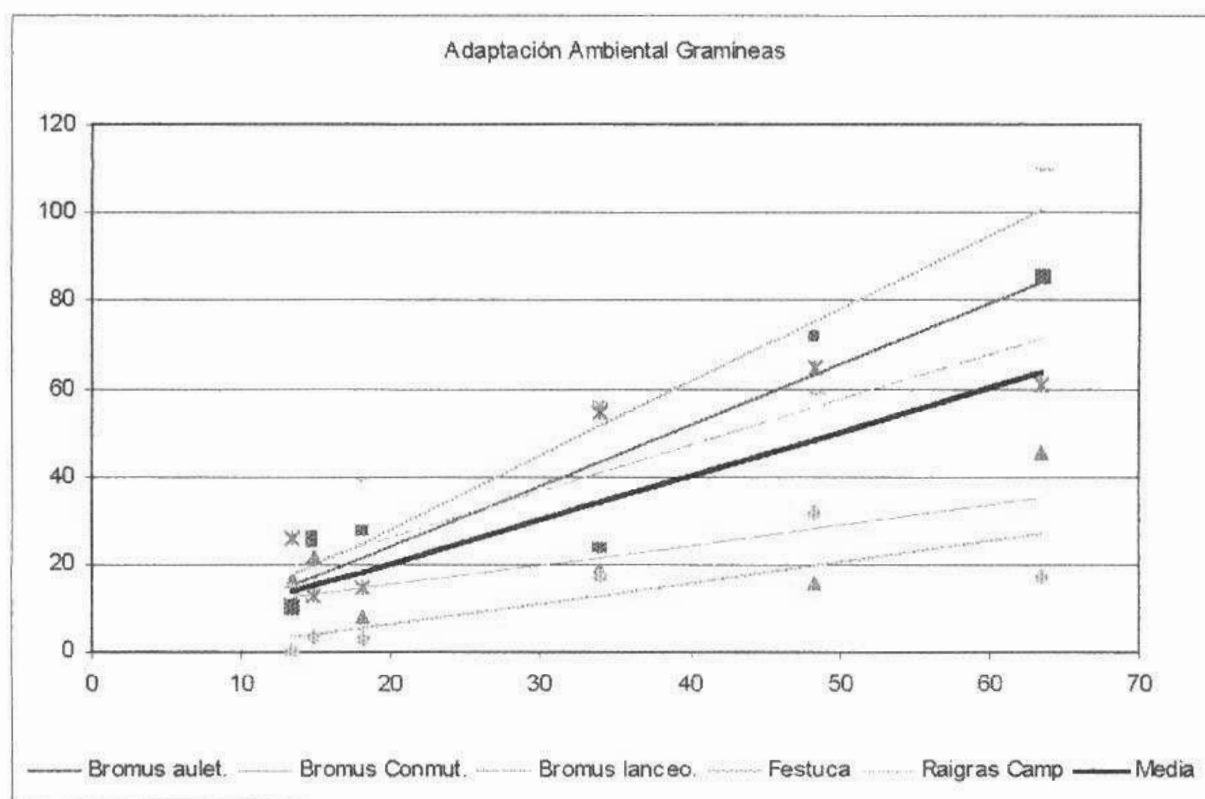


Figura 4.7-1 Estabilidad de comportamiento de Gramíneas en 6 ambientes (3 coberturas del suelo x 2 posiciones topográficas)

Lolium multiflorum presenta una estabilidad promedio para todos los ambientes, y por tener una mayor implantación para todos los ambientes presenta adaptación general.

Se observa para *Bromus commutatus* una mayor estabilidad en su comportamiento, presentando valores similares al promedio de las especies en los peores ambientes, ésto podría estar indicando una adaptabilidad específica a este tipo de ambientes.

Festuca arundinacea está pobremente adaptada a todas las condiciones, indicado por sus valores siempre inferiores al promedio, sin capitalizar las mejores condiciones para la implantación.

5 CONCLUSIONES

- ✓ Las condiciones de una posición topográfica mas baja resultaron mejores para la implantación, resultando en un mayor efecto sobre las leguminosas evaluadas.
- ✓ Las especies evaluadas presentaron diferencias en su capacidad de implantación, logrando aceptables niveles, salvo T. Blanco Zapicán en ladera alta L. subbiflorum El Rincón.
- ✓ Dentro de las gramíneas *Bromus lanceolatus*, *Bromus auleticus* y *Lolium multiflorum* alcanzaron los más altos niveles de implantación, demostrando adaptación a implantarse en siembras sobre el tapiz.
- ✓ *Bromus lanceolatus* presentó una alta respuesta a las mejores condiciones para la implantación de la ladera baja.
- ✓ Dentro de las leguminosas *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus* cv. Ganador y *Lotus tenuis* presentaron los más altos niveles de implantación, presentando respuesta a las mejores condiciones ambientales de una posición topográfica baja.
- ✓ Los dos cv. de *Trifolium repens* demostraron su adaptación a los mejores condiciones hídricas de la posición topográfica inferior.
- ✓ Los restos secos favorecieron la germinación y establecimiento de todas las especies para ambas posiciones topográficas.

6 BIBLIOGRAFÍA

1. ALLEGRI, M. y FORMOSO, F. 1978. Región Noreste. In CIAAB, Pasturas IV. Montevideo, CIAAB. Miscelánea N° 18:83-110.
2. ALVEZ, P y TRÉGLIA, M. 1997. Implantación de leguminosas en cobertura bajo distintas frecuencias de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay.
3. ANSLOW R. C. 1962. A quantitative analysis of germination and early seedling growth in perennial ryegrass. *J. of the Br. Grassland Society*, 17: 260-263
4. APEZTEGUIA, E. 1987. Aspectos básicos de las siembras en pasturas naturales. Fac. de Agronomía. Montevideo.
5. ARGELAGUET, R. E. IRAZOQUI, A. 1985. Fertilización fosfatada en la implantación y producción de leguminosas en pasturas naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay.
6. AYALA, W y CARÁMBULA, M. 1996. Mejoramientos extensivos en la región este: manejo y utilización. In INIA. *Seria Técnica* N° 80. 177-182.
7. BASU, R. N. 1994. An appraisal of research on wet and dry physiological seed treatments and their applicability with special reference to tropical and sub-tropical countries. *Seed Sc. and Tech.*, 22:107-126.
8. BAYCE, D et al, 1984. Siembra de gramíneas nativas sobre el tapiz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay, 235pp.
9. BAYCÉ, D. 1990. Nuestras especies de campo natural. *Revista Plan Agropecuario*. 53:30-31.
10. BELLOTTI, W. D. y BLAIR, G. J., 1989a. The influence of sowing method on perennial grass establishment. II. Seedbed microenvironment, germination and emergence. *Aust. J. Agric. Res.*, 40:313-321.

