



FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

**EVALUCION DE LA IMPLANTACION EN SIEMBRAS
EN COBERTURA DE CULTIVARES DE TREBOL BLANCO
Y *LOTUS spp.*, EN UN SUELO PROFUNDO DE BASALTO
BAJO PASTOREO CONTROLADO**

por

Rodrigo ARIAS PEREZ
Juan PAPERAN FIORONI

T E S I S

2001

MONTEVIDEO

URUGUAY



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

**EVALUACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN EN SIEMBRAS EN COBERTURA DE
CULTIVARES DE TRÉBOL BLANCO Y *LOTUS spp.*, EN UN SUELO
PROFUNDO DE BASALTO BAJO PASTOREO CONTROLADO**

por

FACULTAD DE AGRONOMIA



**DEPARTAMENTO DE
DOCUMENTACION Y
BIBLIOTECA**

Rodrigo ARIAS PÉREZ
Juan PAPERÁN FIORONI

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2001

Tesis aprobada por:

Director: Juan J. Bologna

Jorge Andión

Ramiro Zanoniani

Fecha: 24 de enero de 2001

Autores: Rodrigo Arias Pérez

Juan Paperán Fioroni

TABLA DE CONTENIDO

PAGINA DE APROBACIÓN	4
AGRADECIMIENTOS	5
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	6
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	7
2.1 LA REGIÓN DE SUELOS PROFUNDOS DE BASALTO COMO AMBIENTE DE IMPLANTACIÓN	7
2.1.1 <u>El clima: riesgos y oportunidades</u>	7
2.1.1.1 Características del ambiente en la región de suelos sobre basalto.....	9
2.1.2 <u>Características de las pasturas naturales como ambiente para la implantación</u>	10
2.1.2.1 Competencia	10
2.1.2.2 Estacionalidad	12
2.1.2.3 Composición botánica.....	13
2.1.3 <u>Características del suelo</u>	15
2.1.4 <u>Manejo de la implantación en el basalto</u>	17
2.1.4.1 Especies sembradas en cobertura.....	17
2.1.4.2 Fertilización	20
2.1.4.3 Tratamiento previo del tapiz.....	21
2.1.4.4 Densidad de siembra.....	23
2.1.4.5 Tratamiento previo de la semilla	24
2.2 UTILIZACIÓN DE COBERTURAS	25
2.2.1 <u>Carga animal y composición de la carga</u>	25
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	28
3.1 UBICACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL	28
3.2 ANTECEDENTES DE LOS POTREROS UTILIZADOS	28
3.2.1 <u>Características edáficas</u>	28
3.2.2 <u>Estructura del tapiz</u>	29
3.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS	29
3.3.1 <u>Descripción del ambiente climático en el año de implantación</u>	29
3.3.2 <u>Balance hídrico seriado</u>	30
3.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES UTILIZADOS	31

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	37
3.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO.....	40
3.6.1 <u>Análisis del la semilla</u>	40
3.6.2 <u>Tratamiento previo del tapiz</u>	40
3.6.3 <u>Tratamiento de la semilla</u>	40
3.6.4 <u>Siembra</u>	40
3.6.5 <u>Fertilización</u>	41
3.6.6 <u>Manejo del pastoreo</u>	41
3.7 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE PLANTAS	41
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	43
4.1. CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL PERÍODO EXPERIMENTAL	43
4.2. IMPLANTACIÓN.....	44
4.3. DINÁMICA POBLACIONAL EN CAMPO NATURAL SIN MEJORAR.....	45
4.3.1 <u>Trébol blanco</u>	45
4.3.2 <u>Lotus tenuis y Lotus pedunculatus</u>	48
4.4 DINÁMICA POBLACIONAL EN CAMPO NATURAL MEJORADO.....	50
4.4.1 <u>Trébol blanco</u>	50
4.4.2 <u>Lotus tenuis y Lotus pedunculatus</u>	52
4.5 DINÁMICA POBLACIONAL: ANÁLISIS CONJUNTO DE LOS DATOS.....	54
4.6 SOBREVIVENCIA ESTIVAL.....	56
5. <u>CONCLUSIONES</u>.....	59
6. <u>RESUMEN</u>.....	61
7. <u>SUMMARY</u>	62
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>.....	63
9. <u>APÉNDICES</u>.....	71

AGRADECIMIENTOS:

Agradecemos al Ing. Agr. Jorge Andión por su disposición de trabajo y valiosa ayuda, a Teresa Rodríguez por su labor incansable durante el trabajo de campo y constante buen humor, Amabelia del Pino por el suministro de los medios necesarios para realizar el trabajo de campo, Fernando Gorriti por la utilización del establecimiento, Cipriana Muñoz por ayudarnos con las innumerables copias impresas realizadas y la traducción. Por último pero no menos importante a nuestros Padres.

1. INTRODUCCIÓN

Las pasturas naturales son un complejo mosaico constituido por poblaciones que cambian su frecuencia y sus hábitos fisiológicos y ecológicos, adaptándose a las condiciones cambiantes del material geológico, suelo, topografía, bajo el efecto del pastoreo (Millot *et.al.* 1987).

Es posible mejorar significativamente la producción primaria del campo natural mediante la introducción de especies, principalmente leguminosas, en el tapiz nativo. La aplicación de esta alternativa ha permitido aumentar la productividad y calidad del campo natural en importantes zonas del país, promoviendo incrementos en la fertilidad del suelo y equilibrando el aporte de forraje a lo largo del año.

Con los mejoramientos extensivos, se buscan aumentos de la producción a través de la dinamización de la pastura natural. Esto implica en general una meta más conservadora que las pasturas cultivadas, pero con una mayor estabilidad en el tiempo.

En este tipo de mejoramiento, son de particular importancia las leguminosas como dinamizadoras de la pastura natural a través del aporte de nitrógeno. Por lo tanto, se considera necesario conocer el comportamiento de nuevos cultivares que se adapten a los diferentes suelos y condiciones ambientales de nuestro país.

La fase de implantación que incluye la germinación, desarrollo inicial y sobrevivencia de plántulas, influye en el resultado final del proceso de mejoramiento al determinar la densidad poblacional de las especies introducidas. En esta etapa se producen los mayores cambios poblacionales a partir de las semillas sembradas. En siembras en cobertura el ambiente de implantación se considera marginal y la mortalidad de plántulas es generalmente tan alta que los porcentajes finales de implantación logrados son bajos. Un mejor conocimiento de las diferentes estrategias de diferentes especies y cultivares para implantarse y sobrevivir en tapices naturales podría contribuir a definir mas claramente estrategias de manejo que reduzcan las pérdidas iniciales de plántulas.

De esta manera se plantea como objetivo de este trabajo evaluar la implantación de diferentes cultivares de trébol blanco y especies del género *Lotus* sobre basalto profundo bajo pastoreo rotativo. Estos fueron evaluados en el departamento de Salto, en siembra en cobertura sobre campo natural sin mejorar y previamente mejorado.

En particular se propuso describir la dinámica de la implantación de cultivares de trébol blanco que representan germoplasma con distintas estrategias de producción y persistencia bajo pastoreo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 LA REGIÓN DE SUELOS PROFUNDOS DE BASALTO COMO AMBIENTE DE IMPLANTACIÓN.

2.1.1 El clima: riesgos y oportunidades.

Las primeras fases del desarrollo de las plantas están sometidas a un alto grado de control ambiental no solo por la complejidad de los procesos bioquímicos y fisiológicos involucrados, sino por que cada fase es regulada en forma diferente por los distintos factores ambientales (Begon y Mortimer, 1986).

En la introducción de especies en cobertura, los efectos ambientales cobran una importancia fundamental al momento de explicar los resultados que se obtienen. En esas condiciones, las poblaciones introducidas se ven sometidas a presiones selectivas físicas y biológicas muy diferentes a las que podrían experimentar en siembras convencionales, donde se controlan algunas de las variables que comprometen la performance de las plantas en sus primeros estados. El establecimiento de una planta, será el resultado de una secuencia ordenada de fases y estados de crecimiento y desarrollo que implican un conjunto de respuestas adaptativas al ambiente en que esos procesos se deben llevar a cabo (Soibrig 1980).

El proceso de germinación implica una serie de cambios morfológicos, anatómicos y citológicos que se encuentran, por lo menos parcialmente, bajo control genético aunque también son regulados por combinaciones de variables del complejo ambiental (Wellington, 1966).

Para que la germinación se produzca debe haber una ganancia neta de agua por parte de la semilla. En las condiciones de humedad fluctuante que se dan a nivel de la superficie del suelo, llegar a esta situación es fundamental para asegurar una germinación rápida y uniforme (Castrillón y Pirez, 1987).

Todas las plántulas requieren condiciones favorables de humedad y temperatura desde la germinación hasta su implantación. La mayoría de ellas son muy sensibles por varias semanas, siendo afectadas seriamente por sequías, inundaciones, heladas, granizo, plagas y enfermedades.

Independientemente de la época de siembra, se pueden producir fracasos por condiciones climáticas extremas. No obstante, bajo condiciones climáticas favorables es posible lograr buenas implantaciones aún cuando no se cumplan en su totalidad las recomendaciones para la instalación del mejoramiento (Heady y Child, 1994).

Por lo tanto, las mejores condiciones para el establecimiento se presentan cuando las lluvias son más probables y efectivas, las temperaturas son intermedias, la evaporación es intermedia a baja y el suelo es mojado con frecuencia por lluvias, rocíos o neblinas (Carámbula, 1996).

Estas condiciones ofrecen un medio ambiente húmedo y tibio que permite la germinación rápida de la semilla, favorece la penetración inmediata de la radícula en el suelo y promueve la concreción de un proceso acelerado de nodulación.

Para muchas especies sin embargo, la estrategia necesaria para romper estados de latencia ó inhibidores de germinación no son las supuestas condiciones ambientales ideales sino, los rangos amplios de temperatura diurna, como en el caso de las leguminosas anuales en otoño, ó en algunas gramíneas estivales (Milot, com. pers. 2000).

El número de plántulas que alcanzan a establecerse con capacidad de superar los efectos de la competencia con la vegetación nativa y a condiciones climáticas adversas, es en último termino, el resultado del balance entre el porcentaje de germinación y la mortalidad que ocurre en ese período (Mc Williams *et.al.*, 1970; Dowling *et.al.*, 1971).

Las principales factores ambientales que actúan sobre las pasturas involucran diferentes cambios en la temperatura, luz y humedad (factores climáticos) así como variaciones en fertilidad y condiciones físicas del suelo (factores edáficos). Estos factores, que interaccionan entre sí, ofrecen períodos con presiones de diferente magnitud y determinan en gran parte la vegetación natural de una región; y también la de un mejoramiento extensivo.

En la región de estudio, los factores climáticos que afectan de manera radical el crecimiento y persistencia de las leguminosas son los déficits y excesos hídricos y las altas temperaturas (García, 1992).

2.1.1.1 Características del ambiente en la región de suelos sobre basalto.

La evolución de la evapotranspiración potencial (ETP), muestra una marcada estacionalidad siendo casi siete veces mayor en enero respecto a junio o julio. De la relación de la ETP y la lluvia surgen claras diferencias para invierno y verano (Bologna, 1997).

En relación con el crecimiento de las pasturas hay dos estaciones de activo crecimiento; primavera y otoño, determinadas por el ciclo de las especies, la disponibilidad de agua en el suelo, y la radiación solar disponible. Durante el verano aún cuando la radiación solar es alta, ocurren deficiencias de agua en el suelo que limitan el crecimiento vegetal. En invierno, las bajas temperaturas y la menor disponibilidad de radiación solar, son las causantes de la disminución de la productividad de las pasturas (Corsi, 1978).

El mismo autor, considera el clima de esta región como subhúmedo, debido a que la evapotranspiración potencial en verano es mayor que las precipitaciones, lo que ocasiona deficiencias de agua en el suelo .

En los suelos profundos de basalto las deficiencias de agua aparecen desde fines de noviembre si bien la ETP es mayor que la precipitación desde mediados de octubre, la capacidad de almacenamiento de agua de estos suelos permite acumular reservas fundamentalmente durante el invierno, las que mantienen el crecimiento de las pasturas por un período mayor (Bologna, 1997).

En lo que refiere a las temperaturas, desde el otoño a la primavera se registran valores por debajo de cero grado Celsius, pero por períodos relativamente cortos. El número de heladas agrometeorológicas es variable a través de los años ocurriendo en promedio unas 40. El período libre de heladas en la región es algo superior a los 300 días y en la parte norte no se registran heladas todos los años (Corsi, 1978; Berretta, 1998). También son de destacar los elevados valores de temperaturas máximas en los meses estivales, en los que han llegado a registrar valores de hasta 42 °C (Bologna, 1997).

La situación promedio representada por el balance climático se agrava en años particulares debido a la gran variabilidad inter e intraanual de la lluvia. Los cambios bruscos en el estado del tiempo, característicos del país, frecuentemente determinan registros de lluvia y temperatura alejados de las medias climáticas. Esta irregularidad climática impone restricciones serias a la producción de pasturas al punto de transformarse en un factor determinante del potencial productivo de las mismas (Bologna, 1997).

2.1.2 Características de las pasturas naturales como ambiente para la implantación.

Las pasturas naturales representan la riqueza básica del Uruguay. Su función no sólo consiste en salvaguardar el suelo, sino que también constituyen el primer recurso forrajero de la producción extensiva. (Carámbula, 1997).

Suelos medianamente profundos a profundos, en general muestran un alto potencial productivo, cuando es bajo el nivel de degradación y cuando el equilibrio entre las especies estivales/invernales es adecuado. Presentan un alto número de especies perennes invernales de buena calidad y productividad, cuya frecuencia suele estar un poco restringida como consecuencia del manejo actual. De todos modos, la contribución primaveral en estos tapices es máxima, ya que el pico de elongación de las especies invernales se prolonga con la elongación de las estivales tempranas (Milot *et al.*, 1987).

Sin embargo, las pasturas nativas muestran en la actualidad problemas generalizados de reducción en su capacidad productiva con porcentajes variables de suelo desnudo y degeneración praterse por avance de especies ordinarias. Asimismo, presentan una disminución en las tasas de infiltración y aumento en las de escurrimiento lo que lleva a la ocurrencia de inundaciones más frecuentes y períodos de sequía más prolongados. (Carámbula, 1996).

2.1.2.1 Competencia

La distribución y abundancia de una especie estarán determinadas en gran medida por un conjunto de eventos pasados que deben considerarse a la escala del ambiente determinado por cada fase del ciclo de vida de las plantas (Bologna y Hill, 1992).

En comunidades vegetales complejas, como las del campo natural, compuestas por distintas poblaciones coexistentes, la competencia inter e intraespecífica puede llegar a ser conjuntamente con el pastoreo un importante factor organizador de la vegetación. Al introducir una nueva población, las poblaciones existentes tenderán a desplazarla, compitiendo con ella y entre sí, para ocupar los nichos creados por el efecto del manejo de la pastura previo a la siembra.

La presencia de un conjunto heterogéneo de poblaciones establecidas debe ser considerado como una variable ambiental más por el importante efecto que ejerce sobre las poblaciones introducidas al modificar la disponibilidad relativa de los factores

necesarios para el crecimiento de las plántulas. Que una población logre implantarse dependerá entonces, no solo de la habilidad de sus semillas para germinar y la capacidad de sus plántulas para establecerse y crecer en condiciones de competencia con plantas adultas sino también de la capacidad de los individuos de la vegetación nativa de mantener su posición en la comunidad, suprimiendo las plántulas que pueden transformarse en potenciales competidores. (Robinson *et.al.*, 1961; Ross y Harper, 1972; Silvertown, 1987)

En el caso de la competencia que una población introducida sufre a partir de las etapas iniciales del desarrollo de los individuos pueden determinarse efectos de tipo cuantitativo que se evidencian por reducción de las tasas o eficiencias con que determinados procesos se realizan, o de tipo cualitativo, que como consecuencia de los anteriores determinan, por ejemplo, que una plántula se establezca o si por el contrario muere (Miller, 1967; Risser, 1969; Lasky y Wakefield, 1978; Begon *et.al.*, 1990).

Estas características se acentúan en las condiciones de siembras en cobertura, por lo que la nueva población tiende a ser excluida pero se adapta para sobrevivir. Por eso el éxito de una siembra en cobertura dependerá de la habilidad de las plántulas de sobrevivir en condiciones de competencia con el tapiz por luz, nutrientes y agua fundamentalmente (Apezteguía, 1988; Risso, 1990; Risso, 1997).

Los factores por los que puede ocurrir competencia entre las plántulas son sitios de germinación, agua, luz, oxígeno, nutrientes y CO₂.

Dado que el recurso mas limitante en estas circunstancias es la luz, las especies a ser introducidas en el tapiz deben enfrentar esta situación mediante su habilidad para escapar a las condiciones iniciales de sombra. Para ello deben presentar un grado elevado de plasticidad morfológica a través de la extensión rápida de sus órganos aéreos tales como hipocótilos, entrenudos, pecíolos y láminas, lo que les permitirá, competir con las plantas residentes.

Asimismo, resulta fundamental que extiendan rápidamente sus radículas y raíces primarias, ya que este comportamiento impedirá que las pequeñas plantas en crecimiento sucumban en situaciones de disponibilidad restringida de humedad o ante la factibilidad de registrarse sequías.

A tales efectos estas especies deben destacarse por presentar buena habilidad para competir con las especies nativas, ya que habrá que introducirlas en tapices no alterados o destruidos parcialmente, también tolerancia a niveles nutritivos bajos porque tendrá que sobrevivir junto a las especies autóctonas adaptadas a niveles pobres de nutrientes y

adaptación a niveles extremos de humedad dado que un porcentaje muy elevado de suelos presentan déficits y excesos de agua muy marcados (Carámbula, 1996).

Según Carámbula (1977), en la introducción de leguminosas a bajas disponibilidades de fósforo es muy importante controlar el tapiz, ya que las gramíneas nativas están adaptadas a los bajos niveles de nutrientes y podrían desplazar por competencia a la especie sembrada.

Por lo tanto el efecto de la competencia es mayor cuanto menor cantidad de fósforo se le suministra a la leguminosa (Fernández *et.al.*, 1994).

2.1.2.2 Estacionalidad.

En cuanto a la estacionalidad de las pasturas naturales, a pesar de que los momentos críticos de producción de forraje varían con cada tipo de suelo y el ciclo de las especies que en ellos habitan, el invierno es la época más limitante de las producciones animales en todo el país, debido a las bajas temperaturas que retardan el crecimiento de las pasturas y a las bajas presiones de pastoreo que en consecuencia éstas deben soportar en dicha época.

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

Esto se debería fundamentalmente a que las especies estivales reposan en la estación más crítica para el crecimiento (donde ocurren bajas temperaturas, poca luz dado por una corta longitud del día y una baja intensidad de luz, falta de nitrificación de la materia orgánica por exceso de humedad y baja temperatura). Otra causa secundaria que reduce la proporción de especies invernales está dada por la selectividad del pastoreo no controlado o tradicional (sobrepastoreo) (Milot, *et.al.*, 1987).

Dicho sobrepastoreo es ejercido por los animales sobre las especies invernales más productivas, quienes sufren irremediablemente una defoliación extenuante en las etapas más importantes de su desarrollo en plena crisis invernal. Por el contrario las especies estivales escapan a dicho efecto nocivo, ya que normalmente presentan un rebrote atrasado en primavera y su primer crecimiento se produce en un ambiente muy favorable, en momentos de excesos de forraje.

Este comportamiento ha conducido por efectos sucesivos y acumulativos a pasturas predominantemente primavera-estivo-otoñales con una menor producción en invierno, debido a la disminución y aún desaparición de especies de ciclo invernal productivas, muy apetecidas y perseguidas por el ganado tales como: *Bromus auleticus*, *Bromus catharticus*, *Poa lanigera* y *Stipa setigera* (Carámbula, 1996).

Berretta (1997), en estudios sobre el crecimiento estacional de pasturas naturales sobre suelos profundos de la Unidad Itapebí-Tres Arboles, señala que la primavera es la estación de mayor producción y el invierno la de menor crecimiento. La mayor variación ocurre en verano (CV=38%) seguido del invierno (CV=35%), siendo el otoño más estable (CV=5%). En verano la tasa de crecimiento varía desde 6.24 kg.MS/ha/día a 13.8 kg. MS/ha/día. En invierno varía entre 4.52 y 9.3 kg. MS/ha/día, correspondiendo este último valor a un invierno benigno, con un mínimo muy reducido de heladas.

