

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE MEZCLAS FORRAJERAS  
SEMBRADAS EN MONTES DE *EUCALYPTUS GLOBULUS SSP GLOBULUS*

por

José Luis ACEVEDO KUK  
Gabriel IBARBURU CABRERA

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2011

Tesis aprobada por:

Director:

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Luis Gallo

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Pablo Boggiano

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. Rafael Escudero

Fecha: 7 de octubre 2011

Autores:

\_\_\_\_\_  
José Luis Acevedo

\_\_\_\_\_  
Gabriel Ibarburu

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar se agradece al Ing. Agr. Luis Gallo por la dirección de esta tesis, al Ing. Agr. Pablo Boggiano por el tiempo brindado y los conocimientos transmitidos durante la elaboración de este trabajo.

También se agradece a los Ings. Agrs. David Silveira y Rafael Escudero por su colaboración en la etapa de campo de este trabajo, a la Ing. Agr. Mónica Cadenazzi por su aporte en el análisis estadístico de los resultados.

Al representante de la empresa “Los Eucalyptos” Ing. Agr. Luis Petrini por proporcionar los insumos y el establecimiento.

A la Ing. Agr. Victoria Petrini y personal del establecimiento “Los Eucalyptos” por su apoyo en la etapa de campo.

A todas aquellas personas que de alguna manera u otra han hecho posible llegar al final de esta etapa.

## TABLA DE CONTENIDO

|  | Página |
|--|--------|
| PÁGINA DE APROBACIÓN.....  | II     |
| AGRADECIMIENTOS.....   | III    |
| LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....  | VII    |
| <br>   |        |
| 1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....   | 1      |
| <br>   |        |
| 2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRAFICA</u> .....   | 2      |
| 2.1. <u>SISTEMAS AGROFORESTALES</u> .....  | 2      |
| 2.1.1. <u>Clasificación de los SAF</u> .....                                       | 3      |
| 2.1.1.1 Ventajas y desventajas de un sistema<br>agrosilvicultural.....             | 3      |
| 2.1.2 <u>Sistemas silvopastoriles</u> .....  | 4      |
| 2.1.3 <u>Interacciones árbol – animal</u> .....                                    | 5      |
| 2.1.3.1 Influencia de la sombra de los árboles en el<br>comportamiento animal..... | 6      |
| 2.1.4 <u>Interacciones árbol – pastura</u> .....                                   | 7      |
| 2.1.4.1 Influencia de la sombra en la calidad y<br>producción de pasturas.....     | 8      |
| 2.1.4.2 Cambios en la composición botánica.....                                    | 9      |
| 2.1.5 <u>Interacciones árbol – suelo</u> .....                                     | 9      |
| 2.1.5.1 Compactación del suelo.....  | 10     |
| 2.1.6 <u>Los sistemas agroforestales en Uruguay</u> .....                          | 10     |
| 2.2 <u>COMPONENTE ARBOREO</u> .....  | 11     |
| 2.2.1 <u>El género <i>Eucalyptus</i></u> .....                                     | 11     |
| 2.2.2 <u><i>Eucalyptus globulus</i> ssp. <i>Globulus</i></u> .....                 | 11     |
| 2.3 <u>COMPONENTE FORRAJERO</u> .....  | 13     |
| 2.3.1 <u>Gramíneas perennes</u> .....  | 13     |
| 2.3.1.1 <u><i>Festuca arundinacea</i></u> .....                                    | 13     |
| 2.3.1.2 Cultivar Estanzuela Tacuabé.....   | 14     |
| 2.3.1.3 <u><i>Dactylis glomerata</i></u> .....                                     | 15     |
| 2.3.1.4 Cultivar amba.....   | 16     |
| 2.3.1.5 <u><i>Bromus catharticus</i></u> .....                                     | 17     |
| 2.3.1.6 Cultivar Martín Fierro.....  | 17     |
| 2.3.2 <u>Gramíneas anuales</u> .....   | 17     |
| 2.3.2.1 <u><i>Lolium multiflorum</i></u> .....                                     | 17     |
| 2.3.2.2 Cultivar LE 284.....   | 18     |
| 2.3.3 <u>Leguminosas</u> .....   | 19     |
| 2.3.4 <u>Leguminosas invernales</u> .....  | 19     |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 2.3.4.1 | Especies perennes .....   | 19 |
| 2.3.4.2 | <i>Trifolium pratense</i> .....                                 | 20 |
| 2.3.4.3 | Cultivar La Estanzuela 116 .....                                | 20 |
| 2.3.4.4 | <i>Trifolium repens</i> .....                                   | 21 |
| 2.3.4.5 | Cultivar Zapican .....  | 22 |
| 2.3.5   | <u>Leguminosas estivales</u> .....                              | 22 |
| 2.3.5.1 | <i>Lotus corniculatus</i> .....                                 | 22 |
| 2.3.5.2 | Cultivar San Gabriel .....                                      | 23 |
| 2.3.6   | <u>Mezcla forrajera</u> .....                                   | 23 |
| 2.3.6.1 | Tipos de mezcla .....   | 24 |
| 2.3.6.2 | Complementariedad entre componentes .....                       | 25 |
| 2.3.6.3 | Inclusión conjunta de trébol blanco y lotus en las mezclas..... | 25 |
| 2.4     | <u>EVALUACIÓN DE LOS CORTES</u> .....                           | 26 |
| 2.4.1   | <u>Momento de corte</u> .....                                   | 26 |
| 2.4.2   | <u>Frecuencia de corte</u> .....                                | 26 |
| 2.4.3   | <u>Altura de corte</u> .....                                    | 26 |
| 2.5     | <u>EVALUACIÓN BAJO PASTOREO</u> .....                           | 27 |
| 2.5.1   | <u>Influencia de las excreciones</u> .....                      | 27 |
| 2.5.2   | <u>Pastoreo selectivo</u> .....                                 | 27 |
| 2.5.3   | <u>Efecto del pisoteo</u> .....                                 | 27 |
| 2.6     | <u>ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE FORRAJE</u> .....         | 28 |
| 2.6.1   | <u>Método de doble muestreo</u> .....                           | 28 |
| 3.      | <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....                               | 29 |
| 3.1     | <u>LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL</u> .....                | 29 |
| 3.2     | <u>DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS</u> .....                          | 29 |
| 3.2.1   | <u>Uso anterior del suelo</u> .....                             | 30 |
| 3.3     | <u>CARACTERÍSTICAS DE LA FORESTACIÓN</u> .....                  | 30 |
| 3.4     | <u>DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO</u> .....                        | 32 |
| 3.4.1   | <u>Siembra de las praderas</u> .....                            | 32 |
| 3.4.2   | <u>Pastoreos</u> .....  | 33 |
| 3.5     | <u>DISEÑO EXPERIMENTAL</u> .....                                | 34 |
| 3.5.1   | <u>Modelo estadístico</u> .....                                 | 34 |
| 3.6     | <u>DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS</u> .....                    | 35 |
| 3.7     | <u>DETERMINACIONES</u> .....                                    | 35 |
| 3.7.1   | <u>Conteo de plántulas</u> .....                                | 35 |
| 3.7.2   | <u>Altura del perfil de pastura</u> .....                       | 36 |
| 3.7.4   | <u>Estimación de forraje</u> .....                              | 36 |
| 3.8     | <u>DETERMINACIONES DASOMÉTRICAS</u> .....                       | 37 |
| 4.      | <u>RESULTADOS Y DISCUSION</u> .....                             | 38 |