11. BELLOTTI, W. D. y BLAIR, G. J., 1989b. The influence of sowing method on perennial grass establishment. III. Survival and growth of emerged seedlings. Aust. J. Agric. Res., 40:323-331.
12. BENTANCOR, C. y GARCÍA, S., 1991. Siembra en cobertura: estudio preliminar del comportamiento de varias especies (Gramíneas y Leguminosas). San Antonio, Salto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay, 191pp.
13. BEVERIDGE, J. L. y WILSIE, C. P., 1959. Influence of depth of planting, seed size, and variety on emergence and seedling vigor in alfalfa. Agronomy Journal. 51:731-734.
14. BLACK, J. N. 1955. The influence of depth of sowing and temperature on pre-emergence weight changes in subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). Aust. J. Agric. Res., 6:203-211.
15. BLACK, J. N. 1956. The influence the seed size and depth of sowing on pre-emergence and early vegetative growth of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). Aust. J. Agric. Res., 7:98-109.
16. BLACK, J. N., 1958. Competition between plants of different initial seed sizes in swards of subterranean clover with particular reference to leaf area and light microclimate. Austr. J. Agric. Res. 9(2): 299-318.
17. BLACKMORE, L. W. 1955. The overdrilling of pasture. Proceedings of the New Zealand Grassland Association, 17th Conference, 17:139-148.
18. BOLOGNA, J. y HILL, W. 1992. Implantación de gramíneas y leguminosas en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay, 396pp.
19. BROCKWELL, J. 1962. Studies on seed pelleting as an aid to Legume seed inoculation. Aust. J. Agric. Res., 13: 638-649.
20. BYERS, R. A. y TEMPLETON J. R. 1988. Effects of sowing date, placement of seed, vegetation suppression, slugs, and insects upon establishment of no-till alfalfa in orchardgrass sod. Grass and Forage Sc. 43, 279-289.

21. CAMPBELL, M. H. 1968. Establishment, growth and survival of six pasture species surface-sown on unploughed land infested with serrated tussock (*Nassella trichotoma*). Aust. J. of Exp. Agric. and Anim. Husb. 8:470-477.
22. CAMPBELL, M. H. 1985. Winged coulters effects on overdrilled red clover seedling emergence. N. Z. J. of Agric. Res., 1985, 28:7-17.
23. CAMPBELL, M. H. y SWAIN F. G. 1973a. Factors causing losses during the establishment of surface - sown pastures. Journal of Range Management. 26 (5): 355-359.
24. CAMPBELL, M. H. y SWAIN F. G. 1973b. Effect of strength, tillage and heterogeneity of the soil surface on radicle-entry of surface-sown seeds. J. of the Br. Grassland Society. 28:41-50
25. CARADUS, J. R. 1980. Distinguishing between grass and legume species for efficiency of phosphorus use. N. Z. of Agric. Res. 23:75-81.
26. CARÁMBULA, M. et al 1978. Variedades forrajeras recomendadas. In Pasturas IV. Ministerio de Agricultura y Pesca, C.I.A.A.B. Uruguay.
27. CARÁMBULA, M. et al 1994. Mejoramiento de campo con *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón. INIA. Boletín de divulgación N° 44. 24 pp.
28. CARÁMBULA, M. 1996. Mejoramientos extensivos: fundamentos. In INIA. Serie Técnica N° 80. 241-245.
29. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de Pasturas Sembradas. Montevideo. Ed. Hemisferio Sur. 464pp.
30. CARLETON, A. E. y COOPER, C. S., 1972. Seed size effects upon vigor of three forage legumes. Crop Science, 12:183-186.
31. CASTRILLON y PIREZ, 1987. Evaluación de la capacidad de instalarse de especies forrajeras en el campo natural con diferentes tratamientos de laboreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay, 264pp.
32. CASTRO, 1978. Fertilización de pasturas. In Pasturas IV. Ministerio de Agric. y Pesca, C.I.A.A.B. Uruguay.

33. CATEDRA DE FISILOGIA VEGETAL. 1989. Fisiología de la semilla. Rep. 079/220/89. Fac. de Agronomía. 39 pp.
34. CHAPMAN, D. F., 1987. Natural re-seeding and *Trifolium repens* demography in grazed hill pastures. II. Seedling appearance and survival. *Journal of Applied Ecology*, 24:1037-1043.
35. CHAPMAN, D. F. y FLETCHER, R. H. 1985. White clover establishment in hill country. *N. Z. J. of Agric. Res.* 28:191-199.
36. CHARLES, A. H. 1962. Pasture establishment by surface sowing methods. *Herbage Abstracts* 32(3): 175-181.
37. CHARLES, G. W., et al 1991. The Effect of sowing time, sowing technique and post-sowing weed competition on tall fescue (*Festuca arundinacea* Schreb.) seedling establishment. *Aust. J. Agric. Res.* 42:1251-1259.
38. COOK, S. J. y DOLBY, G. R. 1981. Establishment of buffel grass, green panic and siratro from broadcast into speargrass pasture in Southern Queensland. *Aust. J. Res.* 32:749-59.
39. CORNISH, P. S. 1982. Root development in seedling of ryegrass (*Lolium perenne* L.) and phalaris (*Phalaris aquatica* L.) sown onto the soil surface. *Austr. J. Agric. Res.* 33:665-77.
40. COWAN, J. R. 1956. Tall fescue. *Advances in Agronomy*. 8:283-320.
41. CULLEN, N. A. 1964. Pasture establishment problems at Te anua. *Proceedings of the New Zealand Grassland Association*, 26: 109-122.
42. CULLEN, N. A. 1969. Oversowing grasses and clovers. *Proceedings of the New Zealand Grass. Assoc.* 31th:110-116.
43. CULLETON, N et al, 1982. A note on the effects of date of autumn sowing on establishment of *Lolium perenne* L. *Iridh J. of Agric. Food Research* 31:185-187.
44. DAVIES, W. I. C. y DAVIES, J. 1981. Varying the time of spraying with paraquat or glyphosate before direct drilling of grass and clover seeds with and without calcium peroxide. *Grass and Forage Science* 36: 65-69.