En primavera se produce el 44% del forraje y en otoño alrededor del 25%. Las estaciones con menos producción, invierno y verano, contribuyen con el 12 y 19% respectivamente. La producción anual promedio alcanza a 4747 Kg. MS. en estos suelos. Con respecto a los suelos superficiales y medios, los profundos son los que tienen la menor proporción invernal.

El contenido de agua en la planta es menor en verano (52% de MS.) y con la mayor variación (CV=24%) dependiendo fundamentalmente del manejo de la defoliación y de los períodos de lluvia a través de los años. En las otras estaciones la materia seca varía entre 34 y 37%.

Del mismo modo, la tasa de crecimiento mensual varía a lo largo del año, con el mayor crecimiento en los meses de primavera, octubre y noviembre, y los mínimos en julio y agosto (Berretta, 1997).

2.1.2.3 Composición botánica.

La vegetación dominante en la región basáltica es herbácea y está compuesta por una mayoría de especies de gramíneas perennes, mientras que las leguminosas nativas son muy poco frecuentes; se encuentra también un número elevado de especies de otras familias botánicas: compuestas, umbelíferas, ciperáceas, juncáceas, etc., pero con frecuencias reducidas, excepto en hábitats particulares (Millot *et.al.*, 1987; Berretta, 1998).

En esta vegetación que recubre los campos hay gramíneas estivales (C4), con crecimiento en primavera, verano y otoño; e invernales (C3) con crecimiento en otoño,

invierno según la temperatura, y en primavera. Las especies estivales son las más frecuentes participando con 60 a 80% en el recubrimiento del suelo. En los suelos de basalto de mayor profundidad se encuentran con una frecuencia relativamente elevada pastos finos invernales (Berretta, 1998).

La composición botánica de los mejoramientos extensivos, como la de cualquier pastura está relacionada sustancialmente con las presiones ambientales combinadas de clima-suelo-animal.

En las situaciones en que las presiones se presenten bajas, la pastura será dominada por pocas especies poseedoras de una gran habilidad competitiva, mientras que las presiones sean relativamente altas la diversidad de la composición botánica aumentará y la pastura estará constituida por un número mayor de especies. Finalmente, cuando las presiones se presenten extremadamente altas solo sobrevivirán aquellas especies muy adaptadas a las condiciones ambientales prevalentes y por lo tanto la diversidad disminuirá sensiblemente (Grime, 1973).

Las especies más deseables para mejoramientos extensivos son aquellas que comprenden genotipos de alta productividad y adaptación general, cubriendo las necesidades de las primeras etapas de desarrollo pastoril a través de la acumulación de forraje, aumentando la fertilidad del suelo. Es por ello que en las primeras etapas de la sucesión, las leguminosas son precisamente las especies que cumplen mejor este rol básico por su productividad, calidad y aporte de nitrógeno al ecosistema. Sin embargo, hay que recordar con Hochman y Helyar (1989) que los ecosistemas naturales muy raramente son dominados por leguminosas y por lo tanto pretender el mantenimiento de poblaciones agrónomicamente deseables de estas especies en una pastura supone favorecer un estado de desequilibrio.

Esta situación lleva a aceptar el hecho que los mejoramientos son básicamente inestables o que están en estabilidad aparente.

No se debe olvidar que dado que en las pasturas naturales de la región el componente principal ó dominante es el de las especies de gramíneas perennes estivales (C4), de gran adaptación a condiciones de estrés, las especies introducidas, particularmente las leguminosas, se ven expuestas a condiciones de competencia que atentan contra la persistencia del mejoramiento. Helyar (1985) destaca precisamente las dificultades existentes para mantener asociaciones de leguminosas con gramíneas perennes tipo C4 en áreas con estaciones largas de crecimiento como las que ocurren en esta región. Estas últimas, exigentes en nitrógeno se vuelven más vigorosas y desplazan a las leguminosas pudiendo llegar a dominar el tapiz. De esta forma, el vigor del

mejoramiento a largo plazo dependerá del status de nitrógeno y por lo tanto de la presencia de leguminosas.

Por consiguiente, se debe insistir sobre la ineludible necesidad de mantener a los mejoramientos en las primera etapas del desarrollo, específicamente con leguminosas que acumulan biomasa e incrementan la fertilidad (Carámbula, 1996).

2.1.3 Características del suelo

Los suelos de esta región se han originado a partir de derrames basálticos que dieron lugar a las formaciones geológicas Arapey (basalto toleítico) y Puerto Gómez (basalto espilitico). Según su grado de desarrollo se los puede agrupar en suelos superficiales y profundos. Estos diferentes tipos de suelos se asocian en distintas proporciones, dentro de una misma Unidad, dando lugar a un intrincado mosaico, con cambios notables en cortas distancias. La profundidad de los mismos varía desde la roca desnuda hasta aproximadamente 1 m. (Berretta, 1998).

En los suelos profundos, la capacidad máxima de almacenamiento de agua puede estimarse en 200 mm, por lo que el período de déficit hídrico puede comenzar desde fines de octubre y se extiende hasta marzo o abril (Berretta, 1998).

No obstante en situaciones de siembras en cobertura, es de muy poca trascendencia la capacidad total de almacenamiento de agua del perfil, ya que los procesos que ocurren para germinar y establecerse se realizan básicamente sobre la superficie del suelo (Campbell, 1973 cit. por Bologna y Hill, 1992).

Los valores de pH en suelos profundos oscilan entre 5,4 hasta 5,8, con capacidad de intercambio catiónico (CIC) entre 45 a 90 meq/100g, materia orgánica (MO) entre 8 y 13% y porcentaje de saturación en bases en torno al 85% en los estratos superiores (Dirección de Suelos y Fertilizantes, 1974 citado por Bemhaja, 1996).

Según Durán (1985), los dos principales tipos de suelos medianamente profundos y profundos asociados en proporciones variables a los suelos superficiales, son Brunosoles y Vertisoles. Estos son suelos con contenidos de fósforo bajos con capacidad de fijación media de este elemento.

El establecimiento temprano de las leguminosas es extremadamente dependiente de las características del suelo ya que poseen escasa capacidad de penetración en suelos secos y compactados, resaltando la importancia de sembrar en momentos que existan condiciones de humedad adecuadas (Campbell, 1973 citado por Bologna y Hill, 1992).

La humedad disponible es seguramente el factor limitante más importante en los procesos de germinación y emergencia.

La variabilidad espacial en el suelo al momento de la siembra define en gran medida la performance de germinación, establecimiento y sobrevivencia de la especie sembrada (Harper, 1977; Hartgerink y Bazzaz, 1984).

Las limitantes generales más importantes que se presentan en los suelos de las distintas zonas factibles de incluir mejoramientos son la baja disponibilidad de fósforo y la elevada acidez. Así mismo, la compactación de los niveles superiores del suelo puede convertirse en un problema para las siembras y resiembras naturales de las leguminosas en general (Carámbula, 1996).

El suelo constituye la fuente básica de recursos necesarios para que el proceso de implantación se produzca. Inclusive, las variaciones en la topografía del suelo afectarán las condiciones a nivel micro ambiental (temperatura, calidad y composición de la luz incidente, humedad relativa, etc.) a la que estarán expuestas las semillas. De cualquier manera la heterogeneidad espacial y cronológica constituye una de las características del medio edáfico, pudiendo ser considerado como más o menos adverso para la germinación y emergencia en diferentes momentos. Las condiciones para la germinación sobre el suelo raramente son óptimas porque los recursos y condiciones requeridas por cada especie para una adecuada germinación cuanti y cualitativa son diferentes y generalmente no se dan en forme simultánea. Por otra parte si bien el suelo es reservorio de agua y nutrientes, también es un ecosistema donde viven parásitos, predadores y microorganismos patógenos conformando un complejo de factores bióticos antagónicos que pueden atacar a las semillas e incluso a las plántulas (Harper, 1977; Hartgerink y Bazzaz, 1984).

La heterogeneidad ambiental a la escala del tamaño de las semillas sembradas, no es solamente espacial, la micro topografía edáfica nunca es estática. La superficie del suelo está sometida a perturbaciones constantes a través de la actividad biótica (compactación por pisoteo excesivo, efectos de la fauna del suelo, senescencia de raíces y porciones aéreas de la vegetación, etc.) y de los factores climáticos (escurrimiento superficial, infiltración, ciclos de humedecimiento y secado, efectos de las gotas de lluvia). Por esa variación cronológica, las condiciones pueden hacerse paulatinamente más o menos favorables para la germinación e implantación de la población introducida, afectando la velocidad y uniformidad en que se producen esos eventos. A esto se suma la variabilidad existente entre los diferentes tipos de suelo en cuanto a las propiedades de su superficie y a los atributos de las comunidades que sustentan, por lo que la disponibilidad diferencial de micro sitios en cada situación particular pueden contribuir a

explicar la gran aleatoriedad en el comportamiento de una misma especie sembrada sobre distintos suelos. En este sentido, a estas variaciones espaciales y cronológicas debe agregarse el hecho que los requerimientos para la germinación e implantación son distintos para cada especie y varían para cada proceso (Harper *et.al.*, 1965; Harper y Benton, 1966; Heidecker, 1973; Solbrig, 1980; Hartgerink y Bazzaz, 1984).

Por eso, la interfase semilla suelo en siembras en cobertura no constituye el medio óptimo para el establecimiento de poblaciones introducidas como semillas. Si bien las condiciones pueden ser adecuadas al momento de la siembra, pueden tomarse desfavorables súbitamente. De la misma forma, aunque se den simultáneamente todas las condiciones para que la germinación se produzca, éstas pueden hacerse inadecuadas para el establecimiento e incluso para la sobrevivencia de la plántula ya establecida (Bologna y Hill, 1992).

2.1.4 Manejo de la implantación en el basalto.

La constante aparición en el mercado nacional y mundial de nuevos cultivares demanda una evaluación continua de aquellos materiales que se reportan para similares condiciones ecológicas.

Existen varias razones para evaluar las leguminosas; además de aportar alimento de alto valor nutritivo para el ganado, durante un período anual específico, pueden contribuir al aumento de las reservas de nitrógeno del suelo y así favorecer la producción de las gramíneas más productivas (Ball *et.al.*, 1996; Awan *et.al.*, 1993 citado por Bemhaja, 1998).

2.1.4.1 Especies sembradas en cobertura.

Trifolium repens:

Especie leguminosa perenne invernal, rastrera, que se extiende por medio de estolones, que producen raíces adventicias en cada nudo, favoreciendo su supervivencia por multiplicación vegetativa, además de su reproducción sexual por semilla (Berriel, 1956; Burdon, 1983)

Se adapta a suelos de textura media a pesada, con pH neutro, fértiles (alto contenido de materia orgánica) y buena capacidad de almacenamiento de agua. Tolera condiciones de drenaje deficiente y es altamente susceptible a sequías y altas temperaturas de verano (Carámbula, 1977; Carámbula 1996).

De acuerdo a las características de los suelos de basalto profundo esta especie se adaptaría a estos, sin olvidar las restricciones impuestas por las condiciones de verano que afectan su persistencia.

Esta especie, presenta altos requerimientos de fósforo, y responde a niveles crecientes de ese nutriente por lo que la fertilización fosfatada constituye un requisito fundamental para lograr una adecuada implantación (Carámbula, 1977; Millot *et.al.*, 1988).

En cuanto a su crecimiento, es de bajo vigor inicial y establecimiento lento (Carámbula, 1977), lo cual constituye una limitante para su utilización en mejoramientos en cobertura.

Los cultivares de trébol blanco se agrupan o clasifican en “tipos” asociados a determinadas características. El tamaño de hoja ha sido el principal carácter de diferenciación y normalmente se reconocen grandes grupos según sean de hoja pequeña, intermedia o grande. Los de hoja grande tienen en general menor número de estolones pero estolones más gruesos y son más altos que los de hoja pequeña, que son muy postrados. Los de hoja pequeña tienen raíces fibrosas y superficiales, mientras que los de hoja grande tienen un sistema radicular más profundo con raíces pivotantes primarias y secundarias (García, 1996).

Caradus (1989), concluyó que los principales criterios para distinguir entre grupos de trébol blanco eran el tamaño de hoja y la cianogénesis y lo clasifica en cuatro grandes grupos: I. Hoja pequeña, postrados; II. Hoja intermedia, baja cianogénesis; III. Hoja grande, alta cianogénesis; IV. Hoja grande, baja cianogénesis (tipo Ladinos).

La cianogénesis es particularmente utilizada para distinguir entre tipos ladinos (acianogénicos) y otros tipos de hoja grande. No obstante, tiene cierta influencia indirecta en la performance agronómica. Niveles cianogénicos moderadamente altos en hojas, están asociadas con mejoras en rendimiento y persistencia (Caradus y Williams, 1989 citado por Caradus, Hay y Woodfield, 1995).

En general los cultivares de hoja pequeña, son más adecuados para pastoreos continuos e intensos con ovinos, donde la persistencia es más importante, mientras que los cultivares de hoja grande son más adecuados a pastoreos rotativos con vacunos y poco severos.

En experimentos realizados por Barbour, Caradus, Woodfield y Silvester (1995) en macetas con niveles controlados de humedad, encontraron que bajo condiciones de buena humedad del suelo (53%) fueron encontradas diferencias significativas en

productividad entre cultivares, los cultivares de hoja grande tendieron a ser más productivos que aquellos con hojas más chicas. Bajo un alto stress de humedad (19% de humedad del suelo) estas diferencias no fueron evidentes, todos los cultivares tuvieron aproximadamente igual productividad. Los cultivares de hoja grande generalmente son más sensibles al stress de humedad.

Caradus *et.al.* 1980 citado por García (1996), encontraron que en Nueva Zelanda en las zonas secas (menos de 700mm al año), las poblaciones de TB tenían hojas más grandes, eran más erectas y con raíces pivotantes más grandes, que los de la zona húmeda (1400 mm al año). Concluyeron que raíces pivotantes más grandes pueden ser una importante característica adaptativa de genotipos de trébol blanco más tolerantes a la sequía.

En conclusión, para niveles fijos de humedad en el suelo, los cultivares de hoja grande serían más sensibles a deficiencias de agua, pero en condiciones de campo estos cultivares (hoja grande y raíz pivotante) estarían mas adaptados a la sequía.

Especies del Género *Lotus*.

El genero *Lotus* L. (*Leguminosae*, *Loteae*) contiene aproximadamente 100 especies (Gunn, 1983; Pollhill, 1994, citado por Arambarri y Balatti, 1999), distribuidos en todo el mundo. Se encuentran plantas anuales y perennes de raíz principal muy extensa (MacDonald, 1946 citado por Arambarri y Balatti, 1999). Algunas especies como *L. pedunculatus* Cav. poseen rizomas. La hoja generalmente presenta cinco folíolos pubescentes o glabros. La inflorescencia posee de una a varias flores. Las vainas, frecuentemente deiscentes poseen de 1 a 30 semillas excepcionalmente 45. La forma de la semilla es generalmente ovalo-redondeada, con una longitud de 0,8 a 4 mm. (Arambarri y Balatti, 1999)

Parecería que dentro del género *Lotus*, las especies perennes toleran todos algo de inundación invernal, drenaje pobre, salinidad, acidez o alcalinidad y sequía, pero que las especies difieren en su grado de tolerancia a cada uno de éstos. Para la mejor producción posible de las especies perennes se recomienda para suelos salinos y/o de drenaje pobre *L. tenuis*, para suelos alcalinos y secos en verano *Lotus corniculatus* y para suelos ácidos y/o excesivamente húmedos *Lotus pedunculatus* (Hein, 1970; Hein *et.al.*, 1967; Montes 1988; Small, 1989, citado por Arambarri y Balatti, 1999; Langer 1981)

2.1.4.2 Fertilización.

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

En general se considera para los distintos tipos de suelos de nuestro país, que su capacidad de suministro de nutrientes es limitada. Esta deficiencia es crítica en lo referente a fósforo y nitrógeno, siendo necesaria su corrección mediante fertilización (Millot, 1985; Jaso y Olaondo, 1986; Moron *et.al.*, 1986; Montes y Ochoa, 1986; Risso, 1990; Risso, 1991; Mas *et.al.*, 1991 citado por Bologna y Hill, 1992). Particularmente, los suelos del área de basalto son pobres en fósforo (Bemhaja, 1998).

En cuanto a otros nutrientes, Termezana, 1976 citado por Fernandez *et.al.*, 1994, trabajando en suelos sobre basalto halló que solamente en algunos Litosoles negros se encontraban diferencias significativas a favor de la aplicación de potasio y azufre, y no se encontró respuesta al molibdeno.

A la implantación, el objetivo de la fertilización fosfatada en un mejoramiento es posibilitar el establecimiento de la leguminosa y acelerar su crecimiento para obtener una pastura vigorosa (Millot *et.al.*, 1987).

En los mejoramientos extensivos el adicionar fósforo promueve el establecimiento de las plantas y en especial de las leguminosas. (Bemhaja, 1998).

En siembras en el tapiz, la fertilización que se realiza a la siembra, también se hace en cobertura, sin incorporación de los nutrientes. Esto determina que se obtenga una gran disponibilidad de fósforo en los primeros centímetros del suelo, mientras en posiciones más profundas del perfil la disponibilidad corresponde a los valores naturales del mismo (Santiñaque, 1984). Este patrón de distribución del nutriente que se obtiene a partir de esta técnica puede inducir a un modelo de crecimiento de las plantas que implica gran susceptibilidad a condiciones de stress hídrico, desarrollando sistemas radiculares superficiales (Jaso y Olaondo, 1986; Lambert, 1986).

La fertilización en cobertura puede presentar sin embargo, algunas ventajas tales como la de minimizar los efectos de los procesos de fijación e inmovilización del fósforo en el suelo y reducir el impacto de la erosión (Jaso y Olaondo, 1986; Lambert, 1986).

A partir del momento en que la plántula agota las reservas seminales de nutrientes, lo que ocurre entre los siete y catorce días post-germinación, la fuente de

nutrientes pasa a ser del suelo por lo que la fertilización juega un rol importante en la introducción de especies, sobretodo a partir del momento de la germinación (Krigel, 1967).

El conocimiento de la fuente y dosis a aplicar en las diferentes etapas del mejoramiento, es de alto valor biológico y económico en situaciones de mejoramientos extensivos, sin mezclas de fertilizantes con el suelo (Bemhaja, 1998).

Fernandez *et.al.*,1994, relativiza la confiabilidad de los análisis de suelo para las recomendaciones de fertilización fosfatada en siembras en coberturas, basadas en la guía de fertilización de pasturas de Castro *et.al.* (1981). Esto se debe a que la dinámica del fósforo en suelos imperturbados es distinta a la de los laboreados.

Según Bemhaja (1998), en experiencias realizadas sobre basalto las leguminosas presentan una mejor respuesta a las fuentes solubles de fósforo en las condiciones de mejoramiento extensivo con fertilizaciones en cobertura. También encontró, que el nivel de 60 unidades de P₂O₅/Há permitió un buen establecimiento del componente leguminosa. Refertilizaciones anuales de 40 unidades de P₂O₅/há permiten mantener presencia y producción de las mismas.

El fósforo debería ser aportado no sólo en el momento de la implantación de las especies, sino en sucesivas refertilizaciones anuales. Sólo de esta forma el mejoramiento se mantendrá equilibrado y productivo (Carámbula, 1996).

En cuanto al nitrógeno, se encuentra también a niveles deficitarios en todos los suelos, normalmente debería ser aportado por las leguminosas implantadas. No obstante, en algunos casos se recomienda su uso en dosis bajas para favorecer el crecimiento de las mismas leguminosas, hasta tanto no hayan nodulado (Carámbula, 1996).