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| 4.1 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA ..... | 41 |
| 4.2 GRAMINEAS .....                  | 43 |
| 4.3 LEGUMINOSAS .....                | 45 |
| 4.4 MALEZAS.....                     | 46 |
| 4.5 RESTOS SECOS .....               | 47 |
| 4.6 SUELO DESNUDO .....              | 48 |
| 4.7 IMPLANTACIÓN .....               | 49 |
| 4.8 VARIABLES DASOMETRICAS .....     | 52 |
| 5. <u>CONCLUSIONES</u> .....         | 53 |
| 6. <u>RESUMEN</u> .....              | 54 |
| 7. <u>SUMMARY</u> .....              | 55 |
| 8. <u>BIBLIOGRAFIA</u> .....         | 56 |
| 9. <u>ANEXOS</u> .....               | 57 |

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

| Cuadro No.  | Página |
|---|--------|
| 1. Descripción de las especies integrantes de las mezclas forrajeras.....                                     | 33     |
| 2. Descripción de los tratamientos.....   | 35     |
| 3. Forraje disponible en kg/ha de MS, por fecha y promedio de las mezclas.....                                | 39     |
| 4. Forraje remanente en kg/ha de MS, por fecha y promedio de las mezclas.....                                 | 40     |
| 5. Forraje desaparecido en Kg/ha de MS, por fecha y promedio de las mezclas.....                              | 40     |
| 6. Utilización en porcentaje, por fecha, promedio y acumulado de las mezclas.....                             | 41     |
| 7. Materia seca en Kg/ha por momentos y total para todas las mezclas.....                                     | 41     |
| 8. Tasas de crecimientos por momentos para todas las mezclas.....   | 42     |
| 9. Kg/ha de MS en el disponible de Gramíneas sembradas para todos los tratamientos,<br>fechas y promedio..... | 43     |
| 10. Kg/ Ha de MS de Otras gramíneas en el disponible, para todos los tratamientos,<br>fechas y promedio.....  | 44     |
| 11. Kg/Ha de MS de Leguminosas en el disponible para las mezclas por fechas y<br>promedio.....                | 45     |
| 12. Kg/Ha de MS de leguminosas en el remanente, para todas las fechas, tratamientos y<br>promedio.....        | 46     |
| 13. Suelo desnudo en el remanente como porcentaje, por fechas y promedio.....                                 | 48     |
| 14. Porcentaje de implantación de especies, por mezcla y fechas.....  | 50     |
| 15. Número de plantas/m <sup>2</sup> de las especies sembradas según fecha y mezcla.....                      | 51     |
| 16. Valores promedio para las variables dasométricas, según mezclas forrajeras y<br>fechas.....               | 52     |

Figura No.

|  |    |
|--|----|
| 1. Características morfológicas de <i>eucalyptus globulus ssp globulus</i> .....   | 12 |
| 2. Vista aérea del sitio experimental.....   | 29 |
| 3. Vista del sitio experimental “San Luis” en el departamento de Canelones.....  | 31 |
| 4. Agua disponible en el suelo en el período experimental, para una lámina de<br>40 mm y un suelo con un horizonte A de 20 cm..... | 38 |



## **1. INTRODUCCIÓN**

En las últimas décadas la forestación ha tenido un gran desarrollo en el Uruguay, producto de políticas que buscaron impulsarla, lo cual generó fuertes inversiones nacionales y extranjeras llegando actualmente al millón de hectáreas forestadas, las que son explotadas asociadas a la ganadería.

La ley forestal No. 13.723 creada a partir de la década del 70 dio el impulso antes mencionado, y fue reforzada con la segunda ley forestal No. 15.939 aprobada el 28/12/1987, en la cual se destinan sitios para esta actividad según suelos, topografía y clima, dándole importancia a especies como *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus globulus*, *Pinus taeda* y *Pinus elliotti* (Ravera, 2002).

Dada la importancia que mantiene la ganadería en nuestro país y la disminución del área destinada a ésta debido a una mayor competencia por el uso de la tierra desde rubros como la agricultura y la forestación, es que se ha buscado utilizar los recursos en forma conjunta formando los llamados sistemas agroforestales. Dentro de este marco la utilización de los laboreos y de herbicidas para la correcta implantación del monte genera la desaparición del tapiz natural, con su consecuente pérdida de productividad.

La introducción de pasturas con leguminosas y gramíneas de alta productividad, la fertilización fosfatada y el manejo del pastoreo dirigido a favorecer las especies sembradas, es una alternativa viable para aumentar el volumen y calidad de forraje durante el año y a lo largo de estos, en los sistemas silvopastoriles.

Este trabajo se planteó como objetivo evaluar la productividad de distintas mezclas forrajeras bajo un monte de *Eucalyptus globulus ssp globulus*, en condiciones comerciales.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 SISTEMAS AGROFORESTALES**

Bajo el término de “técnicas agro-forestales” se entiende el conjunto de técnicas de manejo de tierras que impliquen la combinación de árboles forestales con cultivos, ganadería o una combinación de ambos. Tal asociación puede ser simultánea o escalonada en el tiempo y en el espacio. Tiene como objetivo optimizar la producción por unidad de superficie, respetando siempre el principio del rendimiento sostenido.

El objetivo social junto con el componente humano no son explícitamente nombrados en las definiciones, sin embargo, puede establecerse que el ser humano es la clave para el desarrollo del sistema agroforestal (Staudt, 1987).

En este contexto el *Eucalyptus globulus* es una especie adaptada para las prácticas silvopastoriles, porque tiene copas estrechas que permiten la penetración de una cantidad razonable de luz directa y difusa hasta el nivel del suelo, permitiendo el crecimiento de plantas forrajeras siempre que el espaciamiento sea correcto y el manejo apropiado, además proporciona sombra a los animales.