45. DURING, C., et al 1963. The establishment of pasture on Yellow-Brown loams near Te Anua. II. Factors influencing the establishment of white clover (*Trifolium repens* L.) on uncultivated ground. N. Z. J. Agric. Res. 6:416-431.
46. DOWLING, P.M. y ROBINSON, G. G. 1976. Some factors affecting the establishment and early producción of oversown grasses. Aust. J. of Exp. Agric. and Anim. Husb. 82(16):709-714.
47. DOWLING, P.M. et al, 1971. Establishment an survival of pasture species from seeds sown on the surface. Aust. J. Agric. Res. 22 (1): 61-74
48. DOWLING, P. M. 1978. Effect of seed coating on the germination, establishment, and survival of oversown pasture species at Glen Innes, New Wales. N. Z. J. of Exp. Agric. 6:161-166.
49. DURING, et al 1963. The Establishment of Pasture on Yellow-brown Loams Near Te Anau. N. Z. J. of Agric. Res., 6(5): 416-431.
50. ECHEVERRIA, A. y MARQUES, P. 1993. Implantación de especies en cobertura sobre campo restablecido. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay.
51. EVANS, R. y YOUNG, J. 1970. Plant litter and establishment of alien annual weed species in rangeland communities. Weed Science 18(6): 697-703.
52. FERENCZI, M.E. et al 1997. Establecimiento y producción de mejoramientos de campo realizados en cobertura y siembra directa, con diferentes tipos y dosis de herbicidas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay. 70 pp
53. FINLAY, K. y WILKINSON, G. 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust. J. Agric. Res. 14(5): 742-754.
54. FORMOSO, D. et al, 1991. Mejoramiento de campos bajos dominados por paja mansa. In LanaNoticias N° 97: 30-33.

55. GILL G. S. y BLACKLOW W. M. 1985. Variations in seed dormancy and rates of development of great brome, *Bromus diandrus* Roth., as adaptation to the climates of southern Australia and implications for weed control. Aust. J. Agric. Res., 36 : 295-304.
56. GLOBERSON, D. 1977. Germination and dormancy breaking by ethephon in mature and immature seeds of *Medicago truncatula* (medic) and *Trifolium subterraneum* (clover). Aust. J. Agric. Res., 29: 43-49.
57. GRIME, J. 1973a. Competitive exclusion in herbaceous vegetation. Nature 242(5396): 344-347.
58. GRIME, J. 1973b. Competition and diversity in herbaceous vegetation: replica. Nature 244 (5414): 310.
59. GRIME, J. P. 1974. Vegetation classification by reference to strategies. Nature 250(5461): 26-31.
60. GRIME, J. 1982. Estrategias de adaptación de las plantas y procesos que afectan la vegetación. Trad. García Ferrer, A. México, Limusa, 291pp.
61. GROSS, K. L. y WERNER P. A. 1982. Colonizing abilities of "biennial" plant species in relation to ground cover: implications for their distribution in a successional sere. Ecology 63 (4): 921-931.
62. GROYA, F.L. y SHEAFFER, C. C. 1981. Establishment of sod-seeded Alfalfa at various levels of soil moisture and grass competition. Agronomy Journal. 75:561-565.
63. HALL, R. L. 1974. Analysis of the nature interference between plants of different species. Concepts and extension of the wit analysis to examine effects. Aust. J. Agric. Res., 25: 739-747.
64. HAMBLIN, A. P. y HAMBLIN, J. 1985. Root characteristics of some temperate legume species and varieties on deep, free-draining entisols. Austr. J. Agric. Res., 36(1):
65. HAMPTON, J. G. et al 1987. Temperature effects on the germination of herbage legumes in New Zeland. Proceedings of the New Zealand Grassland. 48: 177-183.

66. HARPER, J. L. 1965. The behaviour of seeds in soil. I. The heterogeneity of soil surfaces and its role in determining the establishment of plants from seed. *Journal Ecology* 53(2):273-286.
67. HARPER, J. L. et al 1961. The evolution and ecology of closely related species living in the same area. *Evolution* 15(2):209-227.
68. HARPER, J. L. y BENTON, R. A. 1966. The behaviour of seeds in soil. II. The germination of seeds on the surface of a water supplying substrate. *Journal Ecology* 54(1): 151-166.
69. HARPER, J. L. 1977. *Population biology of plants*. London, Academic Press. 892pp.
70. HAYES, P. 1976. Seedling growth of four grasses *J. of the Br. Grassland Society*. 31:59-64.
71. HERBEL, C. 1972. Environmental modification for seedling establishment. *In*: Youngner, B y Mc. Kell, C; *The biology and utilization of grasses*. London, Academic press. 101-114.
72. HILL, M. J. et al, 1985. Germination and seedling growth of prairie grass, tall fescue and italian ryegrass at different temperatures. *Aust. J. Agric. Res.*, 36(1): 13-24.
73. HILL, M.J. y PEARSON, C. J. 1985b. Primary growth and regrowth responses of temperate grasses to different temperatures and cutting frequencies. *Aust. J. Agric. Res.* 36: 25-34.
74. HOPKINS, H. 1954. Effects of mulch upon certain factors of the grassland environment. *Journal of Range Management*. 255-258.
75. HUGHES, R. 1965. Climatic factors in relation to growth and survival of pasture plants. *J. of the Br. Grassland Society*. 20(4): 263-272.
76. HUR, S. N. y NELSON, C. J. 1985. Temperature effects on germination of birdsfoot trefoil and seombadi. *Agronomy Journal*. 77:557-560.
77. JANSON, C. G. y WHITE, J. G. 1971. Lucerne establishment studies on uncultivated country. I. Germination and seedling establishment. *N. Z. J. Agric. Res.* 14(3): 572-585.
78. KING, J. 1971. Grassld. Copetition between established and newly sown grass species. *J. of the Br. Grassland Society*. 26:221-229.