2.1.4.3 Tratamiento previo del tapiz.

El tapiz del campo natural debe ser acondicionado en forma correcta para recibir a las semillas. A tales efectos deben efectuarse tratamientos intensos de debilitamiento (pastoreo, maquinaria, otros) (Carámbula *et.al.*, 1994). Con ellos se pretende regular la densidad de la cubierta vegetal existente al momento de la siembra, favorecer el contacto semilla-suelo, y controlar la competencia que pueda ejercer la pastura nativa (Arrospide y Ceroni, 1980; Hill, 1982 citado por Bologna y Hill, 1992).

Los tratamientos a utilizar dependerán de las características de la pastura (por Ej. desde tapices abiertos hasta densos y agresivos). Con estos no se trata de eliminar la

pastura natural sino que se trata de crear nichos ecológicos a ser utilizados por las especies introducidas.

Según Carámbula (1994), en general se recomienda comenzar los tratamientos mediante pastoreos intensos en verano principios de otoño, de tal manera que los mismos no se realicen con muchos meses de anticipación, de manera de no promover la formación de un tapiz rastrero y entramado que competirá en mayor grado sobre las semillas germinadas.

A este respecto, Millot *et.al.* (1987), señalan que no deberá confundirse acondicionamiento del tapiz con sobrepastoreo.

En tapices muy agresivos, es muy importante iniciar el acondicionamiento desde el invierno anterior a la siembra evitando la acumulación de forraje en primavera. Dicho pastoreo severo se continuará en verano a los efectos de abrir el tapiz (Carámbula, 1996).

La vegetación nativa de los suelos de basalto profundo se caracteriza por ser usualmente muy cerrada (Millot *et.al.*, 1987). Esto es importante considerarlo a la hora de realizar el tratamiento previo del tapiz. Dicho autor, enfatiza en realizar arrases con dotaciones mixtas altas desde la primavera anterior a la siembra, alternados con períodos de descanso. Esto provocaría el cambio en el hábito de crecimiento de las especies nativas, tornándolas más erectas, favoreciendo así a las especies más productivas y dejando los nichos necesarios para la implantación de las leguminosas introducidas (Millot, *et.al.*, 1987).

Previo a la siembra, en otoño, se debería incluir un pastoreo intenso que lleve al tapiz a una altura razonable, llevándolo a consumir reservas antes del invierno. De esta forma, el rebrote de comienzo de primavera no será agresivo y se acompañará con el crecimiento de la especie introducida (Risso y Morón, 1990; Risso, 1991).

En todos los casos, si se espera a último momento será imposible bajar la pastura en forma adecuada y la instalación será deficiente a menos que se recurra a tratamientos adicionales de quema o con herbicidas (Carámbula, 1996).

Según las condiciones del tapiz como resultado de este tipo de tratamiento, es importante definir el método de siembra más adecuado. Brum (1996), recomienda en tapices cerrados y baja humedad del suelo a la siembra, un mínimo de laboreo que aumente la posibilidad de un mayor contacto de la semilla con el suelo (zapata, excéntrica, siembra directa), mientras que en situaciones de tapices erectos o abiertos recomienda siembras en cobertura.

2.1.4.4 Densidad de siembra.

El número de plantas por unidad de superficie es uno de los componentes básicos de la productividad de una población. Existe una relación lineal entre la densidad de siembra y el rendimiento poblacional, teniendo en cuenta que luego del establecimiento los recursos del ambiente comienzan a controlar la tasa a que esa población crece (Gastó, 1980; Silvertown, 1987).

En nuestro país es común la utilización de cantidades de semilla mayores para mejoramientos extensivos que en siembras convencionales, por las condiciones menos favorables para la implantación y por la menor sobrevivencia que se registra en las siembras en cobertura (Risso, 1990).

Carámbula (1977), afirma que las especies anuales de buena resiembra no necesitan de densidades altas, sobretodo si hay ocurrencia de estrés hídrico donde es importante el logro de plantas con buenos sistemas radiculares. Altas densidades pueden ser recomendables cuando los suelos puedan sustentar una población numerosa.

Algunas especies perennes como el trébol blanco por ejemplo, poseen una amplia capacidad de exploración del ambiente por su forma de crecimiento estolonífero y una alta capacidad de producción de semillas, lo que permite la utilización de densidades de siembra mas bajas siendo relativa la importancia de la obtención de un elevado stand inicial de plantas (Grime, 1982; Olmos, 1991).

Cabe destacar que en nuestro país el principal criterio utilizado para la elección de las densidades de siembra se basa en la experiencia generada a nivel local, aunque los antecedentes disponibles indican que los rangos de densidades utilizadas permiten la obtención de poblaciones iniciales adecuadas (Carámbula, 1977; Millot *et.al.*, 1987; Risso, 1991).

A estas consideraciones, debe agregarse la incidencia en el costo relativo del mejoramiento en la elección de la densidad de siembra, especialmente para algunas especies en particular.

Según Carámbula (1996) las densidades de siembra recomendadas para siembras en cobertura son las siguientes; *Lotus pedunculatus*, puro 2-4 kg/Há; *Lotus tenuis*, puro 4 kg/Há; *Trifolium repens*, 4 kg/Há puro y de 2-4 kg/Há en mezclas.

2.1.4.5 Tratamiento previo de la semilla.

Los tratamientos previos, que pueden incluir la inoculación de la semillas de leguminosas, el peleteado, la escarificación y otras técnicas, son una de las alternativas por las que se puede conferir a las semillas ventajas competitivas potenciando las características determinadas genéticamente (Scott, 1975).

El tratamiento de la semilla es especialmente importante en siembras en cobertura, donde ésta se encuentra expuesta a condiciones ambientales particularmente adversas como fluctuaciones muy rápida de humedad y temperatura que afectan tanto a la germinación como al establecimiento de la plántula.

La inoculación consiste en la aplicación de microorganismos a las semillas (rizobium, bacterias, micorrizas), con el fin de obtener mejores resultados de implantación y mejoramiento productivo (Frioni, 1990).

La implantación de los mejoramientos debe ser siempre asegurada mediante la provisión en los inoculantes de bacterias seleccionadas que se encuentren facultadas genéticamente para establecer una estrecha relación simbiótica que funcione eficazmente en ambientes limitantes (Russell, 1996).

Las bacterias simbióticas, son muchas veces específicas para cada leguminosa, aunque en algunos casos como sucede en trébol blanco y rojo son infectadas por el mismo rizobio (*Rhizobium trifolii*). Por otra parte, en el suelo puede estar ausente la cepa correcta de rizobio o este puede estar presente en densidades inadecuadas; a su vez, pueden existir poblaciones importantes de cepas inefectivas y altamente competitivas (Carámbula, 1977; Carámbula *et.al.*, 1987; Coll, 1991 citado por Bologna y Hill, 1992).

La raza requerida por el *L. pedunculatus* es bien diferente de aquella que es efectiva en el *L. corniculatus* y *L. tenuis* (Erdman y Means, 1949) citado por Langer. El uso del inóculo específico de una especie sobre la semilla de otra perteneciente a otro grupo de rizobio, resultará en el fracaso de la nodulación, y por último, en la muerte de las plántulas.

El peleteado también llamado pildorizado, adquiere un elevado valor como protector de la semilla y el inoculante. Ello las protege contra la desecación provocada por la acción directa del viento y el sol, lo cual redundará en beneficio de la germinación, crea un medio ambiente más apropiado para la vida del rizobio y protege la semilla contra la hormiga (Carámbula, 1996).

Los materiales de revestimiento más utilizados son aquellos que poseen una buena capacidad absorbente siendo beneficioso que además aporten nutrientes, por lo que los de uso más generalizados son el carbonato y el hiperfosfato en polvo.

En los suelos de nuestro país existen cepas nativas (que en condiciones normales nodulan al trébol de campo (*Trifolium polymorphum*)) pero que en trébol blanco se comportan como parásitas. Esto es uno de los principales motivos por el cual, el trébol blanco ha tenido frecuentes problemas de implantación, especialmente cuando se siembra en campo natural, sin antecedentes de esta leguminosa (Dutto, 1999).

2.2 UTILIZACIÓN DE COBERTURAS

2.2.1 Carga animal y composición de la carga.

La producción, distribución, variabilidad y calidad de forraje del campo natural de basalto, limita la productividad de la empresa ganadera. La carga animal y el método de pastoreo aparecen como las principales herramientas en el manejo de los mejoramientos de campo (Bemhaja, 1998).

El rendimiento y calidad de forraje de estas pasturas mejoradas es sensiblemente mayor que el de los campos naturales y su utilización con categorías eficientes, evidencia una importante capacidad de carga, con buen comportamiento animal y en consecuencia alto potencial productivo (Risso; Berretta y Bemhaja, 1997).

La carga animal (expresada en kg/há), es la variable de manejo que ejerce mayor impacto sobre la productividad y estabilidad del ecosistema pastoril. Dado que la disponibilidad de forraje y los requerimientos nutritivos de los animales varían a lo largo del año, el efecto de la carga animal resulta en modificaciones en la presión de pastoreo (Kg. de forraje/animal/día), lo cual determina no solo cambios en la intensidad y frecuencia de la defoliación sino también alteraciones en la composición, altura y estructura de la pastura (Carámbula, 1996).

Cuando la intensidad de uso de las comunidades aumenta, las mismas reaccionan a través de la composición botánica con un incremento en la proporción de especies anuales, rastreras y mayor porcentaje de suelo desnudo, al disminuirse la presión de pastoreo, dicha respuesta del tapiz interacciona con otras variables como el tipo de suelo, humedad del mismo, topografía y nivel de fertilidad. Por el contrario, con baja carga animal se permite el desarrollo de especies más altas y erectas, con valores de mayor área foliar, proliferando las gramíneas que sombrean a las leguminosas haciendo que estas disminuyan su frecuencia de aparición (Cesar, 1991; Fuls *et.al.*, 1991; Yonkeu,

1991 y Zhu *et.al.* 1991; Cabido *et.al.*, 1989; Diaz, 1989 y Gordon, 1990; Smoother, 1981 citado por Caubarrere y Cervieri, 1997).

La carga animal, el método de pastoreo y la relación ovino/bovino son algunos de los factores que afectan la composición botánica de las pasturas (Noy-Meir *et.al.*, 1989; Heady y Child, 1994 citado por Berretta, 1998). Por lo tanto, el estudio de la influencia de los mismos permite conocer los cambios que se producen en las comunidades vegetales, así como determinar la evolución de las mismas en el tiempo (Berretta, 1998).

La dotación es aún el principal problema de manejo de las pasturas naturales y la habilidad para superar este problema será en parte obstaculizada por la aptitud para determinar la capacidad de carga adecuada (Walker, 1985 citado por Berretta, 1996). Así mismo, se requieren períodos de descanso para prevenir que una parte de las plantas sea desfoliada demasiado frecuente e intensamente. El éxito o fracaso de un sistema de pastoreo está estrechamente relacionado con la respuesta que se obtiene de la comunidad vegetal (Beck, 1980 citado por Berretta, 1996).

Según Risso; Berretta y Bemhaja (1997), en experiencias realizadas sobre basalto el aumento de la dotación de 0.8 a 1.0 UG/ha. manteniendo el pastoreo continuo, provoca cambios desfavorables en la vegetación, con incremento de las hierbas enanas y pastos postrados. Así mismo con esta dotación y una relación lanar/vacuno de 5/1 resulta en una degradación del tapiz y una disminución del rendimiento respecto a la relación 2/1, bajo este manejo.

La combinación en el pastoreo de dos o más especies, que tengan distintas preferencias en su dieta o por condiciones del terreno, permiten aumentar la carga un 10% (Nolan y Connolly, 1989 citado por Pittaluga, Berretta y Risso, 1998) e incrementar la cantidad de forraje consumido hasta en un 25% (Vallentine, 1990 citado por Pittaluga, Berretta y Risso, 1998)

Con respecto a los lanares se ha encontrado que su comportamiento mejora cuando pastorean junto con los vacunos, lo que sugiere que los ovinos compiten mejor con los vacunos que con su propia especie. Con respecto a los vacunos la situación no es tan clara y en pasturas mejoradas se encontró comportamiento de novillos similar o ligeramente mejorado, bajo condiciones de pastoreo mixto (Pittaluga; Berretta y Risso, 1998).

La competencia entre los animales en pastoreo inter e intraespecífica, ocurre cuando hay limitaciones en el suministro de algunos elementos necesarios para la vida.

No todas las interacciones son competitivas sino que también pueden ser complementarias. Dado que todo pastoreo es selectivo con respecto a la vegetación, el realizado por una sola especie animal produce cambios, perjudicando las especies vegetales preferidas. Un adecuado balance de las especies animales que pastorean pueden prevenir cambios no deseados en la vegetación, maximizando la capacidad total de pastoreo o aún direccionando los cambios a la composición deseada (Pittaluga; Berretta y Risso, 1998).

3. MATERIALES Y MÉTODOS:

3.1 UBICACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL:

El ensayo se realizó en el establecimiento “Los Candados”, propiedad del Ing. Agr. Fernando Gorriti, ubicado sobre ruta 4, Km. 83 departamento de Salto. Este se llevó a cabo sobre suelos profundos de la región basáltica.

El experimento se desarrolló desde junio de 1998 hasta abril de 1999. Los ensayos se ubicaron en dos potreros pertenecientes al Proyecto “Evaluación de la respuesta a la fertilización y mejoramientos con leguminosas en cobertura en condiciones de pastoreo y en términos de producción animal” de la Cátedra de Fertilidad de la Fac. de Agronomía con el Plan Agropecuario.

3.2 ANTECEDENTES DE LOS POTREROS UTILIZADOS

Potrero 1 (P1): Campo Natural sin mejorar.

*Potrero 2 (P2): Campo Natural Mejorado con *Lotus corniculatus* y *Trofolium repens*, el cual fue instalado en 1995. Fue fertilizado a la siembra con 45 kg. de P₂O₅/Há de superfosfato. Se realizaron refertilizaciones anuales en otoño con 30 unidades de fósforo (kg. P₂O₅/Há).*

La topografía se presentaba plana sin diferencias entre los potreros.

Los potreros eran uniformes y no presentaban diferencias en su composición botánica original.

3.2.1 Características edáficas:

Los ensayos fueron instalados sobre Vertisoles rúpticos de la Unidad Itapebí-Tres Árboles.

El análisis de suelo en 1997, arrojó los siguientes resultados:

	Potrero 1	Potrero 2
P Bray (ppm)	5	7
pH H ₂ O	5,7	5,6
M.O.	5,8%	6%

Cuadro 1: Análisis de suelo

3.2.2 Estructura del tapiz

Por apreciación visual se determinó la cobertura del tapiz en las parcelas en el momento de la siembra (cuadro 2).

La población promedio de plantas residentes era: *Lotus corniculatus* 5 plantas/m², y de trébol blanco 7 plantas/m².

	CN sin Mejora	CN Mejorado
obertura Verde	59%	64%
Restos Secos	18%	23%
Suelo Desnudo	23%	13%
Total	100%	100%

Cuadro 2: Estructura del tapiz, del campo natural mejorado y sin mejorar.

La composición botánica de los potreros (campo natural mejorado y sin mejorar) era similar, siendo las especies nativas dominantes las siguientes: *Panicum milioides*, Ciperaceas, *Paspalum dilatatum*, *Coelhorachis selloana*, *Axonopus affinis*, *Paspalum notatum* y malezas enanas.

3.3 CONDICIONES CLIMÁTICAS

3.3.1 Descripción del ambiente climático en el año de implantación

El año de siembra (1998), se caracterizó por una marcada superioridad en las precipitaciones comparado con el promedio histórico (período 1961-90) siendo de 1797 mm. y 1322 mm. respectivamente, esto son datos de precipitaciones acumuladas desde enero a diciembre. Si comparamos las precipitaciones ocurridas en un año desde abril hasta marzo del siguiente (1999), la situación cambia siendo 1225 mm. para el período de ensayo (98-99) y de 1447mm para un año promedio.

De los datos climáticos de tablas (apéndice 1) se desprende que en el otoño hubo abundantes precipitaciones con valores muy superiores a lo esperado (promedio histórico), mientras que a partir de mediados de invierno hasta el otoño siguiente los valores de precipitaciones ocurridas fueron inferiores a lo esperado (media histórica) (Figura 1).

Precipitaciones 1998-1999 Desviación del promedio

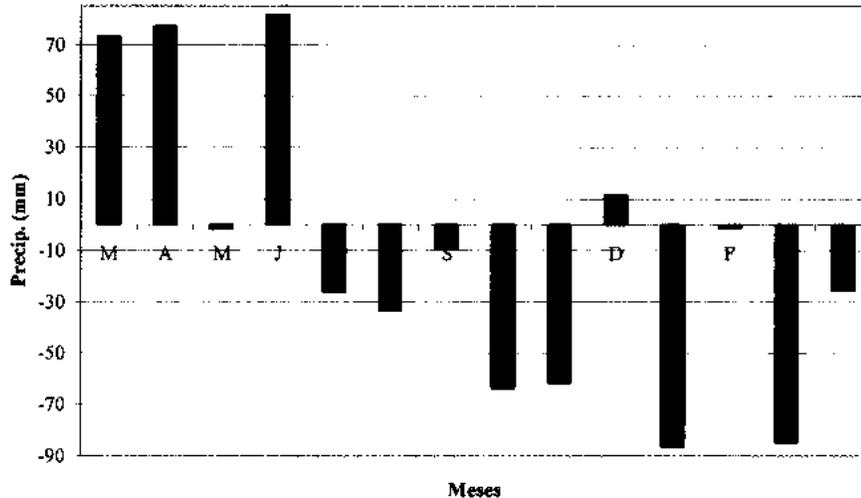


Figura 1: Desviación de las precipitaciones (mm.) con respecto al promedio del período (1961-1990) desde marzo de 1998 hasta abril de 1999.

3.3.2 Balance hídrico seriado

Se realizó el balance hídrico seriado en el período experimental para los primeros 20 cm. del perfil. Se consideró una lámina de 200mm como capacidad de almacenaje de agua disponible. Dadas las abundantes precipitaciones ocurridas en los meses anteriores al inicio del experimento (figura 1), se consideró un almacenaje inicial de agua de 20mm.

En la figura 2, se observa que a partir del mes de octubre comienza un período de deficiencias hídricas importantes que se extiende hasta el mes de marzo de 1999. El agua almacenada disponible en los primeros 20 cm alcanza valores mínimos de 5,2mm en los meses de enero y marzo. Esto revela la baja disponibilidad de agua durante el período estival, lo cual es crítico para la sobrevivencia de las plantas.

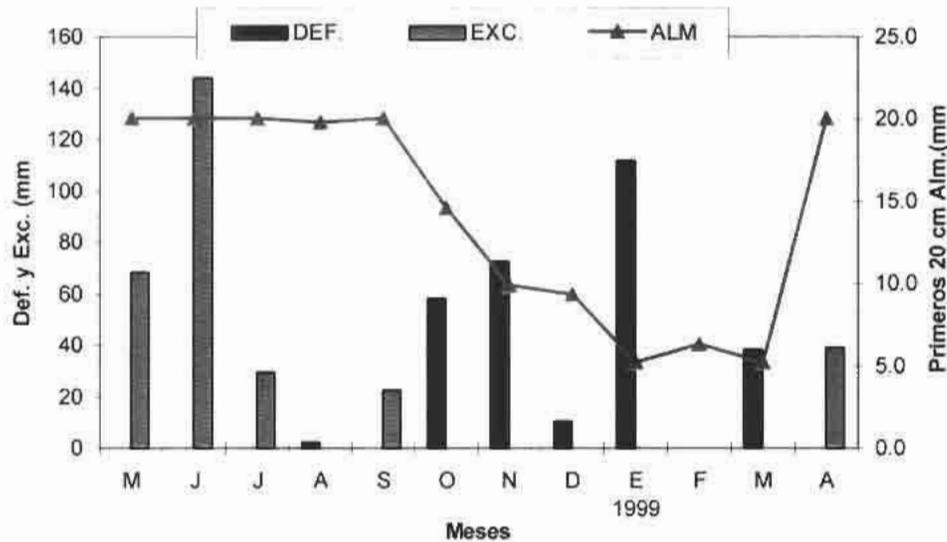


Figura 2: Balance hídrico seriado para el período mayo 98 - abril 1999.

3.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES UTILIZADOS.