Los principales componentes del sistema, según Reid y Wilson (1989) son:

- ✓ Suelo
- ✓ Ambiente
- ✓ Componente agrícola
- ✓ Componente forestal
- ✓ Estrategia de manejo

La investigación de estas técnicas persigue varias hipótesis muy complejas e interrelacionadas. Básicamente se han identificado tres campos principales de hipótesis: la economía, la ecología y la silvicultura (Combe, 1979).

✓ Hipótesis económica. Se presume que, a largo plazo, las combinaciones agroforestales permiten obtener ingresos netos superiores por unidad de superficie, a los ingresos posibles con cada componente aislado.

✓ Hipótesis ecológica. Se presume que los árboles de una combinación agroforestal contribuyen a la conservación del medio ambiente y particularmente del suelo, especialmente cuando la combinación inducida representa una simulación de los tipos de vegetación que ocurrirían en las sucesiones naturales. Además de los efectos sobre el suelo, se presumen impactos importantes sobre el microclima, sobre la fauna y sobre otros factores que afectan el equilibrio ecológico.

✓ Hipótesis silvícola. Se presume que los árboles de una combinación agroforestal pueden y deben ser manejados según los principios de la silvicultura clásica, tomando siempre en cuenta las exigencias particulares de los cultivos, con los cuales son asociados. El tratamiento silvicultural adecuado constituye la condición *sine qua non* para lograr y optimizar los resultados positivos, tanto económicos como ecológicos, expuestos en las hipótesis anteriores.

### **2.1.1 Clasificación de los SAF**

En cuanto a su clasificación se han propuesto tres niveles:

1. Según los tipos de cultivos que se combinen.
2. Según la función principal del componente forestal dentro de la asociación.
3. Según la distribución del componente forestal a través del tiempo y en el espacio.

Se han propuesto diversos métodos para clasificar los SAF, Budowski (1981), reconoce ocho sistemas:

1. Taungya
2. Sistemas de sombra
3. Árboles con cultivos anuales
4. Cultivos en callejones
5. Árboles con animales
6. Cercos vivos y rompevientos
7. Agricultura o pastoreo migratoria con barbechos mejorados
8. Huertos caseros

#### **2.1.1.1 Ventajas y desventajas de un sistema agrosilvicultural**

Según Beer et al. (1994) se pueden encontrar las siguientes ventajas y desventajas de un sistema silvicultural ante una forestación pura.

Ventajas

- ✓El manejo y/o ganancias agrícolas reducen o pagan los costos de establecimiento de los árboles.
- ✓Hay mejores tasas de sobrevivencia y crecimiento de los árboles.
- ✓Hay más disponibilidad de nitrógeno para los árboles, si se combinan

con una leguminosa forrajera.

✓Permite una detección oportuna de plagas y enfermedades forestales durante la etapa de establecimiento, ante una mayor atención al cultivo agrícola.

✓Hay un mayor aprovechamiento de los nutrientes disponibles en el suelo por los cultivos agrícolas, después que se limpia una parcela para su reforestación, lo cual reduce las pérdidas por lixiviación.

✓Menor riesgo de fuego debido a la eliminación de malezas.

#### Desventajas

✓ Una menor tasa de crecimiento y una baja sobrevivencia ante la competencia de los cultivos.

✓Efectos alelopáticos en los árboles por la liberación de sustancias químicas de los cultivos.

✓Daños a las raíces de los árboles, por ejemplo durante la cosecha de cultivos de raíces o tubérculos.

✓Los beneficios que produzcan los cultivos agrícolas pueden impulsar al productor a realizar podas o raleos excesivos a los árboles.

✓Deterioro del sitio por erosión o agotamiento de nutrimentos debido al manejo agrícola.

✓Si los cultivos y árboles son susceptibles a las mismas plagas y patógenos, el asocio puede ser perjudicial e inestable.

✓Mayor exigencia en el uso de mano de obra.

### **2.1.2 Sistemas silvopastoriles**

Un sistema silvopastoril es una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de las leñosas perennes (árboles o arbustos), e interactúa con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), todos ellos bajo un sistema de manejo integral (Pezo e Ibrahim, 1998).

Desde el punto de vista técnico, el sistema o manejo silvopastoril debe ser encarado y tratado en todo su conjunto, en forma global, previendo la interacción complementaria y/o competitiva entre los distintos componentes; buscando optimizar el uso y la productividad del recurso suelo. Al tener que anticipar de alguna manera los

efectos y las interacciones entre componentes; requiere una mayor tecnología y un mayor nivel de manejo (Polla, 1998).

En la fase inicial del silvopastoreo hay que dar preferencia, al establecimiento y crecimiento inicial de los árboles, frente a la producción de forraje y a la producción animal (Polla, 1998).

La densidad del bosque y la distribución de los árboles, tienen una influencia directa sobre las pasturas, en cuanto a su evolución, composición florística, producción de forraje y su digestibilidad. Debe existir una densidad de árboles que permita llegar suficiente luminosidad y energía hacia la pradera, para que esta produzca forraje para el ganado (Polla, 1998).

Respecto al componente animal, este cuidadosamente controlado y manejado produce y da servicio al sistema: controlando la vegetación, las malezas, abonando el suelo, bajando el tapiz de los cortafuegos, y por lo tanto previniendo incendios forestales. Es muy adecuado realizar un manejo correcto de -ovinos, vacunos y equinos- de la carga animal, de las distintas categorías y de los regímenes de pastoreo para tener éxito en este tipo de sistemas productivos (Polla, 1998).

### **2.1.3 Interacciones árbol – animal**

Entre lo más importante para esta interacción se puede citar la protección contra las inclemencias del clima que pueden ejercer los árboles o arbustos sobre los animales y el aporte de nutrientes a la dieta mediante la provisión de fitomasa comestible (pe. follaje, frutos e, incluso, corteza). Por su parte, el ganado puede ejercer efectos perjudiciales sobre los árboles y arbustos, especialmente en sus estadios juveniles, provocándoles daños físicos al rascarse en los tallos, raspar la corteza o incluso al cosechar intensamente los nuevos brotes. Todo esto puede resultar eventualmente en la pérdida de plantas.

Por otro lado, la protección de las leñosas contra el viento, los excesos de temperatura y de radiación pueden ejercer también efectos sobre el crecimiento y la calidad de forraje cosechado por los animales en pastoreo.