79. KONDO, T. 1993. Promotion of hard seed germination in *Lotus corniculatus* var. *Japonicus* for use in amenity grasslands. *Seed Sc. and Tech.* 21:611-619. *Seed Sc. and Tech.* 21, 611-619
80. KRIGEL, I. 1967. The early requirement for plants nutrients by subterranean clover seedlings (*Trifolium subterraneum*). *Aust. J. Agric. Res.*, 18:879-86.
81. LA PAZ, A et al, 1994. Implantación de especies sembradas en cobertura sobre basalto. Tesis Ing. Agr. Mmontevideo, Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay.
82. LANGER, R. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. 514pp.
83. LINSOTT, D. L. y VAUGHAN, R. H. 1982. Influence of herbicides on direct-seeding establishment of birdfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) into grass sods. *Weed Science* 30:567-571.
84. LODGE, G. M. 1991. The effects of native grass cover, species, herbicide and sowing method on legume establishment on the northern slopes of New South Wales. *Aust. J. of Exp. Agric.* 31:485-492.
85. MAS, C. 1996. Consideraciones sobre la implantación de pasturas en rastrojo de arroz. In INIA. Serie Técnica N° 80. Ed. Hemisferio Sur. pp 183-192.
86. MC KELL, C. M. 1972. Seedling vigor and seedling establishment. In Yougner V. Y Mc Kell C.; The biology and utilization of grasses. London Academic Press, pp 74-87.
87. MCWILLIAM, J. R., et al 1970. Some factors influencing the germination and early seedling development of pasture plants. *Aust. J. Agric. Res.*, 21:19-32.
88. METHOL, M y FREIRE, A. 1990. Evaluación primaria de *Bromus auleticus*. In Seminario de Campo natural 2do. Tacuarembó, 1990. Montevideo, pp 77-82.
89. METHOL, R y SOLARI, J. 1994. Dinámica de la implantación de leguminosas sembradas en cobertura bajo diferentes manejos de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay.
90. MILLOT, J. C., et al, 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Informe Técnico. CHPA, FUCREA, 200pp.

91. MILLOT, J. C., et al, 1990. Diversidad genética en la producción de semilla de *Bromus auleticus*. In Seminario de Campo natural 2do. Tacuarembó, 1990. Montevideo, pp 95-104.
92. MINUTTI, A et al, 1996. Dinámica de la implantación de leguminosas en Cobertura sobre pasturas naturales de basalto profundo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Facultad de Agronomía. Universidad de la República Oriental del Uruguay.
93. NAYLOR, R. E. y SYVERSEN, M. K. 1988. Assessment of seed vigour in Italian ryegrass. *Seed Sc. and Tech.* 16:419-426.
94. OLMOS, F. 1993. *Bromus auleticus*. In INIA. Serie técnica N°. 35 Tacuarembó, 30pp.
95. OLMOS, F. 1991. Mejoramiento de pasturas naturales, región noreste. In INIA Serie técnica N°. 13 Montevideo, Hemisferio Sur, pp 91-102.
96. PLAN AGROPECUARIO, 1987. Laboratorio de microbiología de suelos y control de inoculantes. Nodulación de leguminosas forrajeras.
97. POLLOCK, M. 1989. Grass Establishment and performance on high country soil fertilised with nitrogen. *N. Z. J. of Agric. Res.* 32(1): 7-15.
98. PRIOUL, J.L. y SILSBURY, J. H., 1982. A physiological analysis of the effect of sowing density on growth rate of subterranean clover. *Aust. J. Agric. Res.* 32 (2): 213-222.
99. QUALLS, M. y COOPER, C. S. 1968. Germination, growth, and respiration rates of birdsfoot trefoil at three temperatures during the early non-photosynthetic stage of development. *Crop Science*, 8:758-760.
100. RABUFFETI, A. 1984. Nitrógeno. Montevideo, Fac. de Agronomía. Depto. de Suelos, Cátedra de Fertilidad de suelos y Fertilizantes. 102pp.
101. RABUFFETI, A, et al 1986. Fósforo. Montevideo, Fac. de Agronomía. Depto. de Suelos, Cátedra de Fertilidad de suelos y Fertilizantes. 107 pp.
102. RIES, R. E. y SVEJCAR, T. J. 1991. The grass seedling: When is it established?. *Journal of the Range Management*, 44(6): 574-576.

103. RISSER, P. G. 1969. Competitive relationships among herbaceous grassland plants. *The Bot. Review* 35(3) 251-284.
104. RISSO, D. y BERRETTA, E. 1996. Mejoramiento de campos en suelos sobre cristalino *In* INIA. Serie técnica N° 80. pp 193-220.
105. RISSO, D y MORÓN, A. 1990. Evaluación de mejoramientos extensivos de pasturas naturales en suelos sobre cristalino (1984-1990) (II). *In* Seminario nacional de campo natural 2do. Tacuarembó 1990. Montevideo. pp 205-218.
106. RISSO, D. 1990. Efecto de la densidad de siembra y fertilización inicial en el comportamiento de tres leguminosas sembradas en cobertura. *In* Seminario nacional de campo natural 2do. Tacuarembó 1990. Montevideo. pp 243-247.
107. RISSO, D. 1991. Siembras en el tapiz, Consideraciones generales y estado actual de la información en la zona de suelos sobre cristalino. *In* INIA. Serie técnica N° 13, pp 71-82
108. RISSO, D, et al. 1990. Evaluación de leguminosas para mejoramientos extensivos en suelos sobre cristalino. *In*: II Seminario Nacional de Campo Natural. pp 231-242.
109. RHODES, I. 1968a. The growth and development of some grass species and establishment under competitive stress. 1. Competition between seedlings and established plants. *J. Br. Gr. S.* 23:129-136.
110. RHODES, I. 1968b. The nature of competitive stress, and characters associated with competitive ability during seedling growth. *J. Br. Gr. S.* 23:330-335.
111. ROBERTS, H. W. 1960. The delayed application of nitrogen for the establishment of surface seeded swards. *J. of the Br. Grassland Society* .15(2) 287-290.
112. SANTIÑÁQUE, F. 1984. Alternativas de mejoramiento de pasturas naturales. I-II. Cátedra de Forrajeras. EEMAC. Fac. de Agronomía. Mimeo. 24 pp.
113. SANTIÑÁQUE, F. 1991. Estudios sobre factores restrictivos de la implantación de leguminosas sobre campo natural. Cátedra de Forrajeras, EEMAC, Fac. de Agronomía. Mimeo. 25 pp.