Los tipos de cultivares de trébol blanco pueden clasificarse de acuerdo a su tamaño relativo de hoja. A pesar de que el tamaño relativo de hoja puede variar de acuerdo a las condiciones ambientales, manejo del pastoreo y etapas de crecimiento de la planta, las diferencias entre cultivares generalmente se mantienen y proveen una indicación de la morfología de cada tipo. La densidad de estolones es un factor importante en la persistencia del trébol blanco, ya que la producción de estolones es esencialmente su sobrevivencia vegetativa en la pastura. Dentro de cada categoría de tamaño de hoja difieren en su adaptación a diferentes ambientes y por lo general su adaptación regional se relaciona con las condiciones en que se seleccionaron y mejoraron los diferentes cultivares (Bologna com. pers., 2000).

Los cultivares utilizados son públicos, de diferentes orígenes y corresponden a tipos de crecimiento que aún no hay disponibles a nivel comercial en Uruguay.

Las semillas de *Trifolium repens* SUSTAIN y PROP y *L. pedunculatus* SUNRISE, fueron obtenidas de Ag Research, Nueva Zelandia y la de *Trifolium repens* DUSI provino de ARC, Sudáfrica. La semilla de *Lotus tenuis* fue adquirida en plaza y corresponde al cultivar LARRAÑAGA.

Trifolium repens cultivar PROP:

Presenta tamaño de hoja pequeña, hábito de crecimiento prostrado y una alta densidad de estolones (Barbour, Caradus, Woodfield y Silvester 1995). Se adapta a pastoreo continuo a bajas cargas. Es originario de Nueva Zelanda y fue seleccionado en la región seca de colinas en Waikato, south Auckland y Coromandel, por floración temprana y prolífica, alta capacidad de resiembra y por rendimiento (Macfarlane y Sheath 1984 citado por Caradus, Hay y Woodfield 1995). Es el cultivar de floración más temprana y profusa, posee más de 25% de semilla dura. Se comporta como especie anual. Fue originado a partir de una policruza entre 50 plantas seleccionadas en el Whatawhata Research Centre en 1979-80 (Anon 1993 citado por Caradus *et.al.* 1995).

Trifolium repens cultivar GRASSLANDS SUSTAIN:

Fue creado en 1994, posee tamaño de hoja medio a grande, su hábito de crecimiento es moderadamente erecto y posee una alta densidad de estolones (Barbour, Caradus, Woodfield y Silvester 1995). Fue seleccionado por estolones con alta densidad de puntos de crecimiento sin sacrificar el tamaño de hoja ni la producción desde cruzamientos entre germoplasma neocelandés y del Mediterráneo y USA (Caradus *et.al.* 1995). Se adapta a pastoreos rotativos. El potencial de rendimiento y la persistencia usualmente fueron asociados negativamente. El tamaño de hoja y el hábito erecto contribuyen al potencial de rendimiento y la densidad de puntos de crecimiento de los estolones a la persistencia. Este cultivar fue desarrollado para incrementar la densidad de los puntos de crecimiento de los estolones a partir de un cultivar de tamaño de hoja medio a grande (Caradus, Clifford, Chapman, Cousins, Williams y Miller 1997) (Figura 3).

Trifolium repens cultivar DUSI:

Es originario de Sudáfrica, presenta tamaño de hoja muy grande, densidad de estolones moderadamente baja. Fue seleccionado para pasturas intensivas y ha mostrado muy buena adaptación en siembras convencionales en el sur de nuestro país, especialmente logrando alta productividad bajo condiciones de riego. Pertenece al tipo Ladino y presenta hábito de crecimiento erecto (Barbour, Caradus, Woodfield y Silvester 1995). Los Ladinos son de hoja grande, floración escasa y baja cianogénesis. Varios trabajos señalan que la mayor profundidad radicular y raíces pivotantes de los tipos Ladinos está asociada con mayor resistencia a la sequía (Caradus 1981; Smith 1989; Caradus y Williams 1989 citado por García 1996).

Trifolium repens cultivar BAYUCUÁ

Cultivar nacional, originario de la zona de basalto profundo del departamento de Salto, a partir del cultivar ZAPICÁN de La Estanzuela en los años 1958-59. Este último cultivar, sembrado en el establecimiento que le da su nombre, tuvo una muy mala implantación debido a una seca muy grande, a la cual sobrevivieron en forma vegetativa muy pocas plantas, dado que en ese año no hubo semillazón. Al segundo año mejoró mucho la cobertura y tuvo una abundante semillazón que luego de cosechada dio origen a un cultivar diferente a ZAPICÁN, con mayor capacidad de persistir vegetativamente, lo que lo hace más adaptado a las condiciones ambientales de la zona norte del país. (Milot com pers.)

El cultivar BAYUCUÁ, posee hojas de tamaño similar a ZAPICÁN (intermedia a grande) y posee pecíolos más altos que el cultivar que le dio origen. Su floración no es tan temprana ni profusa como ZAPICÁN, siendo por lo tanto este cultivar inferior en producción de semilla (Milot com. pers.).

ZAPICÁN que corresponde al “tipo común”, de hoja intermedia, es de muy buena producción invernal, de floración temprana y profusa. La persistencia es en general de unos 3 años; más allá de eso depende de la resiembra, lo que en Uruguay tiene un alto componente de erraticidad (García, 1996).

En la figura 3, se comparan los distintos cultivares de trébol blanco en relación a ZAPICÁN en base a tamaño relativo de hoja y densidad relativa de puntos de crecimiento. Existe una asociación negativa entre estas dos características, sin embargo, los esfuerzos en mejoramiento genético en los últimos años se han abocado a la selección considerando alta densidad de puntos de crecimiento sin sacrificar el tamaño de la hoja y la actividad inicial.

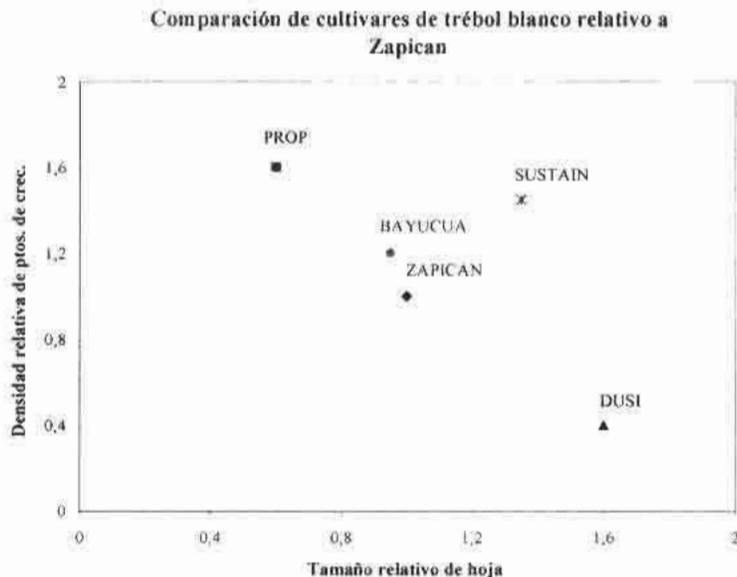


Figura 3: Comparación de cultivares de trébol blanco en base al tamaño relativo de hoja y densidad de puntos de crecimiento en relación a ZAPICÁN. Modificado en base a Wodfield y Caradus (1994), Caradus *et.al.* (1990, 1991,1993) y Caradus (1991)

Lotus tenuis:

Esta especie fue introducida en América del Sur (en Argentina en 1930), desde Europa y se estableció y naturalizó en la Pampa Húmeda (Burkart, 1952 citado por Tourn y Roitman 1996)

Es una leguminosa perenne estival de hábito de crecimiento postrado, no tiene pelos, sus hojas son alargadas, y tiene un prolongado período de floración (octubre a marzo), semillando aún en condiciones de pastoreo intenso (Gomez Miller,1997). Es una especie diploide en su número cromosómico a diferencia de *L. corniculatus* que es tetraploide (Hughes y Macdonald, 1951 citado por Langer 1981).

Presenta crecimiento inicial lento de sus plántulas, por lo que según Sbarra *et.al.*, (1992), los resultados de implantación que se obtengan dependerán del grado de control que se imponga sobre la vegetación nativa.

Lotus tenuis, tolera suelos de mayor salinidad que otras leguminosas (Langer,

1981). Experimentos realizados en La Plata, Argentina, en ensayos de macetas demostraron que concentraciones menores a 12 mM de cloruro de sodio no afectaron la germinación de los materiales evaluados (Mujica y Rumi, 1999). Por otro lado Peterson et.al., 1953 citado por Langer, (1981) demostraron que con una salinidad alta, *L. tenuis* sobrevivió con un rendimiento equivalente a un 35% de su producción en un suelo fértil, bien drenado, no salino, donde otras leguminosas no sobrevivieron.

Tolera anegamientos durante el invierno y tolera, sin sufrir daños, las heladas y también las sequías estivales.

Posee muy buena calidad nutritiva a lo largo de su ciclo productivo con buen aporte invernal (Carámbula, 1996; Bemhaja, 1998). Ha mostrado una excelente adaptación al pastoreo, es persistente y de gran capacidad colonizadora.

Langer (1981) y en nuestro país Risso (1990), encontraron que *Lotus tenuis* presenta buen comportamiento de implantación en siembras en cobertura. Destacan además que las plántulas de esta especie evidenciaron una gran tolerancia a las bajas temperaturas invernales.

El cultivar LARRAÑAGA es una población de *Lotus tenuis* introducida al país hace más de 50 años, naturalizada en la zona de Fraile Muerto en el departamento de Cerro Largo.

Posee un ciclo de floración y maduración de la semilla muy extendido, lo que le permite formar un banco persistente de semillas en el suelo. Esto asegura la regeneración por resiembra natural en otoño y primavera.

Se adapta muy bien a suelos anegados, en lugares donde el trébol blanco no soporta el exceso de agua, razón por la cual se considera muy indicado para siembras en rastrojos de arroz. Tiene un porte postrado y corona con abundantes ramificaciones lo que le permite soportar pastoreos intensos. Su ciclo de crecimiento es primavera, verano y otoño.

En siembras en campos sobre rastrojos de arroz, se ha destacado por su producción, rusticidad, persistencia y sanidad.

El inoculante recomendado es el mismo del *Lotus corniculatus*. En el caso de siembras al voleo se recomienda peletizar la semilla.

Lotus pedunculatus SUNRISE:

Leguminosa templada subtropical, tolerante a suelos húmedos, ácidos y de baja fertilidad.

Especie perenne estival, aunque presenta una relativa producción invernal en condiciones benignas. Es de destacar su habilidad especial de propagación vegetativa. En verano y otoño es la época en que forma los rizomas y estolones. Estos son los órganos más eficientes para el rebrote, la reserva de carbohidratos y el potencial para colonizar (Carámbula, 1996).

En esta especie, el rebrote se basa tanto en los tallos aéreos que nacen en las yemas axilares de los tallos remanentes del rastrojo, como en los tallos aéreos que crecen desde las yemas de la corona y de los nudos de los rizomas (Carámbula *et.al.*, 1994)

L. pedunculatus, posee la capacidad de producir en el otoño tallos gruesos, de crecimiento horizontal, que cuando emergen apenas de la periferia de la planta madre, crecen hacia la superficie del suelo y por ella, cualquiera sea la vegetación y residuos presentes. Estos tallos eventualmente forman raíces y se convierten en estolones; o, si el suelo es húmedo y friable, estos vástagos pueden penetrar por debajo de la superficie del mismo y convertirse en rizomas. En esta forma *L. pedunculatus* es capaz de aumentar y extenderse en un tapiz. El hábito estolonífero confiere a la planta un grado considerable de resistencia al perjuicio inmediato y físico que puede resultar de un pastoreo intenso, y por lo tanto, es un valioso atributo de las plantas para pastoreo (Langer, 1981).

L. pedunculatus, crece en forma satisfactoria en pH que oscilan entre 4,5 y 5,5 (Howell, Henson y Scotch, 1962 citado por Langer, 1981).

L. pedunculatus SUNRISE presenta un hábito de crecimiento más prostrado que Makú, hojas mas pequeñas, menor rendimiento en forraje y un crecimiento invernal mas lento (Armstrong, 1974 citado por Hopkins *et.al.*, 1993)

Comparado con SUNRISE, MAKU tiene células más grandes y como tetraploide, tiene mayor contenido de ADN nuclear. Cuando el suministro de humedad y la temperatura son favorables para el crecimiento, plantas con genomas más chicos son relativamente más exitosas que plantas con genomas grandes, esto puede ser debido a que las de genoma más chico, tienen una duración del ciclo mitótico mas corto y por lo tanto alcanzan tasas de desarrollo mas rápidas. El cultivar MAKU, persistió relativamente mejor que los materiales diploides en sitios que se caracterizan por un limitado suministro de humedad en verano (cuestas pronunciadas o laderas al N.O.) (Hopkins *et.al.*, 1993).

El cultivar Sharnae es similar al cv. Sunrise, ambos diploides, que fueron

desarrollados a partir de germoplasma originado en Portugal (Kelman com. pers.).

Es perenne, estolonífero y rizomatoso, erecto en stands densos o puede ser decumbente. Presenta tallos huecos, glabros hasta 1 metro de largo. En tratamientos en dos tipos de suelos en Grafton, Sharnae dio rendimientos más altos de forraje durante la primavera tardía y temprano en el verano que Grasslands Makú, y en tratamientos con pastoreos continuos en dos sitios con regímenes de humedad contrastantes en Fineflower, Sharnae persistió mejor y produjo más materia seca que Makú en el sitio más seco. Por el contrario Makú obtuvo una persistencia, colonización y rendimiento marcadamente superior en el sitio húmedo (Wilson, 1991; Bowman, 1993).

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La parcela 1 se localizó sobre campo natural sin mejorar (P1) y la parcela 2 sobre campo natural mejorado (P2). Para cada uno se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con 3 repeticiones. Los tratamientos fueron 6 cultivares diferentes: BAYUCUÁ, DUSI, PROP, SUSTAIN pertenecientes a la especie *Trifolium repens*, y 2 especies del género *Lotus*: *L. pedunculatus* cv. SUNRISE y *L. tenuis* cv. LARRAÑAGA. Las figuras 4 y 5 ilustran el sorteo de los tratamientos.

A continuación (cuadro 3), se presenta la denominación utilizada para identificar las especies y cultivares utilizados en el ensayo.

n°	Especie y Cultivar	Abreviatura
1	Trébol Blanco BAYUCUÁ	(TBB)
2	Trébol Blanco DUSI	(TBD)
3	Trébol Blanco GRASSLANDS SUSTAIN	(TBS)
4	Trébol Blanco PROP	(TBP)
5	<i>Lotus pedunculatus</i> SUNRISE	(LP)
6	<i>Lotus tenuis</i>	(LT)

Cuadro 3: Abreviatura asignada a cada especie y cultivar.

El diseño del experimento fue de parcelas divididas con tres repeticiones. Se aplicó una transformación logarítmica a los datos para mejorar su distribución y realizar los análisis estadísticos correspondientes. Para el análisis de los datos se realizaron MANOVA para medidas repetidas en el tiempo usando el procedimiento PROC-MIXED del programa estadístico SAS.

Cuando se detectaron efectos o interacciones significativas se realizaron los contrastes correspondientes. Las curvas de respuesta en el tiempo fueron analizadas utilizando las transformaciones PROFILE y POLINOMIAL (SAS Institute Inc., 1990; Von Ende, 1993). Las variables incluidas para este análisis fueron la densidad poblacional (número de plantas/m² y de puntos de crecimiento) de las distintas especies y cultivares ensayados.

	3 m.					
5 m.	1 LP	2 TBD	3 TBS	4 TBB	5 TBP	6 LT
	5 m.					
5 m.	12 TBD	11 LT	10 TBP	9 TBB	8 TBS	7 LP
	5 m.					
5 m.	13 LP	14 TBS	15 TBD	16 LT	17 TBP	18 TBB

Figura 4: Distribución de los tratamientos asignados al azar en el ensayo sobre campo natural sin mejorar.

	3 m.					
5 m.	19 LP	20 TBD	21 TBS	22 TBB	23 TBP	24 LT
	5 m.					
5 m.	30 TBD	29 LT	28 TBP	27 TBB	26 TBS	25 LP
	5 m.					
5 m.	31 LP	32 TBS	33 TBD	34 LT	35 TBP	36 TBB

Figura 5: Distribución de los tratamientos asignados al azar en el ensayo sobre campo natural mejorado.

3.6 MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.6.1 Análisis de la semilla

En el cuadro 4 se presentan los datos de análisis de pureza, germinación y dureza de las especies y cultivares sembrados:

<i>Cultivar</i>	<i>Peso 1000 semillas (grs.)</i>	<i>Pureza física (%)</i>	<i>Germinación (%)</i>	<i>Semillas duras (%)</i>
TB SUSTAIN	0.68	98	90	8
TB PROP	0.59	96	90	13
TB BAYUCUÁ	0.64	95	85	10
TB DUSI	0.72	95	87	6
LT LARRAÑAGA	1.03	80	86	22
LP SUNRISE	0.51	97	80	15

Cuadro 4: Análisis de pureza, germinación y dureza de las semillas sembradas.

3.6.2 Tratamiento previo del tapiz

El área experimental venía siendo pastoreada en forma controlada, de la misma forma que luego de sembradas las especies en experimentación (ver 3.6.6 manejo del pastoreo). Previo a la siembra se realizó un corte a toda el área experimental con rotativa, dejando un remanente de aproximadamente 5 cm.

3.6.3 Tratamiento de la semilla

La semilla se inoculó utilizando adherente y rizobios específicos, luego se peletizó utilizando carbonato de calcio.

3.6.4 Siembra

La siembra en cobertura se realizó el 2 de junio de 1998, el método utilizado fue al voleo en forma manual, cubriendo la parcela en forma homogénea. En cuanto a la densidad de siembra, el *Lotus tenuis* y el *L. pedunculatus* fueron sembrados a una densidad de 8 Kg./há, mientras que fue de 4 Kg./ha la densidad utilizada para la especie *Trifolium repens* en todos sus cultivares.

3.6.5 Fertilización

Las parcelas se fertilizaron manualmente el 1° de junio, cubriendo las parcelas en forma homogénea. Se aplicaron 60 unidades de P₂O₅/há, utilizando fertilizante complejo de fórmula 7-40-40-0.

3.6.6 Manejo del pastoreo

El manejo del pastoreo en este experimento se realizó en forma controlada, con terneros de la raza Hereford menores de 1 año de 166 Kg de peso promedio. Se utilizaron cargas instantáneas de 4-6 UG/Há con 5-10 días de ocupación y con una frecuencia de pastoreo variable entre 30 a 45 días.

3.7 DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD DE PLANTAS

Para estimar la densidad poblacional de las especies sembradas se utilizaron cuadros grandes (CG) de 50 x 50 cm. (0.25 m²) con divisiones cada 10 cm. (Cch) conformando 25 cuadros chicos de 0.01 m². El conteo de plantas se realizó en 13 de estos 25 cuadros chicos dispuestos sistemáticamente como se observa en la figura 6. La validación de la metodología utilizada se determinó por la varianza media de la combinación de n° de cuadros grandes y chicos. (apéndice 4)



50 cm.

Figura 6: Ubicación de las posiciones de conteo dentro del cuadro.

Se utilizaron dos cuadros por parcela, totalizando 26 muestreos (área de muestreo total / parcela 0.26 m²), contabilizando separadamente las plántulas sólo con cotiledones, con 1^a hoja y con dos o más hojas verdaderas.

En el primer conteo los cuadros se ubicaron al azar marcándose la posición de cada uno. Posteriormente, fueron ubicados sistemáticamente en la misma posición dentro de cada parcela y para todos los conteos realizados a los efectos de determinar la dinámica poblacional en los distintos tratamientos. Se realizaron 6 conteos comenzando

el 31 de julio de 1998 hasta los 310 días post-siembra (cuadro 5). Las plantas establecidas en el potrero mejorado fueron identificadas y marcadas para evitar confusiones.