Se han observado temperaturas bajo la copa de los árboles, en promedio 2-3 °C por debajo a las registradas en áreas abiertas, llegando hasta 9.5 °C en casos extremos. Además, los árboles interfieren parcialmente el paso de la radiación solar hacia la superficie del animal, aliviando su contribución potencial al incremento en la carga calórica del animal (Reynolds, 1995).

La reducción de temperatura provista por la sombra de los árboles, aunque sea de 2 a 3 °C, es extremadamente importante cuando la temperatura sobrepasa el límite superior del “área de confort” o “zona de termoneutralidad”. Fuera de esos límites, fallan los mecanismos de pérdida o emisión de calor que poseen los animales homeotermos, resultando en una elevación de la temperatura corporal, con sus consecuencias sobre la productividad.

### **2.1.3.1 Influencia de la sombra de los árboles en el comportamiento animal**

Entre los efectos benéficos atribuidos a la sombra como reguladora del estrés de calor, sobre el comportamiento y productividad de los animales en pastoreo, se citan los siguientes:

- ✓ Más tiempo dedicado a pastorear y rumiar
- ✓ Mayor consumo de alimentos
- ✓ Disminución en los requerimientos de agua de los animales
- ✓ Incremento en la eficiencia de conversión alimenticia
- ✓ Mejora en la ganancia de peso, en la producción de leche y en los rendimientos de lana (independientemente de la cantidad y calidad del alimento disponible)
- ✓ Mejoras en el comportamiento reproductivo, debido a una pubertad más temprana (consecuencia de mejores tasas de crecimiento en animales jóvenes), mayor fertilidad (más alta tasa de concepción), más regularidad en el ciclo estral, alargamiento de la vida reproductiva útil, reducción en las pérdidas embrionarias y mejora en la libido.
- ✓ Reducción en la tasa de mortalidad de animales jóvenes (terneros, corderos) debido a mejor condición y mayor producción de leche de las madres, menores dificultades al parto, mejoras en el peso al nacimiento.

Cuando la temperatura ambiental se encuentra por debajo de la zona de termoneutralidad, el animal tiene que sacrificar parte de la energía que podría ser utilizada en procesos productivos para utilizarla en contrarrestar el frío y mantener su temperatura corporal. El efecto protector de las cortinas rompevientos no solo se manifiesta en mejoras en la productividad, sino también la sobrevivencia de los animales -especialmente los jóvenes- al disminuir la incidencia de neumonías.

Por lo contrario los animales son fuentes potenciales de daño, si es que raspan la corteza, se rascan en el tronco, cosechan nuevos brotes o pisotean plántulas.

En cuanto al manejo del pastoreo, frecuentemente se ha propuesto diferir el ingreso de los animales hasta que los árboles hayan alcanzado una altura tal que les permita evitar daños potenciales por defoliación de los meristemos apicales, lo cual en la mayoría de casos con especies de rápido crecimiento va a significar al menos los dos primeros años de la plantación.

#### **2.1.4 Interacciones árbol – pastura**

Cuando las leñosas perennes y las especies herbáceas comparten el mismo terreno, pueden presentarse entre ellas relaciones de interferencia y de facilitación. La competencia por radiación lumínica, por agua y por nutrientes, así como las posibles relaciones alelopáticas entre componentes, son manifestaciones de interferencia. En cambio, la fijación y transferencia de nutrientes y el efecto de protección contra el viento que pueden ejercer las leñosas, son ejemplos de relaciones de facilitación.

Existe una disminución en la cantidad de materia seca producida, por la pradera, debido a la sombra proyectada por la copa de los árboles. Este efecto negativo es compensado en cierta forma, por la acción protectora que ejercen los árboles sobre las pasturas, atenuando la acción del frío en invierno y el desecamiento y temperaturas altas en primavera y verano. Se logra así una mayor permanencia del tapiz vegetal disponible para el ganado (Polla, 1998).

La contribución de los pastos generalmente resulta en un incremento de la productividad del bosque debido a la fertilización de ellos y a la combinación y/o mejoramiento que se hace con especies de leguminosas (Polla, 1998).

Una de las desventajas frecuentemente asociadas a la combinación de árboles con pasturas es que la copa de los primeros interfieren en el paso de la radiación lumínica hacia el estrato herbáceo, lo cual redundará en un menor potencial de crecimiento de este último; sin embargo, la naturaleza y magnitud de la interferencia es dinámica, tanto a lo largo del día como en función de la edad de la plantación.

En la mayoría de las plantaciones, con las densidades normalmente utilizadas, las copas tienden a cerrar de tal manera, que al cabo de 5 a 8 años la transmisión de luz puede caer hasta por debajo del 30%, pero además va a ocurrir una disminución importante en la proporción de luz fotosintéticamente activa con relación a la infrarroja, lo que incidirá en cambios morfológicos en las pasturas (Stur y Shelton 1991, Reynolds 1995).

#### **2.1.4.1 Influencia de la sombra en la calidad y producción de pasturas**

La producción de forraje, algunas veces se ve reducida por la sombra de los árboles debido a la competencia por agua, luz y nutrientes entre las especies herbáceas que componen el sotobosque (Sun et al., 1997).

En términos generales, el sombreamiento tiene un efecto más marcado sobre la tasa de crecimiento de las plantas forrajeras del tipo C4 (gramíneas tropicales) que el tipo C3 (gramíneas clima templado y leguminosas).

Pezo e Ibrahim (1998), sostienen que el principal factor limitante para el crecimiento de pasturas en sistemas silvopastoriles es el nivel de sombra ejercido por los árboles y arbustos. Si bien en la mayoría de los casos, la tasa de crecimiento de las pasturas es menor cuando crecen bajo la copa de los árboles que a pleno sol, no todas las forrajeras responden de igual manera a la disminución de la energía lumínica.

La interceptación de la radiación solar por la copa de los árboles causa efectos directos e indirectos sobre la pastura. En forma directa provoca la alteración simultánea de dos importantes recursos para el pasto: la iluminación y el calor. Además, en forma indirecta produce la alteración de la humedad en la capa superior del suelo, la cual es valiosa para el cultivo y para la descomposición de las partes muertas de las plantas y la absorción de nutrimentos. La porción del cielo que es bloqueada por los árboles en un suelo plano se llama cobertura. La cobertura moderada puede favorecer el crecimiento de la pastura mediante el mejoramiento de la temperatura y la humedad cerca del suelo (Córdoba y Hernández, s.f.).