114. SCHÖNFELD, M. A. y CHANCELLOR, R. J., 1983. Factors influencing seed movement and dormancy in grass seeds. *Grass and Forage Sc.*,38 243-250
115. SCOTT, J. M., 1985. Effect of nutrients seed coating on emergence and early growth of perennial ryegrass. *Aust. J. Agric. Res.*, 36:221-31.
116. SEGURA, J., et al, 1978. Phytotoxicity of glyphosate to Italian ryegrass (*Lolium multiflorum*) and red clover (*Trifolium pratense*). *Weed Science* 26: 32-36.
117. SILSBURY, J. H. y HANCOCK, T. W. 1990. Growth responses of cultivars of subterranean clover to temperature, plant density and nitrate supply. *Aust. J. Agric. Res.* 41:101-114.
118. SITHAMPARANATHAN, J., et al 1986. Effect of treading, herbicides, season, and seed coating on oversown grass and legume establishment in easy North Island hill country. *N. Z. J. Exp. Agric.* 14:173-182.
119. SNAYDON, R. W. y HOWE, C. D. 1986. Root and shoot competition between established ryegrass and invading grass seedlings. *Journal of Applied Ecology.* 23:667-674.
120. SOLBRIG, O. T. 1980. Demography and natural selection. *In* Demography and Evolution of Plant Population. Oxford, Blackwell. 223pp.
121. WATT, L. A. 1978. Same characteristics of the germination of queensland blue grass on cracking black earths. *Aust. J. Agric. Res.* 29:1147-55
122. WATT, L. A. 1982. Germination characteristics of several grass species as affected by limiting water potentials imposed through a cracking black clay soil. *Aust. J. Agric Res.* 33:223-231.
123. WELTY, R. L. et al, 1981. Glyphosate timing on establishment of sod-seeded legumes
124. WHALLEY, D., et al, 1966. Seedling vigor and the early nonphotosynthetic stage of seedling growth in grasses. *Australian Journal Agricultural Animal Husband.* 62. 147-150 p.
125. YOUNG, J. A. et al, 1970a. Germination of cultivars of *Trifolium subterraneum* L. in relation to matric potential. *Agronomy Journal* 62:743-745.

126. YOUNG, J. A. et al, 1970b. Germination characteristics of range legumes. *Journal Range Management* 23(2): 98-103.

7 ANEXO

7.1 Efecto de la aplicación de herbicida sobre el establecimiento y la sobrevivencia

Tabla 7.1-1 Efecto del Herbicida sobre el Establecimiento y Sobrevivencia

Especie	Establecimiento		Sobrevivencia		Autor
	Control	herbicida	Control	Herbicida	
T. subterráneo	5.80	10.60	---	---	Dowling et al 1971
T. Blanco	2.30	16.40	0.00	6.71	Dowling et al 1971
Alfalfa	2.30	9.50	0.87	31.58	Dowling et al 1971
Alfalfa	2.70	6.07	0.00	18.30	Sithanparanathan 1986
T. Rojo	5.10	11.40	9.60	56.23	Sithanparanathan 1986
Phalaris	0.80	11.30	1.25	9.73	Dowling et al 1971
Lolium perenne	2.00	26.00	0.50	8.08	Dowling et al 1971
Dactylis glomerata	0.70	9.00	0.00	21.11	Dowling et al 1971
Festuca	5.59	11.35			Dowling y Robinson 1976
Phalaris	3.19	9.95			Dowling y Robinson 1976
Phalaris	1.60	18.73	1.60	34.07	Sithanparanathan 1986
Festuca	5.80	17.40	0.00	30.20	Sithanparanathan 1986
Bromus willdenowii	7.40	18.20	9.20	61.80	Sithanparanathan 1986

7.2 Comportamiento de los Ecotipos en Siembras en Cobertura

Tabla 7.2-1 Implantación de Bromus auleticus (% de implantación)

Cita	Año de siembra	Característica	Bromus auleticus (Bayce)	B. auleticus Kiyu	B. auleticus (a)
Baycé 1984	1981	LB	50,0		
Echeverría	1989	LA 2/6		2,4	5,4
Marques 1993	1989	LA 11/8		0,0	1,6
	1989	B 11/8		5,3	0,0
Bentancor y García	1989	12/5		11,2	14,9
1992	1989	29/6		24,8	18,7
	1989	9/8		2,4	1,5
La Paz 1994	1992	LA			21,5
	1992	LM			39,4
	1992	LB			13,9

a. Incluye ecotipos de San Antonio y Arenisca Tacuarembó. LA= Ladera Alta, LB= Ladera Baja, B= Bajo.
aa/bb Fecha de siembra

Tabla 7.2-2 Implantación de *Bromus commutatus* (% de implantación)

Cita	Año de siembra	Característica	B. Commutatus (a)	B. comm Brasileiro
La Paz 1994	1992	LA		33,2
	1992	LM		22
	1992	LB		13,9
Echeverría Marques 1993	1989	LA 2/6	5,7	
	1989	LA1/8	1,3	
	1989	B 1/8	0	
Bentancor y García 1992	1989	12/5		4,1
	1989	29/6		14,1
	1989	9/8		2,4

a. Corresponde a *B. commutatus* 10541 y criollo. LA = Ladera Alta, LB = Ladera Baja, B= Bajo, aa/bb Fecha de siembra

Tabla 7.2-3 Implantación de *Bromus lanceolatus* (% de implantación)

Cita	Año de siembra	Característica	B. Lanceolatus
La Paz 1994	1992	LA	54,7
	1992	LM	47,7
	1992	LB	81,0

LA= Ladera Alta, LB= Ladera Baja, B= Bajo.