Los conteos fueron 6, realizados en las siguientes fechas y días post-siembra;

Conteos	Fechas	días post-siembra
siembra	02-Jun-98	0
1°	31-Jul-98	60
2°	25-Sep-98	115
3°	23-Nov-98	175
4°	30-Dic-98	210
5°	12-Feb-99	255
6°	06-Abr-99	310

Cuadro 5: Número de conteos, ordenados por fecha y número de días post-siembra

En el género *Trifolium*, a partir de los 210 días post-siembra (4° conteo), se comenzaron a contabilizar puntos de crecimiento. En ese momento era difícil distinguir plantas individuales, sumado a la dificultad de medir la evolución de la dinámica poblacional de las especies bajo pastoreo. Los puntos de crecimiento incluyeron los meristemas apicales y los estolones (elongados o no) con sus hojas correspondientes. Los puntos de crecimiento diferenciados sin hojas visibles también se consideraron.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 CONDICIONES AMBIENTALES DURANTE EL PERÍODO EXPERIMENTAL

De los datos climáticos de tablas (apéndice 1) se desprende que en el otoño hubieron abundantes precipitaciones, estas fueron muy superiores al registro histórico durante el mes de siembra, lo cual indicaría una alta disponibilidad de humedad en el suelo para la germinación.

Durante el invierno, la temperatura media mensual fue algo superior a la media histórica. No hubo registro de heladas meteorológicas, siendo 13 las heladas registradas. Se puede considerar por lo tanto como un invierno benigno. (apéndice 1)

En cuanto al resto de las estaciones, la superioridad de la ETP sobre las precipitaciones fue notoria desde el mes de octubre hasta marzo inclusive como es característico, pero con registros de lluvias mensuales ligeramente inferiores a los promedios históricos, (con excepción de diciembre y febrero), lo cual incrementó el déficit hídrico (figura 7).

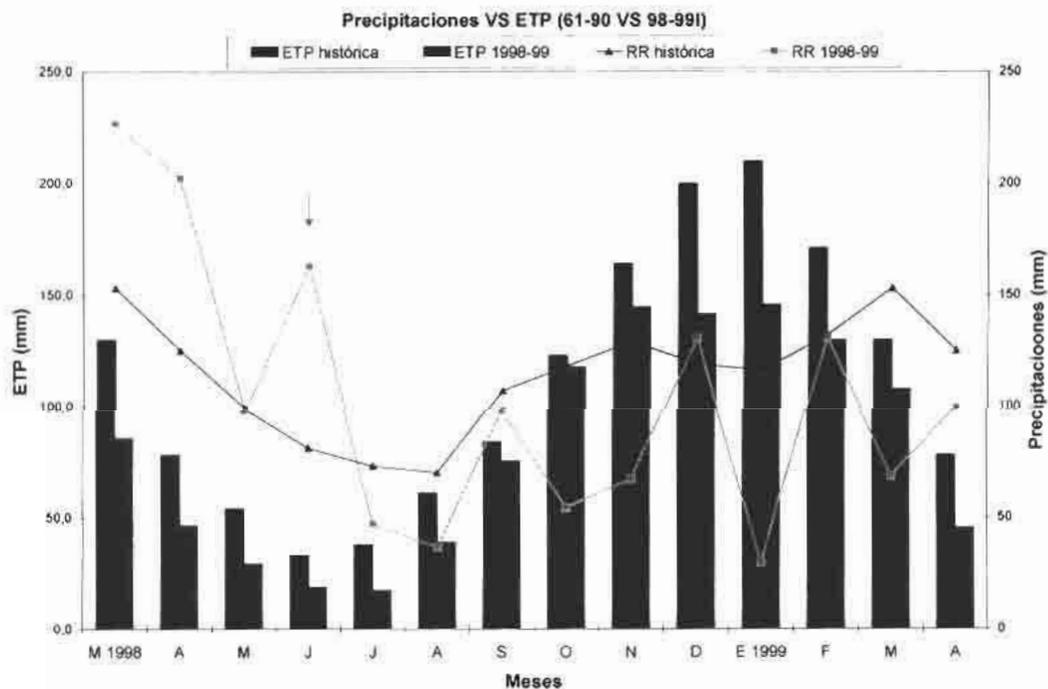


Figura 7: Precipitaciones y ETP en el periodo 61-90 y en el período experimental (98-99).

4.2. IMPLANTACIÓN

Se determinó el período de implantación en base a un criterio morfológico. Para el género *Trifolium*, se considero este periodo hasta que las plantas tenían más de 6 hojas verdaderas y ya habían comenzado la formación de estolones. En el caso de *Lotus*, las plantas presentaban más de 10 tallos primarios en ambas especies. El período de implantación quedo determinado a los 115 días post-siembra.

De acuerdo a los antecedentes de implantación para siembra en cobertura en nuestro país (Cuadro 6), los resultados de implantación (a los 115 días) fueron muy buenos superando el 80% para trébol blanco y con valores entorno al 50% para el género lotus (cuadro 7). El mayor porcentaje de semilla dura que presentan lotus spp., explicaría su menor implantación especialmente en el caso de *Lotus tenuis*.

En general, sobre campo natural sin mejorar se obtuvieron mejores porcentajes de implantación. Esto se explicaría por un mayor porcentaje de suelo desnudo favoreciendo un mejor contacto semilla-suelo.

Especie	% Implantación	Densidad pl/m ²
TB	28 – 38 (2;14;3;8;4;5;7;6)	20 – 120 (9;7;8;13;1;14;15)
LT	0,5 – 21,8 (2;3;4;7;5;14)	30 – 110 (7;14)
LP	8,3 – 32 (12;11;10)	4 – 55 (9;1)

Cuadro 6: Antecedentes de porcentaje de implantación y densidad de plantas a los 120 días en Uruguay en siembras en cobertura.

(1) Risso et. al., 1990; (2) Bentancor y García, 1991; (3) Echeverría y Marquez, 1993; (4) La Paz y Pérez, 1994; (5) Methol y Solari, 1994; (6) Alvez y Treglia, 1996; (7) Minutti et. al., 1996; (8) Ferensci et. al., 1997; (9) Risso y Coll, 1997 (10) González et. al., 1997; (11) Saldanha, 1997; (12) Ayala, et. al., 1998; (13) Amarante et. al., 1997; (14) González y Pipolo, 1999; (15) Caram et. al., 1996

Cultivar	Kg/Há	semillas viables sembradas/m ²	115 días postsiembra pl/m ²		% Implantación		% semilla dura
			C.N.sin mejorar	CN Mejorado	C.N.sin mejorar	CN Mejorado	
TBS	4	519	428	494	83%	95%	8%
TBP	4	586	563	477	96%	81%	13%
TBB	4	505	460	514	91%	102%	10%
TBD	4	459	455	340	99%	74%	6%
LP Sunrise	8	1217	663	390	54%	32%	15%

Cuadro 7: Porcentaje de implantación a los 115 días post-siembra.

El establecimiento temprano de las leguminosas es extremadamente dependiente de las características del suelo, resaltando la importancia de sembrar en momentos que existan condiciones de humedad adecuadas. Durante el período de implantación no existieron problemas de falta de humedad, dada las precipitaciones ocurridas previo y durante el mes de siembra, esto determinó que no existieran problemas de germinación ya que el agua disponible favoreció la rápida imbibición de las semillas sembradas.

Los buenos porcentajes de implantación que se dieron en el experimento, se pueden atribuir a condiciones ambientales favorables, teniendo en cuenta que estas son determinantes para lograr buenas implantaciones.

4.3 DINÁMICA POBLACIONAL EN CAMPO NATURAL SIN MEJORAR

4.3.1 Trébol blanco

A los 60 días de la siembra se observó una muy buena germinación e instalación de los 4 cultivares ya que se obtuvo un mínimo de 627 plantas/m². (Cuadro 8). (Apéndice 3).

Días post-siembra	60 pl/m ²	115 pl/m ²	175 pl/m ²	210 ptos. crec./m ²	255 ptos.crec./m ²	310 ptos.crec./m ²
T.B.Dusi	713 a	455 a	250 b	1177 b	3 a	0 a
T.B.Sustain	729 a	428 a	210 b	829 b	1 a	4 a
T.B.Bayucúa	627 a	460 a	260 b	1756 b	37 a	38 a
T.B.Prop	1015 a	563 a	462 a	3959 a	9 a	4 a

Cuadro 8: Densidad poblacional promedio obtenidas en cada fecha de conteo para cada cultivar de trébol blanco sobre campo natural sin mejorar.

No existieron problemas de deficiencias de agua, dadas las precipitaciones ocurridas previo y durante el mes de siembra. Las precipitaciones ocurridas desde abril a julio de 1998 fueron de 509 mm, muy superiores a la media histórica para esos meses, que son de 378 mm. A este hecho se le suma que en esos meses se encuentran los menores valores de evapotranspiración (Figura 7).

La dinámica observada para la especie, muestra una disminución en la densidad poblacional en la primavera coincidiendo con el patrón estacional del trébol blanco. Este determina que la primavera sea la estación más crítica, donde ocurre la aparición de nuevos estolones y la formación de raíces nodales. Las plantas resultantes de la fragmentación de estolones que también ocurre en esta época son más chicas y de raíces nodales siendo altamente susceptibles a la sequía.

El cultivar PROP marcó una diferencia dada su mayor densidad poblacional con respecto a los otros cultivares que mostraron un comportamiento similar entre si. Si bien esta diferencia no es estadísticamente significativa hasta los 115 días de la siembra, si lo fue a los 175 días, aproximadamente fin de noviembre (apéndice 2). Este resultado mostraría una mejor implantación de este cultivar. (Figura 8)

A los 210 días (30 de diciembre), esta diferencia se hace mas importante, ya que el cultivar PROP presenta más del doble de puntos de crecimiento que los demás cultivares. Por otro lado, si bien la diferencia entre estos últimos no es estadísticamente significativa, el número de puntos de crecimiento del cultivar BAYUCUÁ fue mayor que los cultivares SUSTAIN y DUSI. Esto concuerda con las características estudiadas para cada cultivar, ya que el cultivar PROP es el que presenta la mayor densidad de estolones en diferentes ambientes.

Tanto para verano como principios de otoño (310 días post-siembra), prácticamente no se encontraron puntos de crecimiento, exceptuando al cultivar Bayucúa el cual mantuvo una presencia mínima (30 puntos de crecimiento/m²) aunque ésta no fue estadísticamente significativa. (Cuadro 8)

Este período puede resultar crítico para la consolidación de una población de plantas definitiva, dado que las especies sembradas presentan una gran sensibilidad a las condiciones de stress hídrico, que además puede desviar las relaciones de competencia en favor de las gramíneas estivales nativas.

Los meses de enero y marzo se caracterizaron por reducidas precipitaciones 29,7mm (siendo los valores históricos 1961-90 de 116mm) para el primero y menos de

la mitad de las precipitaciones medias en el período 1961-90 para el mes de marzo (68,5mm), sumado esto a la gran demanda atmosférica característica del verano y principios de otoño (figura 7) (apéndice 1.)

A esto debe agregarse el efecto del pastoreo. Los animales, generalmente, seleccionan forraje de valor nutritivo más alto que el promedio del forraje disponible. En el caso de mezclas con leguminosas, el animal presenta una marcada preferencia por éstas según la especie y su disponibilidad en la pastura. Las leguminosas a diferencia de las gramíneas no pierden tan rápidamente su apetecibilidad a medida que avanza el ciclo (Humphreys, 1991 citado por Bremermann *et.al.*, 1996).

Esto pudo haber tenido un efecto importante en las condiciones particulares del ensayo donde se instalaron pequeñas parcelas con leguminosas sobre campo natural.

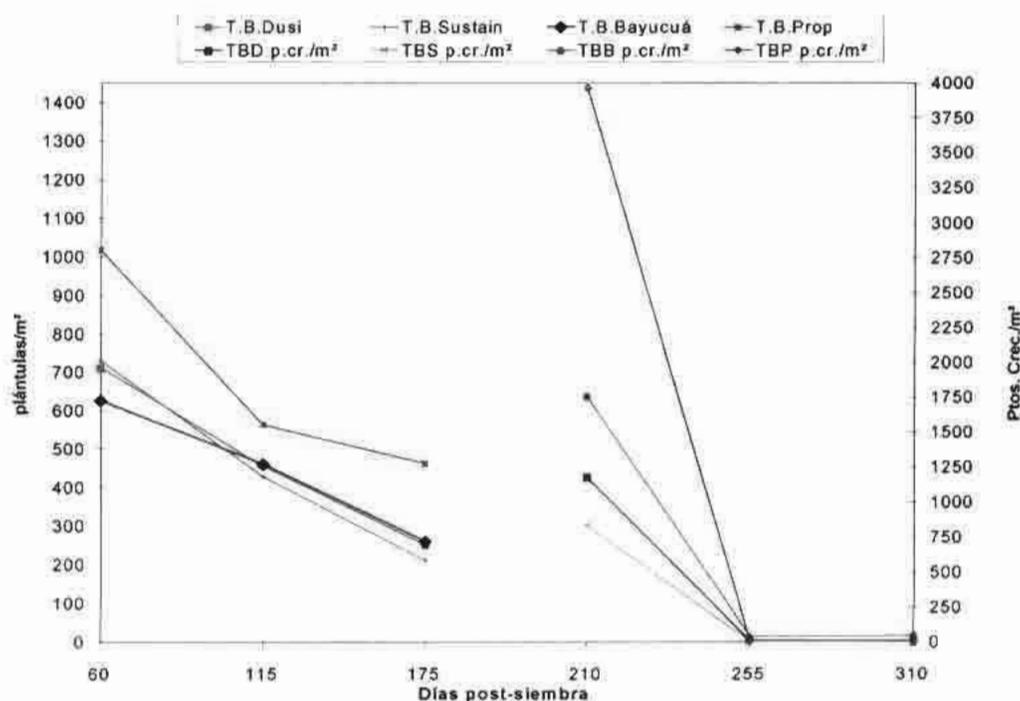


Figura 8: Densidad poblacional obtenida en cada conteo para los diferentes cultivares de trébol blanco sembrados sobre campo natural sin mejorar.

Cuando se realizó el análisis de perfil de las curvas (cuadro 12) se encontraron diferencias significativas para los cuatro cultivares tanto para el proceso de reducción en la densidad poblacional de plantas como de puntos de crecimiento. Esto se debió

fundamentalmente al comportamiento del cv PROP que tuvo una excelente implantación y logró mantener un número mayor de plantas en el tiempo.

El mantenimiento de un mayor número de plantas y puntos de crecimiento, puede atribuirse a que este tipo de trébol blanco presenta un hábito de crecimiento postrado con una alta densidad de estolones que son enterrados por pisoteo en otoño.

Las diferencias observadas en el tiempo en puntos de crecimiento entre los cultivares se deben fundamentalmente a la drástica reducción en los puntos de crecimiento del cv PROP. Si bien el número de puntos de crecimiento de ese cultivar observados a los 210 días post-siembra fue significativamente más alto, a los 255 días post-siembra sólo se observaron 4 puntos de crecimiento remanentes.

4.3.2 Lotus tenuis y Lotus pedunculatus

A los 60 días de la siembra *Lotus pedunculatus* SUNRISE obtuvo un alto número de plántulas, muy superior a *Lotus tenuis* (cuadro 9). *L. pedunculatus*, mantuvo su mayor presencia, hasta el verano donde se produjo una caída muy notoria en su aporte. (apéndice 3)

Días post-siembra	60 pl/m ²	115 pl/m ²	175 pl/m ²	210 pl/m ²	255 pl/m ²	310 pl/m ²
<i>L. pedunc.</i>	1019 a	663 a	517 a	621 a	35 b	23 a
<i>L. tenuis</i>	258 b	260 b	238 b	347 a	155 a	104 a

Cuadro 9: N° plantas/m² promedio obtenidas en cada fecha de conteo para cada especie de lotus sobre campo natural sin mejorar.

L. tenuis por su parte, tuvo un comportamiento relativamente estable en todo el período experimental, lo cual hizo que a partir del verano su presencia superara a *pedunculatus*, en los sucesivos conteos hasta el final del experimento (310 días post-siembra). (Figura 9)

Lotus tenuis tiene crecimiento inicial lento por lo que según Sbarra *et.al.*, (1992), los resultados de implantación que se obtengan dependerán del grado de control que se imponga sobre la vegetación nativa.

L. pedunculatus, prospera en condiciones extremas de humedad por excesos hídricos (Carambula, 1996). Las precipitaciones ocurridas desde abril a julio de 1998

fueron de 509 mm, muy superiores a la media histórica para esos meses, que son de 378mm (apéndice 1). A este hecho se le suma, que en esos meses se encuentran los menores registros de evapotranspiración. *L. tenuis*, a diferencia de lo dicho para *L. pedunculatus*, es tolerante al exceso de agua (Carámbula, 1996).

L. pedunculatus, presenta una relativa producción invernal en condiciones benignas (Carámbula 1996). En el año 1998, las temperaturas medias no fueron muy diferentes a las promedio del período 1961-90, no obstante el período que abarca desde junio (mes de siembra) a agosto (90 días post-siembra) fue de temperaturas mínimas medias mensuales, algo mayores a las del período histórico. Las temperaturas mínimas absolutas fueron muy superiores a los registros históricos (1961-90), sin registros bajo cero en el aire.

Según los registros de heladas, no hubieron heladas meteorológicas y ocurrieron 13 días con helada agrometeorológica (medido a 0,05m sobre césped). Siendo el promedio anual para la región Basáltica de unas 40, aunque cabe agregar que en el norte no todos los años se registran heladas. (apéndice 1)

El comportamiento de las especies fue similar a lo largo de las mediciones hasta los 210 días de la siembra (30 de diciembre).

A partir de febrero, (255 días post-siembra) y hasta principios de otoño, esto se revierte ($P > 0.068$) observándose una mayor presencia relativa de *Lotus tenuis* dado por su comportamiento más constante a lo largo del período experimental. Por otro lado, el *L. pedunculatus* muestra una mayor variación, destacándose una caída importante en su presencia luego de entrada el verano. Desde el punto de vista climático, el mes de enero se caracterizó por tener muy bajo registro de precipitaciones (29,7mm siendo los valores medios históricos (1961-90) de 116mm), sumado esto a la gran demanda atmosférica característica de ese momento del año. En el mes de marzo de 1999, se registraron menos de la mitad de las precipitaciones promedio del período (1961-90). La temperatura media del aire en los meses de febrero y marzo (1999), superaron a las del período 1961-90, al igual que la temperatura máxima media mensual.(Apéndice 1)

A esto debe agregarse el efecto que tuvo el pastoreo realizado en el experimento, donde los animales hacen una selección a favor de las leguminosas que mantienen su apetecibilidad a medida que avanza el ciclo.

Todos estos factores interactuando, explican el cambio en la presencia de *L. tenuis* y *L. pedunculatus*, especialmente la disminución de este último, ya que *Lotus tenuis* continuó con su presencia relativamente estable, dado que se dieron las condiciones para una germinación escalonada de semillas duras sumado a su

característica de alta resistencia al pastoreo, considerando que *pedunculatus* sólo admite pastoreos severos en veranos húmedos o en situaciones de muy baja competencia .

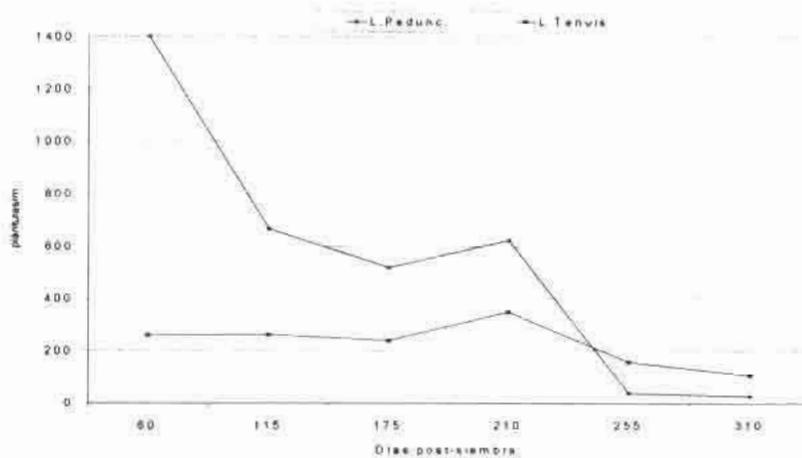


Figura 9: Dinámica poblacional para *Lotus pedunculatus* y *Lotus tenuis* sembrados sobre campo natural sin mejorar.