La intensidad de sombreado en sistemas silvopastoriles es variable de acuerdo a la edad, altura, espaciamiento y estructura de copas del componente arbóreo. De acuerdo a Wilson y Ludlow, citados por Córdoba y Hernandez (s.f.) la disminución de la transmisión de radiación relativa en plantaciones de eucaliptos es rápida en los primeros cinco años (menos de 20% de transmisión de luz llega a pasturas) limitando el crecimiento y supervivencia de las especies del sotobosque. Sin embargo, la transmisión de luz aumenta en plantaciones maduras, alcanzando entre 50 a 80% (Peri, 1999).

La sombra afecta el crecimiento y el desarrollo morfológico de las plantas. Generalmente con plantas leguminosas y gramíneas, altos niveles de sombra inducen a la elongación de las plantas en su esfuerzo de alcanzar disponibilidad de luz. Esto provoca una reducción en la densidad de las pasturas (Peri, 1999).

La producción de los tallos, hojas, y raíces es generalmente reducida a baja intensidad lumínica, conjuntamente con la formación de hojas más delgadas (menor



espesor en corte transversal) con alto contenido de agua y un valor elevado de área foliar (Peri, 1999).

#### **2.1.4.2 Cambios en la composición botánica**

Los estudios acerca de los cambios ocurridos en la composición botánica de las pasturas en sistemas silvopastoriles son de vital importancia, principalmente referido al rol central que juegan las leguminosas en la calidad de las mismas. En un experimento con *Pinus radiata* se pudo apreciar que *Trifolium repens* y *Lolium perenne* disminuían su densidad al aumentar la población de árboles.

En el mismo ensayo, se manifestó a la edad de 10 años una colonización por parte de *Lotus pedunculatus* en el tratamiento de 400 árboles/ha.

En resumen, los cambios más importantes en la composición botánica de las pasturas creciendo bajo pino radiata incluyen la disminución de ryegrass perenne y trébol blanco e incremento de plantas anuales (Peri, 1999).

#### **2.1.5 Interacciones árbol – suelo**

En sistemas silvopastoriles, la presencia de las leñosas perennes puede contribuir a mejorar la productividad del suelo, y por ende favorecer el desarrollo del estrato herbáceo. Algunos de los mecanismos más importantes son: la fijación de nitrógeno, el reciclaje de nutrimentos, la mejora en la eficiencia de uso de nutrientes, el mantenimiento de la materia orgánica y el control de la erosión. Sin embargo, en muchos sistemas de plantación donde se usan especies herbáceas como cobertura – más aún si estas son leguminosas-, esos mecanismos pueden funcionar en el sentido inverso (Stur y Shelton 1991, Reynolds 1995).

En sistemas de plantación con estrato de vegetación herbácea, bajo la copa de los árboles se presentan menores temperaturas del aire y del suelo y una mayor humedad relativa del aire, que en los espacios donde no ocurre sombreado. Además, bajo la sombra de los árboles se incrementa la disponibilidad de humedad en el suelo, como consecuencia de una reducción en las pérdidas de agua del sistema, tanto por transpiración de las pasturas, como por evaporación del agua del suelo.

Desde el punto de vista de las pasturas, la mayor disponibilidad de humedad en presencia de los árboles permite prolongar el período de crecimiento, de manera que se tiene pasto verde cuando en las áreas abiertas sin sombra ya hay claras manifestaciones del estrés de sequía; sin embargo, hay también indicios de que algunas especies arbóreas pueden ser fuertemente competitivas por el agua, como es el caso del *Eucalyptus tereticornis*.

En los sistemas de plantación con estrato herbáceo como cobertura, los árboles y las pasturas – pero también las malezas - pueden competir o complementarse con respecto a su nutrición mineral. La competencia por nutrientes toma importancia cuando los sistemas radiculares de ambos componentes comparten el mismo sector del perfil del suelo, los suelos presentan limitaciones de fertilidad, las especies son muy extractivas de nutrientes y las densidades de plantación son altas.

En la mayoría de los sistemas de plantación, con respecto a la nutrición mineral, son más evidentes los efectos de complementariedad que los de competencia entre los árboles, la vegetación herbácea y los animales en pastoreo.

#### **2.1.5.1 Compactación del suelo**

La compactación del suelo, es quizás una de las principales preocupaciones de los investigadores en los SAF, porque es la crítica más grande al sistema silvopastoril. Sin embargo, la compactación depende de la carga animal, de su edad y del tipo de suelo.

La compactación debido al tránsito de los animales causa una disminución en la cantidad de macroporos, reduciendo la infiltración de agua, el crecimiento radicular y reduciendo la disponibilidad de N por aumento de la actividad de los microorganismos denitrificadores. El resultado neto de esto es el efecto adverso en el crecimiento de los árboles, lo que dificulta el establecimiento de los sistemas silvopastoriles (Omar y Laércio, 1999).

No obstante existe información contradictoria en relación al efecto del pastoreo. Schreiner (1988) probó la viabilidad de un sistema silvopastoril bajo un bosque de *Eucalyptus grandis* con espaciamiento de 3 X 2m y *Brachiaria decumbens* como especie forrajera. La plantación se pastoreo con bovinos durante un año, resultando que no hubo efecto del pisoteo en las características físicas del suelo.

Omar y Laércio (1999) encontraron respuestas contrarias en un ensayo sobre suelo arenoso, pastoreando con pocos animales en períodos menores a 6 meses. Se determinó que el pisoteo era responsable por la disminución en la infiltración de agua a través del perfil de suelo, produciendo la desnitrificación subsecuente de nitratos disponibles en el suelo. Como consecuencia, la limitación de nitrógeno disponible producía la reducción del crecimiento de las plántulas de *Quercus rubra*, *Populus* spp, *Picea abies* y *Pinus strobus*.

#### **2.1.6 Los sistemas agroforestales en Uruguay**

El sector forestal en Uruguay ha crecido rápidamente, impulsado y estimulado por una Política y Legislación Forestal definida y permanente (Polla, 1998).

Las medidas de promoción y los incentivos establecidos en la ley forestal, han constituido un importante estímulo para las actividades forestales y también para las agroforestales; incluidos los manejos y sistemas silvopastoriles, agrosilvopastoriles y silvoagricolas (Polla, 1998).

Las experiencias silvopastoriles en Uruguay se basan en potenciar tanto el “rol productivo” del bosque como su “rol protector” y realizan una interacción que varía según como se hayan planteado los objetivos productivos forestal y pecuario y cuál de ellos fue definido principal y cual secundario (Polla, 1998).

Desde un punto de vista económico, estos sistemas resultan muy atractivos porque permiten obtener ingresos a corto, mediano y largo plazo; permiten prorratear gastos, diversificar la producción, disminuir riesgos; además de poder acceder a economías tributarias y al subsidio forestal; en caso de quedar amparados por la ley forestal No. 15939 (Polla, 1998).