Tabla 7.2-4 Implantación de *Lolium multiflorum* (% de implantación)

Cita	Año de siembra	Característica	L.m. San Antonio	L. M Matador	L. m. LE 284
La Paz 1994	1992	LA		40,2	13,5
	1992	LM		38,1	36,2
	1992	LB		49,5	24,9
Echeverría Marques 1993	1989	La 2/6		7,8	5,6
	1989	la11/8		2,2	4,3
	1989	B 11/8		1,7	3,7
Bentancor y García 1992	1989	12/5	10,0	8,7	0,3
	1989	29/6	8,0	4,4	1,2
	1989	9/8	2,3	1,6	1,9

Tabla 7.2-5 Implantación de *Festuca arundinacea* (% de implantación)

Cita	Año de siembra	Trat.	Festuca Tacuabé
Echeverría Marques 1993	1989	La 2/6	4,4
	1989	LA11/8	4,4
	1989	B 11/8	0
Bentancor y García 1992	1989	12/5	5,8
	1989	29/6	1,5
	1989	9/8	1,5

Tabla 7.2-6 Implantación de *Lotus corniculatus* (% de implantación) *

Cita	Año de siembra	Característica	Valor ambiental	L. c. San Gabriel	L. c. Ganador
Echeverría Marques 1993	1989	La 2/5	8.0	7.1	3.4
		La11/8	6.3	8.3	1.2
		B 11/8	9.1	18.9	25.4
Betancor y García 1991	1989	12/5	3.5	1.8	6.1
		29/6	0.9	1.4	4.8
		9/8	2.6	1.1	2.4
La Paz 1994	1992	LA	15.9	37.6	29.6
		LM	18.8	21.9	30.4
		LB	21.5	33.1	39.9
Methol y Solari 1994	1992	LA	22.0	22.8	
		LB	28.0	35.7	
		B	40.8	43.6	
Alvez Treglia 1996	1993		37.3	80.9	
Minutti et al 1996	1994		18.4	31.0	

Tabla 7.2-7 Implantación de *Trifolium repens* (% de implantación) *

Cita	Año de siembra	Característica	Valor ambiental	T. rep. Zapicán	T. Rep. Bayucua
Betancor y García 1991	1989	12/5	3.6	2.3	
	1989	29/6	1.2	0.0	
	1989	9/8	2.4	6.0	
Echeverría Marques 1993	1989	La 2/6	7.5	11.3	
	1989	la11/8	6.0	3.9	
	1989	B 11/8	11.3	4.5	
Methol y Solari 1994	1992	La	22.0	28.1	
	1992	Lb	28.0	31.5	
	1992	B 11/8	40.8	52.7	
La Paz 1994	1992	La	15.7	0.8	1.6
	1992	Lm	16.8	6.3	10.3
	1992	Lb	19.7	13.9	1.6
Alvez Treglia 1996	1993		37.3		24.0
Minutti et al 1996	1994		18.4	7.4	

Tabla 7.2-8 Implantación de *Trifolium pratense* (% de implantación) *

Cita	Año de siembra	Trat.	Valor ambiental	TR E116
Echeverría y Marques 1993	1989	LA 2/6	8.0	9.2
	1989	LA11/8	6.3	10.5
	1989	B 11/8	9.1	7.9
Betancor y García 1991	1989	12/5	3.5	5.7
	1989	29/6	0.9	0.4
	1989	9/8	2.6	3.0
Methol y Solari 1994	1992	LA	22.0	34.0
	1992	LB	28.0	33.7
	1992	B	40.8	51.7
Alvez Treglia 1996	1993		37.3	37.6
Minutti et al 1996	1994		18.4	21.8
Media de la especie				20.9

Tabla 7.2-9 Implantación de *Lotus tenuis* (% de implantación) ^a

Cita	Año de siembra	Topografía	Valor ambiental	L.T. INTA	L. t. Larrañaga	L. t. Castillos	Lotus tenuis F. Muerto	L. t. Sayago	L. T. Paysandu
Betancor y García 1991	1989	12/5	3.6			0.0		3.2	
	1989	29/6	1.2			0.0		0.0	
	1989	9/8	2.4			0.0		0.0	
Echeverría Marques 1993	1989	LA 2/6	7.5			11.0		0.0	
	1989	LA 11/8	6.0			7.3		0.0	
	1989	B 11/8	11.3			11.1		0.0	
Methol y Solari 1994	1992	B 11/8	40.8				21.4		
La Paz 1994	1992	LA	15.7	11.2	3.6				
	1992	LM	16.8	3.4	12.2				
	1992	LB	19.7	11.2	4.2				
Minutti et al 1996	1994		16.4						5.5

Tabla 7.2-10 Implantación de *Lotus subbiflorus* (% de implantación) ^a

Cita	Año de siembra	Característica	Valor ambiental	L.s. Rincón
Betancor y García 1991	1989	12/5	3.6	2.3
	1989	29/6	1.2	0.8
	1989	9/8	2.4	2.0
Echeverría Marques 1993	1989	LA 2/6	7.5	3.5
	1989	LA11/8	6.0	5.1
	1989	B 11/8	11.3	0.0
Methol y Solari 1994	1992	LA 15/7	22.0	2.3
	1992	LB 15/7	28.0	7.9
La Paz 1994	1992	LA 6/5	15.7	17.1
	1992	LM 6/5	16.8	32.9
	1992	LB 6/5	19.7	34.2
Alvez Treglia 1996	1993	26/5	37.3	2.4

^a El valor ambiental es el promedio de los valores de implantación (90 o 120 días según trabajo) de las especies y/o cultivares que eran contenidos en todos los trabajos, para la especie y/o cultivar en cuestión; como forma de estimar de alguna manera las condiciones ambientales en cada uno de los ensayos.

7.3 Efecto de la fertilización

Tabla 7.3-1 Efecto del Fertilizante (N^a plantas/m²)

Conteo	+ Fert	-Fert
1	49	55
2	74	78
3	76	99
4	78	97

Tabla 7.3-2 Efecto del Fertilizante según posición topográfica (N^a plantas/m²)

Conteo	Ladera alta		Ladera Baja	
	+Fert.	-Fert	+Fert.	-Fert
1	41	41	57	67
2	73	54	74	103
3	64	63	87	136
4	61	58	94	134

7.4 Efecto de la especie y la posición topográfica

Tabla 7.4-1 Especies de Gramíneas por posición topográfica (pl/m²)