4.4 DINÁMICA POBLACIONAL EN CAMPO NATURAL MEJORADO

4.4.1 Trébol blanco

A los 60 días de la siembra se observó una buena germinación de los 4 cultivares obteniéndose un mínimo de 424 plantas/m². (Cuadro 10)

Al igual que en campo natural sin mejorar se observó una disminución en la presencia de todos los cultivares hacia la primavera debido al déficit hídrico ocurrido en esa época crítica para esta especie (figura 10).

Se observó una tendencia general durante todo el ensayo donde el cultivar BAYUCUÁ fue el que logró una mayor presencia, seguido por PROP luego SUSTAIN y por último DUSI.(apéndice 3).

Días post-siembra	60 pl/m ²	115 pl/m ²	175 pl/m ²	210 ptos. crec./m ²	255 ptos. crec./m ²	310 ptos. crec./m ²
T.B.Dusi	424 b	340 a	106 b	763 b	23 b	47 c
T.B.Sustain	590 ab	494 a	179 ab	874 ab	96 b	58 bc
T.B.Bayucúa	800 a	514 a	188 a	1238 a	313 a	272 a
T.B.Prop	654 ab	477 a	187 ab	1151 ab	44 b	228 ab

Cuadro 10: Densidad poblacional promedio obtenida en cada fecha de conteo para cada cultivar de trébol blanco sobre campo natural mejorado.

Durante el período de implantación, solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los cultivares BAYUCUÁ y DUSI, siendo este último el de menor presencia. Esta misma diferencia, se mantuvo hasta los 210 días post-siembra (30 de diciembre), donde se contabilizaron puntos de crecimiento. (Figura 10)

Cabe señalar, que para los meses de verano y principio de otoño, disminuye en forma importante la presencia de puntos de crecimiento de los cuatro cultivares, destacándose la mayor presencia relativa de BAYUCUÁ. Al final del período experimental, 310 días post-siembra (6 de abril), se destacó la mayor presencia del cultivar BAYUCUÁ, el cual se diferenció significativamente ($p > 0.05$) de los cultivares DUSI y SUSTAIN.

El efecto del pastoreo sobre las especies en estudio puede haber disminuido, dada la existencia del mejoramiento previo, el cual pudo haber sido preferido por los animales, dada su mayor disponibilidad.

El déficit hídrico ya mencionado, pudo haber tenido un menor efecto en la desviación de las relaciones de competencia mencionadas para el campo natural sin mejorar, al no verse tan favorecidas las gramíneas estivales nativas, dada la mayor competencia espacial del mejoramiento preexistente.

En términos, generales, los cultivares PROP y BAYUCUÁ, fueron los que mostraron un mejor comportamiento dadas las condiciones particulares del experimento.

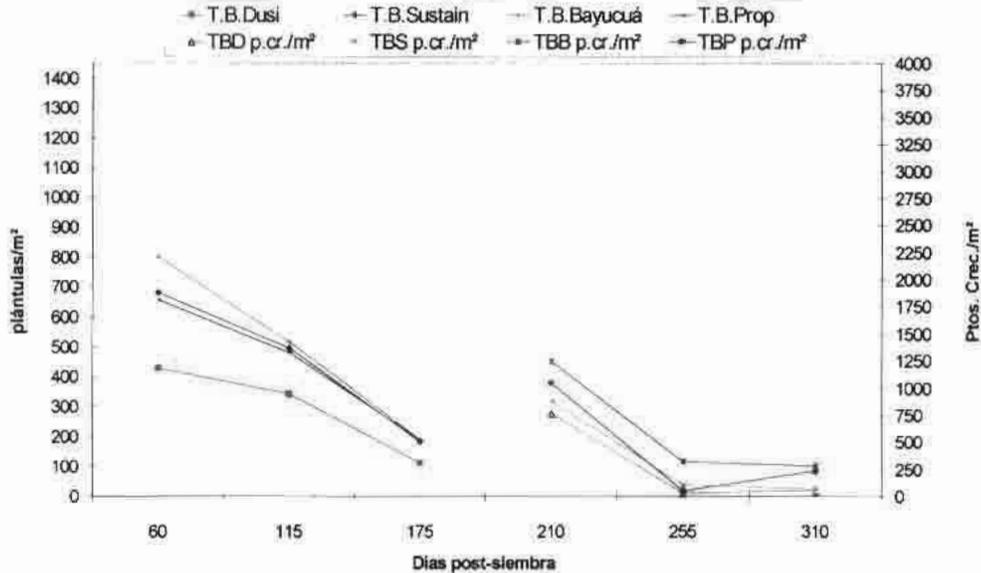


Figura 10: Densidad poblacional obtenida en cada conteo para los diferentes cultivares de trébol blanco sembrados sobre campo natural mejorado.

4.4.2 *Lotus tenuis* y *Lotus pedunculatus*

Se observó el mismo comportamiento en la dinámica poblacional de los lotus que sobre campo natural sin mejorar, pero con un menor stand de plantas (cuadro 11).

Días post-siembra	60 pl/m ²	115 pl/m ²	175 pl/m ²	210 pl/m ²	255 pl/m ²	310 pl/m ²
<i>L. pedunc.</i>	386 a	390 a	344 a	163 a	60 a	37 a
<i>L. tenuis</i>	133 b	227 a	121 b	76 a	92 a	97 a

Cuadro 11: N° plantas/m² promedio obtenidas en cada fecha de conteo para cada especie de lotus sobre campo natural mejorado.

Las diferencias en número de plantas entre potreros (CN vs Mej.) podrían explicarse por una mayor competencia; dada por las especies preexistentes en el mejoramiento. (Apéndice 3)

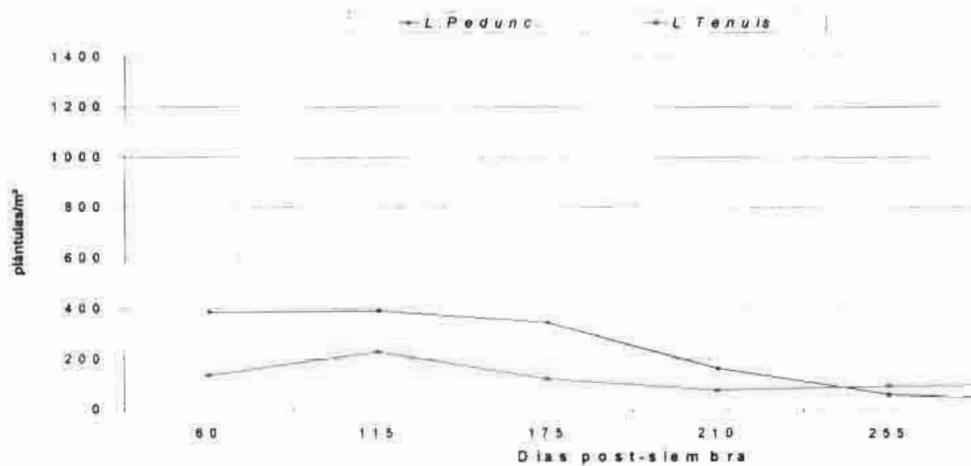


Figura 11: Dinámica poblacional del *Lotus pedunculatus* y *Lotus tenuis* sobre campo natural mejorado.

La dinámica de *Lotus tenuis*, durante todo el período experimental confirma lo reportado para la especie con germinaciones escalonadas durante el año presentando un pico en otoño y otro en primavera (Figura 11). Esto es debido a la ruptura progresiva de la dormición en semillas duras por mayores temperaturas y fluctuaciones en el régimen hídrico.

Por el contrario *Lotus pedunculatus* SUNRISE se implanta bien y rápido pero no sobrevive al stress ocurrido en la estación estival.

4.5 DINÁMICA POBLACIONAL: ANÁLISIS CONJUNTO DE LOS DATOS

Resultados de MANOVAS del número promedio de plantas en el tiempo para los diferentes cultivares de trébol blanco.

Fuente de variación	Dusi	Bayucúa	Prop	Sustain
Potrero	*	NS	*	NS
Fecha de conteo	*	*	*	*
Potrero x fecha de conteo	NS	NS	*	NS

Cuadro 12: Resultados de MANOVAS del número promedio de plantas en el tiempo para los diferentes cultivares de trébol blanco.

NS = no significativo * = $P < 0.05$

Potrero: campo natural sin mejorar y campo natural mejorado

Para número de plantas, no existieron efectos significativos en el tiempo del potrero sobre el número de plantas de BAYUCUÁ y SUSTAIN. Tampoco se detectó una interacción significativa entre potrero y fecha de conteo durante el período experimental. Esto indicaría que en campo natural sin mejorar y campo natural mejorado el proceso de reducción de plantas operó de forma similar en el tiempo para ambos cultivares. El número de plantas de PROP detectadas en campo natural sin mejorar fue significativamente superior en el tiempo a la densidad observada en campo natural mejorado siendo más alta en cada conteo a los demás cultivares. La variación en la densidad de plantas de DUSI en el tiempo fue significativamente diferente para campo natural sin mejorar y campo natural mejorado. También existieron diferencias significativas para este cultivar entre fechas de conteo cuando se considera fijo el efecto potrero. Esto puede atribuirse a la performance de DUSI sobre campo natural mejorado donde la densidad poblacional fue menor pero se registraron menores reducciones en el número de plantas en el tiempo.

Resultados de MANOVAS de la densidad promedio de puntos de crecimiento en el tiempo para los diferentes cultivares de trébol blanco.

Fuente de variación	Dusi	Bayucué	Prop	Sustain
Potrero	*	*	*	*
Fecha de conteo	*	*	*	*
Potrero x fecha de conteo	*	*	*	*

Cuadro 13: Resultados de MANOVAS de la densidad promedio de puntos de crecimiento en el tiempo para los diferentes cultivares de trébol blanco
NS = no significativo * = $P < 0.05$

Existió un efecto significativo en el tiempo de la fecha de conteo y del potrero sobre la dinámica poblacional de los puntos de crecimiento para todos los cultivares. De la misma forma, existió una interacción significativa en el tiempo entre fecha de conteo y potrero para todos los cultivares. Esto indica que los puntos de crecimiento fueron muy sensibles a los efectos de las distintas variables ambientales y sugiere que tales efectos fueron similares para todos los cultivares en el tiempo.

Resultados de MANOVAS para el número promedio de plantas en el tiempo para *Lotus tenuis* y *Lotus pedunculatus*.

Fuente de variación	<i>Lotus tenuis</i>	<i>Lotus pedunculatus</i>
Potrero	*	*
Fecha de conteo	NS	*
Potrero x fecha de conteo	*	*

Cuadro 14: Resultados de MANOVAS para el número promedio de plantas en el tiempo para *L. tenuis* y *L. pedunculatus*.
NS = no significativo. * = $P < 0.05$

Existió una interacción significativa entre fecha de conteo y potrero para las dos especies, lo que indica que tanto el potrero como la fecha de conteo afectaron el número de plantas detectadas en el tiempo. Esto es claro cuando se tiene en cuenta que para la mayoría de los tratamientos existieron diferencias significativas entre el número total de plantas detectadas en el primer conteo y las sobrevivientes en el último conteo. Si se considera fijo en el tiempo el efecto potrero, se observaron variaciones dentro de una misma especie.

El análisis del perfil de las curvas para lotus indica diferencias en la dinámica poblacional de las dos especies sobre campo natural sin mejorar y campo natural mejorado. La forma, pendiente y tasas de reducción en el número de plántulas de *Lotus pedunculatus* sobre campo natural sin mejorar fue significativamente diferente a las curvas de dinámica poblacional de *Lotus tenuis* y de *Lotus pedunculatus* sobre campo natural mejorado. En el caso de *L. pedunculatus* sobre campo natural sin mejorar el número de plántulas se mantuvo por encima de la densidad de plántulas de *Lotus tenuis* hasta los 210 días postsiembra. A partir de ese momento se produce una drástica reducción en el número de plantas hasta alcanzar solo 23 plantas/m² remanentes en el último conteo.

En el caso de *Lotus tenuis* en ambos potreros el número inicial de plántulas fue menor a *Lotus pedunculatus* y su dinámica se caracterizó por el mantenimiento y posterior reducción moderada en el número de plántulas.

4.6 SOBREVIVENCIA ESTIVAL

El período estival se caracterizó por un déficit hídrico muy importante que comenzó en la primavera. La disponibilidad de agua en el horizonte superior del suelo a la que podían acceder las plantas fue muy baja a partir de Octubre. Esto fue consecuencia de que las precipitaciones ocurridas estuvieron muy por debajo del promedio histórico

La sobrevivencia durante el primer verano es crítica para la persistencia de las especies introducidas en los mejoramientos en cobertura donde existe un tapiz nativo muy competitivo y adaptado a las fluctuaciones ambientales.

A partir del segundo año la persistencia vegetativa del trébol blanco depende de sus estolones cuyas raíces adventicias se concentran en los primeros 10 a 15 cm, por lo tanto la especie es muy sensible al déficit hídrico (García, 1992). Las condiciones

hídricas del verano afectan la producción de otoño que esta muy relacionada a la sobrevivencia de estolones. A su vez determinan si la población de plantas sobreviven de un año a otro por nuevos estolones o por resiembra natural, pudiendo afectar su persistencia (Caradus y Mackay, 1991 citado por Bremernann *et. al.*, 1996)

Los menores valores de sobrevivencia registrados para el trébol blanco con respecto a *Lotus spp.* confirman la alta susceptibilidad al stress hídrico de esta especie (Cuadro 15).

El mayor porcentaje de suelo desnudo sobre campo natural sin mejorar pudo haber promovido mayores pérdidas de agua desde el suelo, por menor sombreado y mayor temperatura. Esto acentuó la severidad y duración de la deficiencia de agua provocando la muy baja sobrevivencia observada en trébol blanco.

Cultivar	Diciembre		Abril		Sobrevivencia Estival	
	Ptos. Crec o pl./m ²		Ptos. Crec.o pl./m ²			
	CN sin mej.	CN Mej.	CN sin mej	CN Mej.	CN sin mej.	CN Mej.
TBS	829.49	874.36	3.85	57.69	0%	7%
TBP	3958.97	1151.28	3.85	228.21	0%	20%
TBB	1756.41	1238.46	38.46	271.79	2%	22%
TBD	1176.92	762.82	0.00	47.44	0%	6%
LP Sunrise	620.51	162.82	23.08	37.18	4%	23%
LT	347.44	75.64	103.85	49.00	30%	65%

Cuadro 15: Porcentaje de sobrevivencia estival

Los estolones de trébol blanco sobreviven períodos de sequía más largos que las hojas por su mayor capacidad de restringir las pérdidas de agua por ajuste osmótico. Por lo tanto, el número de plantas sobrevivientes a un período de déficit hídrico puede relacionarse con el número de puntos de crecimiento pre-sequía (Bologna, com. pers., 2000).

En este experimento se destaca el hecho de que la sobrevivencia de estolones en campo mejorado fue superior a la observada sobre campo sin mejorar aunque la densidad de estolones al principio de verano fue mucho mayor en esta última situación. Esto indica que las condiciones para la implantación y desarrollo temprano de estolones fueron más favorables sobre campo sin mejorar, quizá como resultado de menor competencia con el tapiz nativo. Sin embargo, la mayor sobrevivencia observada en campo natural mejorado corrobora los efectos beneficiosos, sobre la sobrevivencia de estolones, de mayores niveles de fósforo reportados en la literatura consultada. Si bien los porcentajes de sobrevivencia de puntos de crecimiento de 20 y 22% observados para

PROP y BAYUCUÁ fueron importantes en relación a lo registrado para los otros dos cultivares, se considera que estas densidades resultarían en una muy lenta recuperación del potencial productivo de la población introducida.

Para las especies de *Lotus* ensayadas, se verificó una situación similar ya que en la primavera se detectó un número mayor de plantas en la parcela de CN sin mejorar pero la sobrevivencia relativa de esas plantas fue mayor en CN mejorado. De cualquier manera, la densidad poblacional remanente de *Lotus tenuis* en abril fue mayor en campo natural sin mejorar lo que destaca la importancia de lograr altas densidades poblacionales iniciales.

La mayor sobrevivencia que presenta *Lotus tenuis* esta dada por su alta capacidad de tolerar el stress hídrico, dado su sistema radicular pivotante profundo. El alto incremento observado sobre campo natural mejorado, se debe a la ruptura de la dormancia y al rápido desarrollo inicial del sistema radicular. En este tapiz la historia de fertilización con fósforo, favoreció la sobrevivencia y un nuevo reclutamiento de plantas de *Lotus tenuis*.

5. CONCLUSIONES

Estos resultados, obtenidos para un año particular sobre suelos profundos de basalto, deben ser tomados como un aporte más al estudio de la dinámica de implantación y persistencia de pasturas mejoradas por introducción de leguminosas en cobertura.

Dada la variabilidad climática de nuestro país, este trabajo confirma la importancia que el clima como recurso y también como riesgo tiene sobre el crecimiento y desarrollo inicial de las especies introducidas. Las condiciones ambientales anteriores y durante la primera etapa del período experimental fueron favorables para la germinación y crecimiento inicial de las plántulas emergidas. Sin embargo, las deficiencias de agua observadas a partir de septiembre determinaron que el ambiente fuera limitante para la sobrevivencia de las plántulas y puntos de crecimiento inicialmente detectados.

El análisis de la dinámica de implantación indica que cultivares locales con mecanismos de control de la germinación a través de dormición innata o semillas duras serían los más recomendables para este tipo de alternativa tecnológica.

Dentro del género *Trifolium* el cultivar BAYUCUA, corrobora los antecedentes en cuanto a adaptación y a su comportamiento flexible frente a fluctuaciones en las condiciones ambientales. Los datos presentados demuestran la alta capacidad de persistencia del cultivar a través de la propagación por semilla (resiembra) y sobrevivencia de estolones.

El cultivar PROP mostró un comportamiento de implantación excelente, con un alto número de plántulas establecidas y rápido desarrollo de estolones en las favorables condiciones iniciales del ensayo. Sin embargo, bajo condiciones de stress hídrico disminuyó rápidamente su densidad de puntos de crecimiento lo que relativiza la persistencia de este tipo de cultivares en siembras en cobertura.

Los cultivares SUSTAIN y DUSI, si bien obtuvieron una buena implantación, desaparecieron tras el verano.

La mortalidad de plantas de DUSI luego de un verano seco, comprueba los antecedentes disponibles para el cultivar que indican que los cultivares de hoja grande son más sensibles al stress hídrico. La adaptación a nuestras condiciones de los cultivares de trébol blanco de tipo ladino es muy difícil teniendo en cuenta las variaciones climáticas importantes que se presentan en nuestro país.

La dinámica poblacional de las distintas especies, esta determinada por los patrones estacionales característicos de cada una: el trébol blanco presenta su etapa más crítica en la primavera donde ocurre la fragmentación de estolones, formando plantas chicas con raíces nodales susceptibles a la sequía. *Lotus pedunculatus*, se implantó muy bien pero su sobrevivencia fue determinada por las condiciones del primer verano, ya que en esta época comienza la formación de estolones y rizomas, responsables del rebrote posterior. *Lotus tenuis*, posee una estrategia diferente de persistencia ya que presenta una germinación escalonada y una mayor sobrevivencia de las plantas originalmente establecidas. Este ensayo confirma la adaptación de *Lotus tenuis* a las condiciones de implantación sobre tapices de basalto profundo.

Los mayores valores de sobrevivencia observados en campo natural mejorado tanto para trébol como para lotus corroboran los efectos favorables del fósforo residual, consecuencia de las sucesivas refertilizaciones.

6. RESUMEN

Con la posibilidad de mejorar la producción primaria del campo natural con la introducción de leguminosas sobre dicho tapiz, es que se plantea en este trabajo evaluar la implantación de diferentes cultivares de trébol blanco y especies del género *Lotus* y describir su dinámica poblacional. Estos representan distintas estrategias de producción y persistencia bajo condiciones de pastoreo.