## **2.2 COMPONENTE ARBOREO**

### **2.2.1 El género *Eucalyptus***

Este género cuenta con unos 600 taxones específicos y subespecíficos originarios de Australia e islas vecinas. El área de dispersión natural se encuentra entre los 7° N y 43° S de latitud (Brussa, 1994).

### **2.2.2 *Eucalyptus globulus ssp. globulus***

Árbol de gran tamaño, con hojas péndulas y follaje de textura media a gruesa. Corteza caduca en largas fajas; ritidoma crema, grisáceo y castaño (Brussa, 1994).

Primeras hojas y juveniles opuestas, sésiles, sobre tallos de sección cuadrangular, pruinosos; elípticas u oval-elípticas (7-15 x 4-10 cm), ápice obtuso o abruptamente mucronado, base cordada, glaucas discoloras. Las intermedias alternas, pecioladas (3-4 cm), lanceoladas (20-30 x 3-6 cm), ápice agudo, acuminado, ase redondeada, verdes concoloras. Adultas alternas, pecioladas (2-3 cm), falcadas (10-25 x 2-3,5 cm), ápice agudo acuminado, base amplia, cuneada, verdes concoloras, nervaduras secundarias oblicuas (Brussa, 1994).

Flores solitarias, sésiles o en muy corto péndulo, excepcionalmente se ven agrupadas de 2-3 flores; botones florales obovoides, pruinosos, con 4 costillas muy marcadas, opérculo umbonado, verrucoso, de menos largo que el hipantio, a veces igual, florece principalmente a fines de otoño y en invierno (Brussa, 1994).

Frutos sésiles, oboconicos a subglobosos, con 4 costillas notorias, disco plano o convexo, a nivel o algo exserto, definiendo lobos que cubren parcialmente las valvas (4-5) situadas mas o menos a nivel (Brussa, 1994).

Natural de la región sur de Australia, incluida Tasmania (37°- 43° S) en localidades costeras y continentales, con altitudes desde el nivel del mar a 450 m; clima templado-frío uniforme, con un promedio de temperaturas máximas de 20-23 °C y mínimas de 0-8 °C con hasta 40 heladas al año; subhúmedo o húmedo con precipitaciones del orden de los 600 a 1400 mm anuales, mayoritariamente invernales. (Hall, Johnston y Marryatt, Boland et al., citados por Brussa, 1994).

Se adapta a gran variedad de suelos con buen drenaje, desde arenas costeras a pedregosos de serranías, donde presenta muy buen desarrollo (Brussa, 1994).



Figura No. 1. Características morfológicas de *Eucalyptus globulus ssp. globulus*

## **2.3 COMPONENTE FORRAJERO**

### **2.3.1 Gramíneas perennes**

Los sistemas de rotación larga, donde se incluyen gramíneas perennes que se utilizan por más de 3 – 4 años, ocupan un lugar vital en las producciones animales de la región.

En tal sentido, las especies perennes de ciclo invernal contribuyen, por la muy buena longevidad de sus plantas, a lograr pasturas con una prolongada persistencia productiva, siempre que reciban el aporte adecuado de nitrógeno. Éste debería ser provisto mediante aplicaciones de nitrógeno químico o por siembras asociadas con leguminosas.

La festuca (*Festuca arundinacea*), el dactilis (*Dactylis glomerata*) y el falaris (*Phalaris aquatica*) son las gramíneas forrajeras perennes invernales que más se utilizan en la región para la siembra de praderas asociadas con leguminosas.

Otras gramíneas perennes invernales de particular interés son para zonas importantes de la región el raigrás perenne (*Lolium perenne*), el bromus, (*Bromus auleticus*), el festulolium (*Festuca x Lolium*), y el agropiro (*Agropyron elongatum*).

Todas ellas tienen ciclo otoño-invierno-primaveral por lo que tienden a cubrir, si son bien manejados los requerimientos de los animales, básicamente durante el período crítico invernal (Carámbula, 2001).

#### **2.3.1.1 *Festuca arundinacea***

Es una gramínea perenne de ciclo invernal, la que puede ser clasificada como una pastura precoz y de vida larga, debido a su característica de producir forraje temprano en el otoño y a fines de invierno (Carámbula, 1977).

Tiene un hábito de crecimiento cespitoso a rizomatoso con rizomas muy cortos. Se adapta a un amplio rango de suelos, prospera mejor en suelos medios a pesados y tolera suelos ácidos y alcalinos. Crece bien en suelos húmedos y presenta a la vez buena resistencia a la sequía, pero conserva menos hojas verdes que el dactilis.

Admite pastoreos relativamente intensos y frecuentes, es apropiada para pastoreo diferido invernal, tiene baja palatabilidad en estado reproductivo.

Esta especie al estado de plántula debe manejarse con mucho criterio, si no se quiere correr el riesgo de perderla por competencia, ya sea de malezas o de especies

forrajeras de buen vigor inicial. Al respecto, se ha sugerido que el establecimiento pobre de la festuca se debería a la baja movilización de las reservas de la semilla y en consecuencia el crecimiento lento de la raíz.

Debido a su alta producción y a su rebrote rápido, esta especie necesita disponer de buena fertilidad, si se quieren aprovechar sus características más sobresalientes. Por ello, la festuca necesita un suministro de nitrógeno importante, ya sea a través de fertilizantes nitrogenados o mediante la siembra de leguminosas asociadas. En este sentido, sus hojas relativamente erectas le permiten coexistir con las leguminosas, formando en especial con trébol blanco una mezcla muy valiosa.

Cuando la festuca no contiene una discreta disponibilidad de nitrógeno, cambia radicalmente su comportamiento, se torna amarillenta, rebrota lentamente, y su forraje es poco apetecido o rechazado por los animales (Carámbula, 2001).

La festuca se mantiene verde todo el año siempre que disponga de suficiente humedad, ya que en verano la falta de agua limita más su crecimiento que las temperaturas elevadas (Carámbula, 1977).

No obstante, se debe destacar que su sistema radicular fibroso, profundo y muy extendido le permite obtener agua de los horizontes profundos.

Por ello, se debe insistir en que la persistencia de la festuca depende fundamentalmente del desarrollo de un buen sistema radicular desde fines de invierno y primavera, lo que permite explotar volúmenes importantes de suelo en épocas de sequía. Por otra parte, se debe tener en cuenta que el pastoreo intenso y abusivo en verano puede afectar desfavorablemente los rebrotes de otoño, atributo muy valioso de esta especie considerada gramínea perenne precoz (Carámbula, 2001).