Conteo	Especie	L. Alta	L. Baja	% de aumento
1	B. auleticus	10	22	117%
1	B. commutatus	37	18	-50%
1	B. lanceolatus	47	90	-91%
1	F. arundinacea	43	20	-53%
1	L. multiflorum	157	92	-42%
2	B. auleticus	62	112	80%
2	B. commutatus	28	35	25%
2	B. lanceolatus	115	162	41%
2	F. arundinacea	55	50	-9%
2	L. multiflorum	160	120	-25%
3	B. auleticus	108	183	70%
3	B. commutatus	43	37	-15%
3	B. lanceolatus	97	255	163%
3	F. arundinacea	48	47	-3%
3	L. multiflorum	183	102	-44%
4	B. auleticus	112	132	18%
4	B. commutatus	55	63	15%
4	B. lanceolatus	88	212	140%
4	F. arundinacea	38	35	-9%
4	L. multiflorum	110	122	11%

Tabla 7.4-2 Especies de Leguminosas por posición topográfica (pl/m²)

Conteo	Especie	L. Alta	L. Baja	% de aumento
1	Lotus Ganador	67	100	49%
1	Lotus Rincón	3	28	844%
1	Lotus S. Gabriel	25	33	33%
1	Lotus tenuis	8	72	769%
1	T. Bco Bayucúa	21	95	352%
1	T. Bco Zapicán	15	50	233%
1	T. Rojo E116	68	122	79%
2	Lotus Ganador	123	105	-15%
2	Lotus Rincón	2	32	1483%
2	Lotus S. Gabriel	65	50	-23%
2	Lotus tenuis	40	122	204%
2	T. Bco Bayucúa	31	107	244%
2	T. Bco Zapicán	15	52	244%
2	T. Rojo E116	65	112	72%
3	Lotus Ganador	95	148	56%
3	Lotus Rincón	2	30	1400%
3	Lotus S. Gabriel	47	63	35%
3	Lotus tenuis	38	143	277%
3	T. Bco Bayucúa	20	100	400%
3	T. Bco Zapicán	8	72	796%
3	T. Rojo E116	72	157	118%
4	Lotus Ganador	95	177	86%
4	Lotus Rincón	2	18	996%
4	Lotus S. Gabriel	43	57	31%
4	Lotus tenuis	60	158	164%
4	T. Bco Bayucúa	28	98	257%
4	T. Bco Zapicán	3	100	3900%
4	T. Rojo E116	85	200	135%

7.5 Índice de plantas encontradas sobre esperadas según tipo de cobertura

Tabla 7.5-1 Plantas obtenidas y esperadas según cobertura del suelo en Ladera alta a los 30 días.

	Promedio nichos			Plantas obtenidas			Plantas esperadas				Obtenido/esperado		
	MV	RS	SD	MV	RS	SD	pl Totales	MV	RS	SD	MV	RS	SD
Gramíneas	31,54	46,75	21,71	12,00	136,00	28,00	176,00	55,51	82,26	38,21	0,22	1,65	0,73
Leguminosas	31,79	43,81	24,40	14,00	94,00	18,00	126,00	40,05	55,20	30,75	0,35	1,70	0,59
Fert	34,03	42,15	23,82	14,00	104,00	31,00	149,00	50,70	62,81	35,49	0,28	1,66	0,87
S/fert	29,34	47,92	22,74	12,00	126,00	15,00	153,00	44,89	73,31	34,80	0,27	1,72	0,43
Leg/fert	33,39	41,13	25,48	6,00	47,00	11,00	64,00	21,37	26,32	16,30	0,28	1,79	0,67
Leg s/fert	30,18	46,49	23,33	8,00	47,00	7,00	62,00	18,71	28,82	14,47	0,43	1,63	0,48
Gram/fert	34,92	43,58	21,50	8,00	57,00	20,00	85,00	29,68	37,05	18,28	0,27	1,54	1,09
Gram s/fert	28,17	49,92	21,92	4,00	79,00	8,00	91,00	25,63	45,42	19,94	0,16	1,74	0,40
Total	31,68	45,03	23,28	26,00	230,00	46,00	302,00	96,69	136,00	70,31	0,27	1,69	0,65

Tabla 7.5-2 Plantas obtenidas y esperadas según cobertura del suelo en Ladera alta a los 120 días.

	Promedio nichos			Plantas obtenidas			Plantas esperadas				Obtenido/esperado		
	MV	RS	SD	MV	RS	SD	pl Totales	MV	RS	SD	MV	RS	SD
Gramíneas	38,25	33,83	27,92	53,00	156,00	33,00	242,00	92,57	81,88	67,56	0,57	1,91	0,49
Leguminosas	43,42	30,68	25,89	57,00	108,00	29,00	194,00	84,24	59,53	50,23	0,68	1,81	0,58
Fert	47,01	26,74	26,25	50,00	137,00	38,00	225,00	105,78	60,16	59,06	0,47	2,28	0,84
S/fert	35,52	37,26	27,22	60,00	127,00	24,00	211,00	74,95	78,61	57,44	0,80	1,62	0,42
Leg/fert	48,93	25,36	25,71	31,00	68,00	21,00	120,00	58,71	30,43	30,86	0,53	2,23	0,68
Leg s/fert	37,92	36,01	26,07	26,00	40,00	8,00	74,00	28,06	26,65	19,29	0,93	1,50	0,41
Gram/fert	44,33	28,67	27,00	19,00	69,00	17,00	105,00	46,55	30,10	28,35	0,41	2,29	0,60
Gram s/fert	32,17	39,00	28,83	34,00	87,00	16,00	137,00	44,07	53,43	39,50	0,77	1,63	0,41
Total	41,27	32,00	26,74	110,00	264,00	62,00	436,00	179,93	139,50	116,57	0,61	1,89	0,53

Tabla 7.5-3 Plantas obtenidas y esperadas según cobertura del suelo en Ladera baja a los 30 días.