El ensayo se realizó sobre suelos profundos de la región basáltica. Se ubicaron parcelas sobre campo natural sin mejorar y sobre campo natural mejorado. Los tratamientos fueron seis cultivares diferentes: BAYUCUÁ, DUSI, PROP, SUSTAIN pertenecientes a la especie *Trifolium repens*, y 2 especies del género *Lotus*: *L. pedunculatus* cv. SUNRISE y *L. tenuis* cv. LARRAÑAGA

Dada la variabilidad climática de nuestro país, este trabajo confirma la importancia que el clima como recurso y también como riesgo tiene sobre el crecimiento y desarrollo inicial de las especies introducidas.

Dentro del género *Trifolium* el cultivar BAYUCUA, corroboró los antecedentes en cuanto a adaptación y a su comportamiento flexible frente a fluctuaciones en las condiciones ambientales. Por su parte el cultivar PROP mostró un comportamiento de implantación excelente, en las condiciones iniciales favorables del ensayo. Sin embargo, bajo condiciones de stress hídrico disminuyó rápidamente su densidad de puntos de crecimiento.

Los cultivares SUSTAIN y DUSI, si bien obtuvieron una buena implantación, desaparecieron tras el verano.

La dinámica poblacional de las distintas especies, esta determinada por los patrones estacionales característicos de cada una: el trébol blanco presenta su etapa más crítica en la primavera donde ocurre la fragmentación de estolones, formando plantas chicas con raíces nodales susceptibles a la sequía. *L. pedunculatus* SUNRISE, se implantó muy bien pero su sobrevivencia fue determinada por las condiciones del primer verano, ya que en esta época comienza la formación de estolones y rizomas, responsables del rebrote posterior. *Lotus tenuis* cv. LARRAÑAGA, posee una estrategia diferente de persistencia ya que presenta una germinación escalonada y una mayor sobrevivencia de las plantas originalmente establecidas.

Los mayores valores de sobrevivencia observados en campo natural mejorado tanto para trébol como para lotus corroboran los efectos favorables del fósforo residual, consecuencia de las sucesivas refertilizaciones.

7. SUMMARY

It is with the intention of improving the primary production of natural pastures with the introduction of leguminous, that we evaluated in this work the different cultivars of Trébol Blanco and species of Lotus, and the description of its population dynamics. These crops represent different strategies of production and persistence under pasturing conditions.

The research took place over deep soils in the basaltic region. The experiment was made in plots over natural pastures with no improvement and in plots of natural improved pastures. The treatment used six different cultivars: BAYUCUÁ, DUSI, PROP, SUSTAIN that belong to the species *Trifolium repens*, and two species of Lotus: *L. Pedunculatus*, cv. SUNRISE and *L. Tenius*, cv. LARRAÑAGA.

Given the variability in our country's climate, this research confirms the importance, both as potential and as risk, that the climate has over the growth and initial development of the species introduced.

In the *Tryfolium* gender, the BAYUCUA cultivar corroborated its performance both by its adaptation and by its flexible behavior over the wavering of the climate. The PROP cultivar displayed an excellent behavior during implantation, in the favorable initial conditions of the research. Notwithstanding, under hydric stress the density of its points of growth quickly diminished.

The SUSTAIN and DUSI cultivars, despite a good implantation, disappeared after the summer.

The dynamics of population of the different species is determined by the seasonal pattern of each of them: white clover has its most critical stage in spring, when the fragmentation of stolons occurs, leading to little plants with short nodal roots, very sensitive to droughts. *L. pedunculatus* SUNRISE had a very good implantation but its survival was determined by the conditions of the first summer, due to the fact that it is during this period that stolons and rhizomes responsible of the future sprout appear. *Lotus tenius*, LARRAÑAGA, has a different strategy of persistence as it shows a stepped germination and a higher survival of the plants originally introduced.

The highest values of survival observed in natural, improved pasture, both for white clover and Lotus, corroborated the favorable effects of residual phosphorus, as a consequence of the successive re-fertilizations.

8. BIBLIOGRAFIA

1. APEZTEGUÍA, E. Aspectos Básicos de las Siembras en Pasturas Naturales. Paysandú, Cátedra de Forrajeras, EEMAC., Fac. de Agronomía, Rep. 743. 1988. 19 p.
2. ARAMBARRI, A. M. and BALATTI, A. M . 1999. Lotus germoplasm behavior in de soils and climate of the Salado River Basin, Argentina. Plant Genetic Resources Newsletter 117: 27-30.
3. ARGELAGUET, R. y IRAZOQUI, A. 1985. Fertilización fosfatada en la implantación y producción de leguminosas en pasturas naturales. 186p.
4. BARBOUR, M. ; CARADUS, J. R.; WOODFIELD, D. R. and SILVESTER, W. B. 1995. Water stress and water use efficiency of ten white clover cultivars. Agronomy Society of New Zealand Special Publication n°11/ Grassland Research and Practice Series n°6: 159-162.
5. BEGON, M.; HARPER, J. y TOWSAND, E. Ecology: Individuals, Populations and Communities. London, Blackwell.1990. 945p.
6. BEGON, M y MORTIMER, M. Population Ecology: A Unified Study of animals and Plants. Oxford, A. Blackwell. 1986.
7. BEMHAJA, M. Mejoramiento de campo en basalto profundo. Evaluación de leguminosas: Géneros, especies y variedades. In INIA. Serie Técnica 102, Montevideo, 1998. pp. 33-42.
8. BEMHAJA, M. Mejoramiento de Campo: fertilización fosfatada. In INIA. Serie Técnica No. 102, Montevideo, 1998. pp. 75-90.
9. BEMHAJA, M. Producción de Pasturas en Basalto. In INIA. Serie Técnica 80. Montevideo, 1996. pp. 231-240.
10. BENTANCOR, C. y GARCÍA, S. 1991. Siembra en cobertura: Estudio preliminar del comportamiento de varias especies (Gramíneas y Leguminosas), San Antonio, Salto. 190p.
11. BERRETTA, E. Campo Natural: Valor Nutritivo y Manejo. In INIA. Serie Técnica No. 80 Montevideo, 1996. pp. 113-127.

12. BERRETTA, E. Efecto del pastoreo y la introducción de especies en la evolución en la composición botánica de pasturas naturales. In INIA. Serie Técnica No. 102. Montevideo, 1998. pp. 91-97.
13. BERRETTA, E. Principales características climáticas y edáficas de la región de basalto en Uruguay. In INIA. Serie Técnica No. 102. Montevideo, 1998. pp. 3-10.
14. BERRETTA, E. Producción de Pasturas Naturales en el Basalto. In INIA. Serie Técnica No. 13. Montevideo, 1997. pp. 12-18.
15. BERRIEL, S.F. 1956. Mejoramiento de campos y praderas artificiales en Uruguay. Valterra, Montevideo. 82p.
16. BLACKMORE, W. 1958. Overdrilling of pastures and crops. *New Zealand Journal of Agriculture*. 6(1): 17-25.
17. BOLOGNA, J.; HILL, W. 1992. Dinámica de la Implantación en Siembras en Coberturas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Fac. de Agronomía.
18. BOLOGNA, J. 1997. Los recursos naturales de la región de Basalto Superficial: Limitantes y oportunidades. In Foro sobre Basalto Superficial. Artigas, Uruguay. pp 10-42.
19. BOWMAN, A. M. 1993. Sharnae a new *Lotus pedunculatus* for Australia. *Lotus News Letter* Vol. 24.
20. BREMERMAN, F.; CARRACELAS, J. Y GRASSI, L. 1996. Caracterización de la productividad y persistencia de dos mejoramientos bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
21. BRUM, C. 1996. Mejoramientos extensivos sobre basalto. *Revista Plan Agropecuario* n° 70. pp 6-8.
22. BURDON, J.J. 1983. Biological Flora of the British Isles. *Journal of Ecology*. 71:307 – 330.
23. CAMPBELL, M. Factors Responsible for losses during germination, radicle-antry, establishment and survival of surface-sown pasture species. *J. Aust. Inst. Agric. SC.* 39 (3): 194-196. 1973.

24. CARADUS, J. R. 1989. Classification of a world collection of white clover cultivars. *Euphytica* 42: 183 – 196.
25. CARADUS, J. R.; CLIFFORD, P. T. P.; CHAPMAN, D. F.; COUSINS, G. R.; WILLIAMS, W. M. and MILLER, J. E. 1997. Breeding and description of 'Grassland Sustain', a medium-large-leaved white clover (*Trifolium repens* L.) cultivar. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 40: 1-7.
26. CARADUS, J. R.; HAY, R. J. M. Y WOODFIELD, D. R. 1995. The positioning of white clover cultivars in New Zealand. *Agronomy Society of New Zealand Special publication N°11/ Grassland Research and Practice Series N°6: 45-48.*
27. CARÁMBULA, M. 1977. *Producción y Manejo de Pasturas Sembradas.* Montevideo. Ed. Hemisferio Sur. 464 p.
28. CARÁMBULA, M. 1996. *Pasturas Naturales Mejoradas.* Montevideo. Ed. Hemisferio Sur. 524 p.
29. CARÁMBULA, M. Actualización de Información Tecnológica sobre Pasturas en Producción Extensiva. *In* INIA, Serie Técnica No. 13. Montevideo, 1997. pp. 7-11.
30. CARÁMBULA, M.; AYALA, W. CARRIQUIRY, E. Lotus Pedunculatus, Adelantos sobre una Forrajera que Promete. *In* INIA. Serie Técnica 45, Montevideo, 1994. 13 p.
31. CARÁMBULA, M.; AYALA, W. CARRIQUIRY, E. Y BERMUDEZ, R. 1994^a. INIA Treinta y Tres, Uruguay. Boletín de divulgación 46, 19p.
32. CARRERA, M.; GONZALEZ, D.; GONZALEZ, R. Y ROVIRA, P. 1996 Efecto de la dotación y manejo del pastoreo en la productividad del campo natural y mejorado. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía.
33. CASTAÑO, J. y MENENDEZ, F. 1998. Caracterización vegetativa y producción de semillas de Lotus. 67p. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía.

34. CASTRILLÓN, A. Y PIREZ, C. Evaluación de la Capacidad de Instalarse de Especies Forrajeras en el Campo Natural con Diferentes Tratamientos de Laboreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Fac. de Agronomía. 1987. 264 p.
35. CASTRO, J.; ZAMUZ, E. Y OUDRI, N. 1981. Guía para la fertilización de pasturas. Paysandú, Facultad de Agronomía, 20 p. (Cátedra de forrajeras. Rep. 434)
36. CAUBARRERE, P. Y CERVIERI, P. 1997. Efecto de la carga animal en la caracterización y utilización de un mejoramiento de campo natural sobre suelo de basalto profundo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Fac. de Agronomía.
37. CORSI, W. 1978. Clima. En: Pasturas IV. 2a ed. Montevideo: CIAAB. P.255-266
38. DEBELLIS, I.; GOÑI, C.; MELLO, J. Y SANTANA, P. 1995. Respuesta a mejoramientos en cobertura sobre campos regenerados, bajo 5 frecuencias de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Fac. de Agronomía. Montevideo, Uruguay.
39. DOWLING, P.; CLEMENTS, R. Y MCWILLIAM, J. Establishment and Survival of Pasture Species from Seeds Sown on the Soil Surface. Aust. J. Agric. Res. 22(1): 61-74.1971.
40. DURÁN, A. 1985. Los Suelos del Uruguay. Montevideo. Ed. Hemisferio Sur. 398p.
41. DUTTO, P. 1999. El trébol blanco y los rizobios nativos. Revista Plan Agropecuario nº 84. pp 32-34.
42. EYHERALDE, N.; FROS, A. E IRIGOYEN, M. 1996. Efectos de la frecuencia de pastoreo sobre la producción y persistencia de una cobertura sobre basalto medio. Tesis Ing. Agr. Fac. de Agronomía. Montevideo Uruguay.
43. FERNANDEZ, P.; GARCÍA, J.; GARESE, J. Y RAPPA, M. 1994. Estudios sobre la implantación de mejoramientos en cobertura. Tesis Ing. Agr. Fac. de Agronomía. Montevideo, Uruguay.

44. FRAME, J. 1982. Efectos de los animales sobre las pasturas. In Utilización de pasturas. Cátedra de Bovinos de Carne, Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 17-31.
45. FRIONI, L. Ecología Microbiana del Suelo. Montevideo, Dpto. de Publicaciones y Ediciones de la Universidad de la República, 1990. 519 p.
46. GARCÍA, J. A. 1992. Investigaciones Agronómicas. INIA Uruguay. 1 Tomo II pp. 143-156. Montevideo, Uruguay.
47. GARCÍA, J. A. Variedades de Trébol Blanco. In INIA, Serie Técnica N° 70. Montevideo, 1996. 15p.
48. GOMEZ, R. 1997. *Lotus tenuis*. Revista Plan Agropecuario n° 74. pp 38-39.
49. GRIME, J. 1973. Nature (London) 242: 344.
50. HARPER, J. Population Biology of Plants. London, Academic Press. 1977. 892p.
51. HARPER, J. y BENTON, R. The Behavior of Seeds in Soil. II. Determination of Seeds on the Surface of a Water Supplying Substrate. J. Ecol. 54(1): 151-166. 1966.
52. HARPER, J.; WILLIAMS, W. Y SAGAR, G. The Behavior of Seed in Soil. I. The Heterogeneity of Soil Surface and It's Role in Determining the Establishment of Plants from Seed. J. Ecol. 53 (2): 273 – 286. 1965.
53. HARTGERINK, A. Y BAZZAZ, F. Seedling – Scale Environmental Heterogeneity influences Individual Fitness and Population Structure. Ecology 65 (1): 198 – 206. 1984.
54. HEADY, H. F. Y DENNIS CHILD, R. 1994. Rangeland Ecology and Management. Westview Press. pp. 39-57.
55. HEIDECKER, W. Seed Ecology. London. Butterworths. 1973. 578p.
56. HELYAR, K.R. 1985. Proc. Trilateral Workshop. R. North 1984. USDA, p. 2-18.

57. HOCHMAN, Z. y HELYAR, K.R. 1989. Proc. Trilateral Workshop. Hawaii, 1988. Am. Soc. Of Agron. Pp. 177-201.
58. JASO, D. Y OLAONDO, M. 1986. Implantación convencional y en cobertura de Lotus en pasturas naturales bajo fertilización fosfatada. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay, Fac. de Agronomía.
59. LA PAZ, A et. al. 1994. Implantación de especies sembradas en cobertura sobre basalto. 148 p.
60. LANGER, R. H. M.1981. Las Pasturas y sus Plantas. Montevideo. Ed. Hemisferio Sur. 518p.
61. LASKY, B. y WAKEFIELD, R. Competitive effects of several grass species and weeds on the establishments of birdsfoot trefoil. Agronomy Journal 70 (1): 146-148.1978.
62. MCWILLIAMS, J., CLEMENTS, R. Y DOWLING, P. Spme Factors Influencing the Germination and Early Seedling Development of Pasture Plants. Aust. J. Agric. Res. 21(1): 19-32.1970.
63. MILLER, R. Pattern and Process in Competition. Advances in Ecological Research 4: 1-74.1967.
64. MILLOT, J. C. et al. 1988. Revista Plan Agropecuario. Suplemento especial.
65. MILLOT, J.; RISSO, D. Y METHOL, R. Relevamiento de Pasturas Naturales y Mejoramientos Extensivos en el Area de Ganadería del Uruguay. Informe Técnico. CHPA, Fucrea. 1987. 200 p.
66. MUJICA, M. M. and RUMI, C. P. 1999. Effects os salinity on the germination of *Lotus glaber* Mill.(=*Lotus tenuis* Waldst. Et Kit. Ex Wild.). Newsletter. Vol. 30
67. OLMOS, F. 1991. Mejoramiento de pasturas naturales. Región Noreste. Montevideo, Hemisferio Sur. pp91-102. (INIA Serie Técnica nº13).
68. PITTALUGA, O.; BERRETTA, E. Y RISSO, D. Factores que afectan la recria vacuna en campo natural de basalto. In INIA Serie Técnica No. 102. Montevideo, 1998. pp. 147-151.

69. RISSER, P. Competitive Relationships Among Herbaceous Plants. *The Botanical Review* 35 (3): 275-284.1969.
70. RISSO, D. 1991. Siembras en el Tapiz: Consideraciones generales y estado actual de la información en las zonas de suelo sobre cristalino. In INIA. Serie Técnica No. 13. Montevideo, Ed. Hemisferio Sur. pp. 71-82.
71. RISSO, D. 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. Ed. Hemisferio Sur. 1990. pp. 243-247.
72. RISSO, D. Efecto de la densidad de siembra y fertilización inicial en el comportamiento de tres leguminosas sembradas en cobertura. In Seminario Nacional de Campo Natural 2º., Tacuarembó, 1996. Montevideo, Hemisferio Sur. 1990. pp. 243-247.
73. RISSO, D. Siembras en el tapiz: Consideraciones generales y estado actual de la información en la zona de suelos sobre cristalino. In INIA, Serie Técnica No. 13. Montevideo, 1997. pp. 71-82.
74. RISSO, D. y MORÓN, A. 1990. Evaluación de mejoramientos extensivos de pasturas naturales en suelos de cristalino (1984-1990) (2). In: II Seminario Nacional de Campo Natural, (2. 1990, Tacuarembó), 1990. Tacuarembó, Montevideo, INIA, Soc. Uruguay de Pasturas Naturales, Facultad de Agronomía, CHPA. Ed. Hemisferio Sur. pp. 205-218.
75. RISSO, D.; BERRETTA, E. Y BEMHAJA, M. 1997. Avances Tecnológicos para la Región Basáltica: 1. Pasturas. INIA. Serie Actividades de Difusión No. 145. pp. II-I6.
76. ROBINSON, G. y CROSS, M. Improvements of some New Zealand Grassland by Oversowing and Overdriling. In. Proceedings of the 8th Grassland Congress. Reading, 1961. pp.402-405.
77. ROSS, M. y HARPER, J .Occupation of Biological Space during Seedling Establishment. *J. Ecol.* 60(1): 77-88.1972.
78. RUSSELL, H. Ecología del Rhizobium en la Región Noreste. In INIA. Serie Técnica 80, Montevideo, 1996. pp. 41-45.

79. SANTIÑAQUE, F. Alternativas de mejoramiento de pasturas naturales. I-II. Cátedra de Forrajes, EEMAC, Fac. de Agronomía, Rep. No. 588. 1984. 24p.
80. SAS Institute Inc. 1990. SAS/STAT user's guide. Version 6, 4th ed. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA
81. SBARRA, G.; GARCÍA, ESPIL, A.; SAUCEDE, M. Y MARTÍN, G. Intersiembra de Lotus Tenuis en un pastizal de la Depresión del Salado. 2. Dinámica Poblacional. Rev. Arg. Prod. Animal. Vol. 12. Sub. 1. pp. 76-77. 1992.
82. SCOTT, D. 1975. Effects of seed coating on establishment. New Zealand Journal of Agricultural Research. 18 (1): 33-38.
83. SILVERTOWN, J. Introduction to Plant Population Ecology. London, Longman.1987. 230p.
84. SOLBRIG, O. Demography and Evolution of Plants populations. Oxford, Blackwell. 1980. 223p.
85. TOURN, M. Y ROITMAN, G. 1996. *Lotus tenuis* WALD.ET KIT. (Fabaceae): an Architectural Analysis. http://www.psu.missouri.edu/lnl/v27/Lotus_nl.htm
86. Von Ende, C.N. 1993. Repeated measures analysis. In S.M. Scheiner and J. Gurevitch. Design and analysis of ecological experiments. Pp 113 – 137. Chapman and Hall, New York, USA
87. WELLINGTON, P. Germination and Seedling Emergence. In Milthorge, F. Ivins, J, The Growth of Cereals and Grasses. London, Butterworth. 1966. pp. 65-81.
88. WILSON, G. P. M. 1991. Register of Australian Herbage Plant Cultivars. Australian Journal of Experimental Agriculture. 1992, 32, 794-5.