### **2.3.1.2 Cultivar Estanzuela Tacuabé**

En Uruguay, ha sido creado el cv. Estanzuela Tacuabé para mejorar 3 deficiencias que presentaba el K31, con ventajas en la producción estacional de forraje de 49 % en otoño y de un 22 % en primavera. Asimismo el cv. Estanzuela Tacuabé guarda por su agresividad, una relación adecuada en sus mezclas con el trébol blanco, y una persistencia productiva muy destacable, atributos que permiten definir a este cultivar como de gran interés.

Presenta porte semierecto, de floración temprana encaña a principios de octubre. Muy macolladora, se mantiene verde durante el verano. Especialmente indicada para praderas de rotación larga, requiere suelos de fertilidad media a alta para desarrollar su potencial. No se adapta a suelos superficiales y arenosos. Como todas las festucas es de

lenta implantación. Tolera bien las siembras asociadas con trigo y se beneficia notoriamente con la siembra en líneas.

Se destaca netamente de la mayoría de los cultivares actuales por su mayor producción y persistencia. Produce 40% más de forraje que Kentucky 31 en otoño-invierno y su pico de máxima producción es en octubre. Si bien su producción de verano es pequeña, se mantiene verde y contribuye a reducir el avance de especies estivales agresivas. Si su implantación es buena y no se sobrepastorea en verano, tiende a dominar las praderas a partir del tercer año.

Produce bien en pastoreos rotativos y continuos y el principal requisito para su productividad y persistencia es no pastorearla intensamente durante el verano. Asociada con leguminosas produce muy altos rendimientos de carne por hectárea. La fecha de maduración y cosecha es a fines de noviembre. Produce buenos rendimientos y tiene muy buena respuesta al nitrógeno (Formoso, 2010).

### **2.3.1.3 *Dactylis glomerata***

Es una especie con hábito de vida perenne invernada que se caracteriza por formar matas individuales, no forma ni rizomas ni estolones. Presenta baja agresividad por formar un tapiz abierto (Carámbula, 1977).

Según Carámbula (2001), requiere suelos medianos a pesados, fértiles y permeables. Se adapta bien a suelos de fertilidad moderada y baja humedad y no tolera excesos de humedad. Es menos tolerante a la sequía que la festuca y a su vez tiene menos requerimientos de fertilidad que está.

Es una especie que resiste el frío moderadamente, y que produce bien con temperaturas altas, siempre y cuando tenga la suficiente humedad (Carámbula, 1977).

Consta de un buen establecimiento, aun en suelos ácidos, se implanta más rápido que la festuca. Su sistema radicular es superficial pero tolera periodos cortos de sequía. Presenta floración tardía y no tiene reposo estival, pero necesita un manejo cuidadoso en el verano (Carámbula, 2001).

Presenta buena digestibilidad y buena apetecibilidad si se mantiene corto, responde muy bien al pastoreo rotativo.

Crece bien en suelos livianos de fertilidad moderada pero se desarrolla mejor en suelos francos de buena fertilidad (Carámbula, 2001).

Según Carámbula (1977) es una especie que se destaca por su tolerancia a la sombra, por lo que le permite desarrollarse bien en siembras asociadas.

El crecimiento inicial es más vigoroso que el de la festuca, produciendo un aumento rápido en el número de macollas, lo que favorece una buena implantación y generalmente un mayor rendimiento que festuca y falaris en el año de la siembra. Sin embargo, es aventajado en los años siguientes por dichas gramíneas (Bautés y Zarza, citados por Carámbula, 2001).

Esta gramínea posee un sistema radicular muy superficial, por lo que antes y durante el verano deberá manejarse de manera que se produzca una buena producción de raíces y el mantenimiento de áreas foliares adecuadas. De esta forma se favorecerá la persistencia de la especie durante el verano, ya que al igual que la festuca, no posee mecanismos de latencia y sus sistemas radiculares permanecen activos a lo largo de casi todo el año.

Las sustancias de reserva de esta especie se encuentran en las bases de las macollas y en las vainas de las hojas. Este carácter distingue al dactilis netamente del falaris y festuca, ya que en estas dos especies estas sustancias se encuentran en tubérculos y rizomas fuera del alcance del animal.

Debido a que tiene crecimiento otoño – invierno –primaveral, es aconsejable sembrarlo con leguminosas de ciclo similar tales como trébol blanco o rojo. Las mezclas de dactilis con trébol blanco o rojo pueden ser de buen valor en suelos húmedos o donde sea factible el uso de riego ya que esas especies podrán sobrevivir más fácilmente en el verano y producir buenos volúmenes de forraje si disponen de cantidades apropiadas de agua (Carámbula, 2001).

#### **2.3.1.4 Cultivar amba**

Amba es una variedad tetraploide de *Dactylis glomerata* de origen europeo. Es una variedad de las llamadas tempranas, ya que florece unos días antes que la variedad Porto. El cultivar presenta un crecimiento temprano en la primavera, y una producción total similar al cultivar INIA Oberón.

Desde el punto de vista sanitario Amba es un cultivar de buena tolerancia a los hongos que afectan esta especie, también presenta tolerancia alta a las heladas tardías de la primavera.

Al igual que otros dactilis, este cultivar se adapta mejor al pastoreo rotativo y presenta una floración temprana, por lo que es importante mantener un buen nivel de pastoreo en la época de inicio de floración, de esa forma se formara menor cantidad de tallos, mejorando la calidad de la pastura. Este cultivar se asocia muy bien con leguminosas perennes como trébol blanco y lotus. Se adapta bien una gran variedad de suelos, incluso aquellos de baja fertilidad donde la festuca no produce bien. Como todas



las gramíneas responde mucho al agregado de nitrógeno. No es recomendable usar este cultivar en suelos que se aneguen fácilmente, ya que no tiene buena tolerancia a los excesos de agua (Estero, s.f.).

#### **2.3.1.5 *Bromus catharticus***

Es una especie perenne de ciclo invernal y de vida corta, generalmente bienal, aunque en condiciones desfavorables se comporta como anual. Aunque mediante manejos adecuados es posible mantener su aporte a las pasturas, debido a su gran capacidad de producir semillas y su buena resiembra natural (Carámbula, 1977).