	Promedio nichos			Plantas obtenidas			Plantas esperadas				Obtenido/esperado		
	MV	RS	SD	MV	RS	SD	pl Totales	MV	RS	SD	MV	RS	SD
Gramíneas	28,36	36,96	34,67	0,00	89,00	56,00	145,00	41,14	53,59	50,27	0,00	1,66	1,11
Leguminosas	26,67	41,19	32,14	5,00	199,00	96,00	300,00	80,00	123,57	96,43	0,06	1,61	1,00
Fert	31,28	37,26	31,46	0,00	134,00	70,00	204,00	63,82	76,00	64,18	0,00	1,76	1,09
S/fert	23,47	41,60	34,93	5,00	154,00	82,00	241,00	56,57	100,25	84,18	0,09	1,54	0,97
Leg/fert	30,18	39,29	30,54	0,00	96,00	52,00	148,00	44,66	58,14	45,19	0,00	1,65	1,15
Leg s/fert	23,15	43,10	33,75	5,00	103,00	44,00	162,00	35,20	65,50	51,30	0,14	1,57	0,86
Gram/fert	32,83	34,42	32,75	0,00	38,00	18,00	56,00	18,39	19,27	18,34	0,00	1,97	0,98
Gram s/fert	23,92	39,50	36,58	0,00	51,00	38,00	89,00	21,29	35,16	32,56	0,00	1,45	1,17
Total	27,38	39,43	33,19	5,00	288,00	152,00	445,00	121,83	175,45	147,72	0,04	1,64	1,03

Tabla 7.5-4 Plantas obtenidas y esperadas según cobertura del suelo en Ladera baja a los 120 días

	Promedio nichos			Plantas obtenidas			Plantas esperadas				Obtenido/esperado		
	MV	RS	SD	MV	RS	SD	pl Totales	MV	RS	SD	MV	RS	SD
Gramineas	35.92	28.33	35.75	57.00	178.00	103.00	338.00	121.40	95.77	120.84	0.47	1.86	0.85
Leguminosas	39.64	25.00	35.36	157.00	205.00	123.00	485.00	192.27	121.25	171.48	0.82	1.69	0.72
Fert	44.24	23.82	31.84	108.00	146.00	85.00	339.00	149.96	80.75	108.29	0.72	1.81	0.78
S/fert	31.94	28.96	39.10	106.00	237.00	141.00	484.00	154.61	140.16	189.23	0.69	1.69	0.75
Leg/fert	43.69	24.29	32.02	72.00	84.00	49.00	205.00	89.57	49.79	65.65	0.80	1.69	0.75
Leg s/fert	35.60	25.71	38.69	85.00	121.00	74.00	280.00	99.67	72.00	108.33	0.85	1.68	0.68
Gram/fert	45.00	23.17	31.83	36.00	62.00	36.00	134.00	60.30	31.04	42.66	0.60	2.00	0.84
Gram s/fert	26.83	33.50	39.67	21.00	116.00	67.00	204.00	54.74	68.34	80.92	0.38	1.70	0.83
Total	38.09	26.39	35.52	214.00	383.00	226.00	823.00	313.48	217.18	292.34	0.68	1.76	0.77

Tabla 7.5-5 Plantas encontradas sobre esperadas por especie.

Ladera alta 120 días								ladera baja 120 días								
		Índice			Índice por sp.					Índice				Índice por sp.		
	fert	mv	rs	sd	mv	rs	sd		fert	mv	rs	sd	mv	rs	sd	
Bromus aulet.	1	0.78	1.57	0.26	0.69	1.92	0.28	Bromus aulet.	1	0.92	1.65	0.50	0.62	1.94	0.53	
Bromus aulet.	2	0.54	2.38	0.49				Bromus aulet.	2	0.41	2.29	0.57				
Bromus Conmut.	1	1.45	0.98	0.63	1.17	0.84	0.89	Bromus Conmut.	1	0.65	3.03	0.15	0.36	2.14	0.88	
Bromus Conmut.	2	1.01	0.47	1.22				Bromus Conmut.	2	0.20	1.57	1.61				
Bromus lanceo.	1	0.47	1.79	0.53	0.40	1.98	0.50	Bromus lanceo.	1	0.26	1.58	0.82	0.54	1.55	0.80	
Bromus lanceo.	2	0.33	2.22	0.47				Bromus lanceo.	2	0.84	1.43	0.57				
Festuca A1956	1	0.40	2.25	0.00	0.25	2.49	0.00	Festuca A1956	1	0.44	1.30	1.13	0.25	1.45	1.44	
Festuca A1956	2	0.17	2.77	0.00				Festuca A1956	2	0.00	0.00	2.67				
Raigras Camp	1	0.61	1.42	0.77	0.34	1.76	0.70	Raigras Camp	1	0.13	1.25	1.37	0.36	1.50	1.34	
Raigras Camp	2	0.19	2.07	0.67				Raigras Camp	2	0.94	0.88	1.12				
Lotus Ganador	1	1.33	1.40	0.00	0.77	1.37	0.83	Lotus Ganador	1	0.60	1.78	0.62	0.82	1.67	0.55	
Lotus Ganador	2	0.65	1.37	1.12				Lotus Ganador	2	0.99	1.54	0.46				
Lotus Rincón	1	no	no	no	0.00	0.00	3.29	Lotus Rincón	1	1.55	1.85	0.63	1.06	1.41	0.86	
Lotus Rincón	2	0.00	0.00	3.53				Lotus Rincón	2	0.78	1.11	1.18				
Lotus San Gab	1	0.65	2.00	0.00	0.54	2.17	0.16	Lotus S.Gab	1	1.00	0.65	1.38	1.03	0.86	1.13	
Lotus San Gab	2	0.46	2.38	0.31				Lotus S.Gab	2	1.05	1.05	0.83				
Lotus tenuis	1	1.08	1.26	0.22	0.78	1.56	0.51	Lotus tenuis	1	1.30	1.23	0.60	1.04	1.22	0.82	
Lotus tenuis	2	0.49	2.00	1.03				Lotus tenuis	2	0.86	0.78	1.35				
T.Bco Bayucua	1	1.08	1.43	0.00	0.76	1.68	0.64	T.Bco Bayucua	1	0.94	1.12	1.00	1.01	1.30	0.83	
T.Bco Bayucua	2	0.63	2.69	0.66				T.Bco Bayucua	2	1.11	1.54	0.48				
T.Bco Zapican	1	no	no	no	0.00	0.00	2.54	T.Bco Zapicán	1	0.39	2.19	0.53	0.61	1.72	0.81	
T.Bco Zapican	2	0.00	0.00	2.86				T.Bco Zapicán	2	0.75	1.35	1.04				
T.Rojo E116	1	0.78	1.09	1.24	0.56	1.76	0.77	T.Rojo E116	1	0.77	1.50	0.73	0.57	2.06	0.68	
T.Rojo E116	2	0.41	2.56	0.00				T.Rojo E116	2	0.36	3.20	0.62				