	23,3	76	197	114,26	609,1	11	29,1	18,2	37,2	13,1	16,3	9,1	0
ENE	23,4	78	143,4	83,18	65,2	7	28	18,7	32,5	10,2	16,9	9,3	0
FEB	20,5	79	153,1	85,74	226,3	14	25,5	15,3	34,6	8,2	13	4	0
ABR	17,9	85	94,5	46,31	202,1	7	22,3	14,4	27,2	6	12,2	2,1	0
MAY	16,3	82	67,8	29,15	97,5	6	21,1	11,5	28,2	5,2	9,3	1,4	0
JUN	12,4	84	48	18,73	162,8	9	17,4	7,3	24,6	1,5	4,7	-1,5	6
JUL	13,4	85	44,4	17,31	46,9	6	18,8	8,4	24,8	0,4	5,9	-1,9	5
AGO	13,4	80	81,3	39,03	36,6	4	18,2	8,2	23,8	3	5,6	-1,4	1
SET	14,5	73	127,8	75,4	98	7	20,6	8,4	28,8	4,1	5,5	0	1
OCT	19,5	71	199,7	117,82	54,3	3	26,2	12,5	35	4,9	10,1	2,4	0
NOV	21,2	64	249,5	144,71	67,3	4	28,1	14,3	34,2	9,5	11,6	5,1	0
DIC	22,8	65	262	141,48	130,6	7	29,4	16,2	36,6	9,2	13,3	4,6	0
ANUAL	18,2	77	1668,5	913,12	1796,7	85	23,7	12,8	37,2	0,4	10,4	-1,9	13

1999

	TMED	HR	E "A"	ET	RR	FRR	TXM	TNM	TX	TN	MED	ABS	MET	AGROMET
ENE	24,4	67	251,1	145,64	29,7	10	30,9	17,4	38,3	9,5	14,8	2,9	0	0
FEB	24,8	69	224	129,92	131	7	31,2	18,1	35,2	11,8	15,5	9	0	0
MAR	24,9	72	192,7	107,92	68,5	6	30,5	19,2	37,2	10	16,6	7	0	0
ABR	16,8	80	92,5	45,33	99,3	10	21,7	11,9	27,7	4	8,8	-0,6	0	1
MAY	14,4	80	75,3	32,38	15,7	3	20,6	8,3	30,5	1,4	5	-2,2	0	3
JUN	12,7	82	51	19,97	225,7	6	17,6	7,3	24	-1,2	3,9	-6	1	12

Referencias:

TMED	Temperatura media del aire
HR	Humedad relativa
E "A"	Evaporación de tanque "A" acumulada
ET	Evapotranspiración acumulada
RR	Precipitación acumulada mensual y anual
FRR	Número de días con precipitación
TXM	Temperatura máxima media
TNM	Temperatura mínima media
TX	Temperatura máxima absoluta del periodo
TN	Temperatura mínima absoluta del periodo
MED	Temperatura sobre césped mínima media
ABS	Temperatura sobre césped mínima absoluta
MET	Número de heladas a 1,5 metros
AGROMET	Número de heladas a 0,05 metros

Unidades:

grados Celsius (°C)
porcentaje (%)
milímetros (mm)
milímetros (mm)
milímetros (mm)
Número de días
grados Celsius (°C)
Número de días
Número de días

APENDICE 1

IS=CM FECH=23/11/98

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

SP	R_CONT LSMEAN	Pr > T i/j	H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)					
			1	2	3	4	5	6
P	1.93999738	1 .	0.0007	0.0146	0.0004	0.0104	0.0078	
T	1.22613602	2 0.0007	.	0.0937	0.6737	0.1294	0.1684	
3B	1.50165360	3 0.0146	0.0937	.	0.0453	0.8460	0.7211	
3D	1.16162324	4 0.0004	0.6737	0.0453	.	0.0635	0.0840	
3P	1.47199979	5 0.0104	0.1294	0.8460	0.0635	.	0.8700	
3S	1.44702285	6 0.0078	0.1684	0.7211	0.0840	0.8700	.	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

IS=CM FECH=25/09/98

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

SP	R_CONT LSMEAN	Pr > T i/j	H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)					
			1	2	3	4	5	6
P	1.94511012	1 .	0.2697	0.4546	0.5662	0.5871	0.5779	
T	1.52059128	2 0.2697	.	0.0802	0.5778	0.1144	0.1118	
BB	2.22774693	3 0.4546	0.0802	.	0.2003	0.8327	0.8434	
BD	1.72961040	4 0.5662	0.5778	0.2003	.	0.2752	0.2698	
BP	2.14896051	5 0.5871	0.1144	0.8327	0.2752	.	0.9890	
BS	2.15407667	6 0.5779	0.1118	0.8434	0.2698	0.9890	.	

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-planned comparisons should be used.

IS=CM FECH=30/12/98

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

P	R_CONT LSMEAN	Pr > i/j	H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)					
			1	2	3	4	5	6
	1.36970727	1	.	0.4277	0.0003	0.0295	0.0031	0.0058
	1.06094505	2	0.4277	.	0.0001	0.0072	0.0009	0.0015
B	3.36631404	3	0.0003	0.0001	.	0.0185	0.1689	0.0936
D	2.31754481	4	0.0295	0.0072	0.0185	.	0.2146	0.3622
P	2.81244303	5	0.0031	0.0009	0.1689	0.2146	.	0.7189
S	2.67416673	6	0.0058	0.0015	0.0936	0.3622	0.7189	.

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-announced comparisons should be used.

IS=CM FECH=31/07/98

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

P	R_CONT LSMEAN	Pr > i/j	H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)					
			1	2	3	4	5	6
	1.97998928	1	.	0.0219	0.0303	0.8323	0.1492	0.1112
	1.23181692	2	0.0219	.	0.0004	0.0318	0.0016	0.0012
B	2.67567503	3	0.0303	0.0004	.	0.0209	0.3605	0.4569
D	1.91999837	4	0.8323	0.0318	0.0209	.	0.1054	0.0779
P	2.41120500	5	0.1492	0.0016	0.3605	0.1054	.	0.8573
S	2.46210853	6	0.1112	0.0012	0.4569	0.0779	0.8573	.

NOTE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-announced comparisons should be used.

S=CN FECH=06/04/99

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

P	R_CONT LSMEAN	Pr > T i/j	H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)					
			1	2	3	4	5	6
	0.81537038	1 .	0.0679	0.8125	0.4693	0.5531	0.5440	
	1.10993915	2 0.0679	.	0.1016	0.0188	0.0239	0.0233	
B	0.85043085	3 0.8125	0.1016	.	0.3429	0.4113	0.4038	
D	0.70710678	4 0.4693	0.0188	0.3429	.	0.8927	0.9038	
P	0.72701594	5 0.5531	0.0239	0.4113	0.8927	.	0.9888	
S	0.72494871	6 0.5440	0.0233	0.4038	0.9038	0.9888	.	

TE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-announced comparisons should be used.

S=CN FECH=12/02/99

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

P	R_CONT LSMEAN	Pr > T i/j	H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)					
			1	2	3	4	5	6
	0.87096339	1 .	0.0072	0.8158	0.2375	0.3312	0.2189	
	1.27398316	2 0.0072	.	0.0048	0.0010	0.0014	0.0009	
B	0.84230785	3 0.8158	0.0048	.	0.3329	0.4522	0.3086	
D	0.72037955	4 0.2375	0.0010	0.3329	.	0.8188	0.9569	
P	0.74857184	5 0.3312	0.0014	0.4522	0.8188	.	0.7773	
S	0.71374317	6 0.2189	0.0009	0.3086	0.9569	0.7773	.	

TE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-announced comparisons should be used.

S=CN FECH=23/11/98

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

P	R_CONT LSMEAN	Pr > T i/j	H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)					
			1	2	3	4	5	6
	2.34539581	1 .	0.0058	0.0081	0.0051	0.4757	0.0019	
	1.62798412	2 0.0058	.	0.8421	0.9437	0.0203	0.5081	
B	1.66994770	3 0.0081	0.8421	.	0.7876	0.0289	0.3940	
D	1.61313440	4 0.0051	0.9437	0.7876	.	0.0180	0.5530	
P	2.19329380	5 0.4757	0.0203	0.0289	0.0180	.	0.0063	
S	1.48712576	6 0.0019	0.5081	0.3940	0.5530	0.0063	.	

TE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-announced comparisons should be used.

S=CN FECH=25/09/98

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

P	R_CONT LSMEAN	Pr > T i/j	H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)					
			1	2	3	4	5	6
	2.62892040	1 .	0.0011	0.0298	0.0237	0.2878	0.0149	
	1.66536746	2 0.0011	.	0.0771	0.0960	0.0070	0.1487	
B	2.08710762	3 0.0298	0.0771	.	0.8970	0.1894	0.6939	
D	2.05867225	4 0.0237	0.0960	0.8970	.	0.1543	0.7909	
P	2.38857248	5 0.2878	0.0070	0.1894	0.1543	.	0.0998	
S	2.00037037	6 0.0149	0.1487	0.6939	0.7909	0.0998	.	

TE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-announced comparisons should be used.

S=CN FECH=30/12/98

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

P	R_CONT LSMEAN	Pr > T i/j	H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)					
			1	2	3	4	5	6
	2.44800674	1 .	0.4554	0.1579	0.5885	0.0009	0.8143	
	1.86903532	2 0.4554 .		0.0440	0.2113	0.0003	0.6041	
B	3.58596177	3 0.1579 0.0440 .			0.3561	0.0110	0.1076	
D	2.86467950	4 0.5885 0.2113 0.3561 .				0.0022	0.4422	
P	5.90734545	5 0.0009 0.0003 0.0110 0.0022 .					0.0006	
S	2.26819632	6 0.8143 0.6041 0.1076 0.4422 0.0006 .						

TE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-announced comparisons should be used.

S=CN FECH=31/07/98

General Linear Models Procedure
Least Squares Means

P	R_CONT LSMEAN	Pr > T i/j	H0: LSMEAN(i)=LSMEAN(j)					
			1	2	3	4	5	6
	3.58895247	1 .	0.0001	0.0055	0.0054	0.1607	0.0087	
	1.59638296	2 0.0001 .		0.0275	0.0279	0.0010	0.0171	
B	2.43767508	3 0.0055 0.0275 .			0.9940	0.0718	0.7873	
D	2.43514389	4 0.0054 0.0279 0.9940 .				0.0709	0.7815	
P	3.09455112	5 0.1607 0.0010 0.0718 0.0709 .					0.1133	
S	2.52814171	6 0.0087 0.0171 0.7873 0.7815 0.1133 .						

TE: To ensure overall protection level, only probabilities associated with pre-announced comparisons should be used.

or Experimental

Fecha	Ensayo	C.V.
31/07/98	CM	15.9%
31/07/98	CN	15.3%
25/09/98	CM	22.8%
25/09/98	CN	12.3%
23/11/98	CM	12.5%
23/11/98	CN	13.8%
30/12/98	CM	20.2%
30/12/98	CN	28.9%
12/02/99	CM	20.4%
12/02/99	CN	12.0%
06/04/99	CM	20.0%
06/04/99	CN	21.4%

3:

ndo los coeficientes de variación son muy altos las medias tienen que ser diferente para que esta diferencia sea significativa.

APENDICE 3

L. Pedunc. T.B. Dusi T.B. Sustain T.B. Bayucúa T.B. Prop L. Tenuis media de bloques

Conteo1 Campo Natural

bloque 1	1269,23	484,62	353,85	626,92	1115,38	207,69	676,28
bloque 2	153,85	888,46	665,38	638,46	1284,62	196,15	637,82
bloque 3	1634,62	765,38	1169,23	615,38	646,15	369,23	866,67
media	1019,23	712,82	729,49	626,92	1015,38	257,69	726,92
desvío	771,39	206,99	411,45	11,54	330,77	96,77	
CV (%)	75,68	29,04	56,40	1,84	32,58	37,55	

Conteo1 Mejoramiento

bloque 1	392,31	257,69	876,92	1184,62	730,77	203,85	607,69
bloque 2	388,46	530,77	707,69	776,92	646,15	84,62	522,44
bloque 3	376,92	484,62	184,62	438,46	584,62	111,54	363,46
media	385,90	424,36	589,74	800,00	653,85	133,33	497,86
desvío	8,01	146,17	360,91	373,61	73,38	62,53	
CV (%)	2,07	34,45	61,20	46,70	11,22	46,90	

Conteo2 Campo natural

bloque 1	650,00	357,69	253,85	450,00	534,62	176,92	403,85
bloque 2	584,62	588,46	426,92	542,31	750,00	273,08	527,56
bloque 3	753,85	419,23	603,85	388,46	403,85	330,77	483,33
media	662,82	455,13	428,21	460,26	562,82	260,26	471,58
desvío	85,34	119,50	175,00	77,43	174,79	77,72	
CV (%)	12,88	26,26	40,87	16,82	31,06	29,86	

Conteo2 Mejoramiento

bloque 1	392,31	257,69	876,92	1184,62	730,77	203,85	607,69
bloque 2	388,46	530,77	707,69	776,92	646,15	84,62	522,44
bloque 3	376,92	484,62	184,62	438,46	584,62	111,54	363,46
media	385,90	424,36	589,74	800,00	653,85	133,33	497,86
desvío	8,01	146,17	360,91	373,61	73,38	62,53	
CV (%)	2,07	34,45	61,20	46,70	11,22	46,90	

Conteo3 Campo Natural

bloque 1	488,46	284,62	188,46	292,31	538,46	188,46	330,13
bloque 2	542,31	319,23	150,00	261,54	550,00	180,77	333,97
bloque 3	519,23	146,15	292,31	226,92	296,15	346,15	304,49
media	516,67	250,00	210,26	260,26	461,54	238,46	322,86
desvío	27,01	91,58	73,61	32,71	143,34	93,34	
CV (%)	5,23	36,63	35,01	12,57	31,06	39,14	

Conteo3 Mejoramiento

bloque 1	346,15	103,85	161,54	176,92	157,69	146,15	182,05
bloque 2	257,69	119,23	150,00	176,92	176,92	176,92	176,28
bloque 3	426,92	96,15	226,92	211,54	226,92	38,46	204,49
media	343,59	106,41	179,49	188,46	187,18	120,51	187,61
desvío	84,64	11,75	41,48	19,99	35,74	72,70	
CV (%)	24,64	11,04	23,11	10,60	19,09	60,33	

APENDICE 3

L. Pedunc. T.B. Dusi T.B. Sustain T.B. Bayucú T.B. Prop L. Tenuis media de bloques

Conteo4 Campo Natural

bloque 1	646,15	903,85	584,62	1315,38	4303,85	503,85	1376,28
bloque 2	876,92	2080,77	300,00	1046,15	2357,69	165,38	1137,82
bloque 3	338,46	546,15	1603,85	2907,69	5215,38	373,08	1830,77
media	620,51	1176,92	829,49	1756,41	3958,97	347,44	1448,29
desvío	270,14	802,93	685,55	1006,09	1459,73	170,68	
CV (%)	43,54	68,22	82,65	57,28	36,87	49,13	

Conteo4 Mejoramiento

bloque 1	126,92	1353,85	961,54	1307,69	1403,85	130,77	880,77
bloque 2	223,08	415,38	1219,23	1273,08	746,15	53,85	655,13
bloque 3	138,46	519,23	442,31	1134,62	1303,85	42,31	596,79
media	162,82	762,82	874,36	1238,46	1151,28	75,64	710,90
desvío	52,50	514,47	395,73	91,58	354,40	48,09	
CV (%)	32,25	67,44	45,26	7,39	30,78	63,58	

Conteo5 Campo Natural

bloque 1	3,85	0,00	3,85	0,00	0,00	115,38	20,51
bloque 2	50,00	7,69	0,00	3,85	3,85	69,23	22,44
bloque 3	50,00	0,00	0,00	107,69	23,08	280,77	76,92
media	34,62	2,56	1,28	37,18	8,97	155,13	39,96
desvío	26,65	4,44	2,22	61,10	12,36	111,23	
CV (%)	76,98	173,21	173,21	164,33	137,77	71,70	

Conteo5 Mejoramiento

bloque 1	76,92	0,00	0,00	261,54	103,85	134,62	96,15
bloque 2	69,23	19,23	200,00	246,15	26,92	119,23	113,46
bloque 3	34,62	50,00	88,46	430,77	0,00	23,08	104,49
media	60,26	23,08	96,15	312,82	43,59	92,31	104,70
desvío	22,54	25,22	100,22	102,44	53,89	60,45	
CV (%)	37,40	109,29	104,23	32,75	123,63	65,48	

Conteo6 Campo Natural

bloque 1	0,00	0,00	7,69	0,00	0,00	103,85	18,59
bloque 2	65,38	0,00	3,85	19,23	3,85	7,69	16,67
bloque 3	3,85	0,00	0,00	96,15	7,69	200,00	51,28
media	23,08	0,00	3,85	38,46	3,85	103,85	28,85
desvío	36,69	0,00	3,85	50,88	3,85	96,15	
CV (%)	158,99		100,00	132,29	100,00	92,59	

Conteo6 Mejoramiento

bloque 1	61,54	0,00	42,31	373,08	484,62	153,85	185,90
bloque 2	50,00	19,23	96,15	230,77	107,69	103,85	101,28
bloque 3	0,00	123,08	34,62	211,54	92,31	34,62	82,69
media	37,18	47,44	57,69	271,79	228,21	97,44	123,29
desvío	32,71	66,21	33,53	88,24	222,19	59,87	
CV (%)	87,98	139,58	58,12	32,47	97,36	61,45	

EFFECTO DE LA COMBINACIÓN DEL NÚMERO DE CUADROS GRANDES Y CHICOS SOBRE LA VARIANZA MEDIA.

De manera de complementar el análisis estadístico, se consideró conveniente, realizar un breve análisis sobre el efecto que tiene la combinación de diferente número de cuadros grandes y chicos utilizados para el conteo, dado un mismo número de muestra, sobre la varianza media. Para esto se tomaron los valores del conteo correspondiente al 12 de febrero de 1999. En el cuadro 1, se pueden ver los distintos valores de la varianza media que se obtienen para diferentes combinaciones en el número de cuadros grandes y chicos.

El cálculo de la varianza media se realizó según la siguiente fórmula:

$\check{\sigma}_e^2$ = Error Experimental

$\check{\sigma}_{CG}^2$ = Error entre Cuadros grandes

$\check{\sigma}_{Cch}^2$ = Error entre Cuadros chicos

Varianza
media = $\check{\sigma}_e^2 / n^\circ\text{Bloque} + \check{\sigma}_{CG}^2 / (n^\circ\text{Bloque} \times CG) + [\check{\sigma}_{Cch}^2 / (n^\circ\text{Bloque} \times CG \times Cch)]$

Fecha de Conteo	12/02/1999
Error Experimental	0,001178
Error entre Cuadros Grandes	0,072406
Error entre Cuadros Chicos	0,28032

Nº Bloques	Nº Cuadros Grandes	Nº Cuadros Chicos	Nº Muestra	Varianza Media
3	1	3	9	0,0557
3	1	6	18	0,0401
3	1	9	27	0,0349
3	1	12	36	0,0323
3	1	15	45	0,0308
3	1	18	54	0,0297
3	1	21	63	0,0290
3	1	24	72	0,0284
3	2	3	18	0,0280
3	2	6	36	0,0202
3	2	9	54	0,0177
3	2	12	72	0,0164
3	2	15	90	0,0156
3	2	18	108	0,0151
3	2	21	126	0,0147
3	2	24	144	0,0144
3	3	3	27	0,0188
3	3	6	54	0,0136
3	3	9	81	0,0119
3	3	12	108	0,0110
3	3	15	135	0,0105
3	3	18	162	0,0102
3	3	21	189	0,0099
3	3	24	216	0,0097

Cuadro 1: Valores que toma la varianza media según la combinación de cuadros grandes y cuadros chicos utilizada.



Figura 1: Valor de la varianza media, en función de la combinación del número de cuadros grandes y chicos utilizado.

Como se observa en la figura 1, se obtiene una disminución importante en la varianza media al pasar de utilizar un cuadro grande a dos cuadros. Esta disminución no es tan importante entre dos y tres cuadros grandes. Por otro lado, utilizando dos cuadros grandes, se observa que a partir de 6 cuadros chicos la disminución de la varianza media es muy pequeña.

En conclusión, si el objetivo es disminuir el error experimental, es conveniente aumentar el número de cuadros grandes a más de uno, en lugar de hacerlo a través del número de cuadros chicos. Es decir, para un mismo número de muestra (ver cuadro I), es posible disminuir la varianza media, utilizando mas de un cuadro grande.