#### **2.3.1.6 Cultivar Martín Fierro**

Se comporta de forma bianual, y tiene muy buena resiembra. Su producción es otoño-invierno-primaveral. Es una especie de ciclo invernal y de comportamiento bianual, pero como puede producir abundantes semillas por resiembra las plantas pueden perdurar por mucho tiempo. Produce semillas temprano en la primavera las cuales pueden ser afectadas por el pastoreo dado que las espigas se mantienen con buena palatabilidad. Se recomienda, para rotaciones cortas, particularmente asociado a Trébol rojo o Alfalfa. Se adapta a diferentes tipos de suelos, pero preferentemente húmedos y de alta fertilidad (Wrightston pas, s.f.).

Tiene poca producción en el otoño de la siembra y muy buena producción en el segundo. Sin embargo, su producción total es muy buena y de muy buena calidad y palatabilidad (Wrightston pas, s.f.).

Puede ser sembrada en siembras directas o convencionales. En siembras puras se recomiendan densidades de siembra de 25 kg/há y asociada entre 15 - 20 kg/ha. Por su buena producción y alta calidad de forraje se recomienda para producciones intensivas (Wrightston pas, s.f.).

### **2.3.2 Gramíneas anuales**

#### **2.3.2.1 *Lolium multiflorum***

Especie anual de ciclo invernal que acepta distintos tipos de suelo, siendo aceptado por general que el raigrás anual es la gramínea más productiva en los suelos más fértiles. Esta especie es una de las mejores especies de invierno y debido a sus excelentes atributos es imposible de ser superada por la mayoría de las especies forrajeras. Tiene muy alto valor nutritivo y buena apetecibilidad.

Para pastoreos anuales los raigrases se ofrecen como plantas rústicas, agresivas y muy macolladoras, soportando perfectamente el pisoteo y el diente, al ofrecer buen piso (dada su amplia cabellera de raíces superficiales) y rebrotando rápidamente (dado su activo proceso de macollaje). Presenta muy buena capacidad de semillazón y fácil resiembra a medida que se incrementa la fertilidad del suelo.

Por sus numerosas cualidades los raigrases anuales son gramíneas por excelencia para construir praderas tanto de corta duración (bianuales) como de larga duración (perennes) para darles precocidad en el año de siembra. Se trata de un “pasto” de origen mediterráneo que se encuentra naturalizado en los campos de esta región (Carámbula, 2001).

Los cultivares de esta especie pueden ser definidos y clasificados por los requerimientos de frío para florecer (con y sin requerimientos) y por el nivel de ploidía ( $2n$  y  $4n$ ). La combinación de estas características genera cuatro grupos distintos. A estos se le suma la una variación importante en los ciclos de crecimiento, de manera tal que existe dentro de cada uno de estos grupos una gama muy amplia de cultivares con características diferentes (Labandera y Stewart, citados por Carámbula, 2001).

### **2.3.2.2 Cultivar LE 284**

Este cultivar fue obtenido en La Estanzuela por selección de materiales introducidos de Brasil (INIA, 2010).

Es un cultivar de floración temprana y estrictamente anual, alcanzando su máximo de producción en agosto, para luego decaer (García, 2003).

Se adapta a muchos tipos de suelos, aunque se adapta mejor a suelos medio a pesados, variando su producción según los niveles de fertilidad, siendo mejor con niveles medio-alto. Apto para uso en mezclas de rotación corta o como verdeo invernal. Presenta muy buena capacidad de implantación aunque su vigor inicial es relativamente lento. El estado de plántula es bastante sensible al déficit hídrico (García, 2003).

Es muy macollador, puede llegar a comportarse en forma agresiva y tiene excelente respuesta al nitrógeno. Posee alto valor nutritivo durante casi todo el ciclo, su digestibilidad en el invierno alcanza valores de 80% para luego decrecer rápidamente a partir de fines de setiembre.

### **2.3.3 Leguminosas**

Las leguminosas constituyen componentes invalorables de las pasturas. Sus propiedades de dadoras de nitrógeno y alto valor nutritivo, especialmente por sus proteínas y minerales las ubican como elementos imprescindibles en la producción de forrajes.

Es importante recordar que cualquiera sea el tipo de suelo una vez que la leguminosa se ha establecido los factores más destacables que limitan su utilización son la persistencia fijada principalmente por el manejo del pastoreo y de un complejo muy variado de enfermedades (Carámbula, 2001).

### **2.3.4 Leguminosas invernales**

#### **2.3.4.1 Especies perennes**

Las leguminosas perennes caracterizan las zonas templadas y húmedas y su tipo biológico es diferente a las leguminosas anuales, ya que se trata de plantas vivaces que pueden soportar satisfactoriamente, según su ciclo invernal o estival las épocas desfavorables en las que ocurren temperaturas bajas y déficits hídrico, llegando a morir en circunstancias excesivamente desfavorables (Carámbula, 2001).

Las especies perennes del género *Trifolium* más cultivadas extensamente en la región son el trébol rojo (*T.pratense*) y el trébol blanco (*T.repens*). Mientras la primera especie presenta plantas erectas a robustas, bianuales, trianuales o perennes, la segunda presenta plantas perennes enraizantes en los nudos (Izaguirre, citado por Carámbula, 2001).

De acuerdo con la información disponible dichos tréboles presentan una gran adaptación por lo que ofrecen una contribución muy importante para resolver la problemática forrajera regional. Ambas especies, trébol rojo y trébol blanco, son reconocidos por su tolerancia relativa a las condiciones impuestas por suelos de acidez moderada (pH 5,2 a 5,6) pero requieren niveles de fertilidad más altos que los lotus, temperaturas invernales moderadas y manejo de defoliación controlados.

Esto significa que se trata de especies que no producen si se utilizan bajo condiciones ambientales poco favorables, pero que si se les ofrece condiciones favorables para su crecimiento, son muy generosas y prosperan presentando un comportamiento excelente.

En estas situaciones ambas especies, el trébol rojo en las pasturas de vida corta y el trébol blanco en las pasturas de vida larga ocupan un lugar muy destacado como proveedoras de forraje de calidad (Carámbula, 2001).

#### **2.3.4.2 *Trifolium pratense***

Esta especie presenta hábito de vida bienal, su ciclo es de producción invernal, su hábito de crecimiento es erecto a partir de la corona.

Requiere de suelos promedialmente fértiles de texturas medias a pesadas con buena profundidad pero bien drenados. Es una especie muy apropiada para siembras asociadas por su alta tolerancia a la sombra.

Presenta alta producción en otoño, invierno y primavera con posibilidad de producción estival en veranos húmedos dependiendo de los cultivares. Tiene un alto valor nutritivo especialmente en estado vegetativo, admite pastoreos intensos pero poco frecuentes (Finozzi y Quintana, 2000).

Aporta siempre forraje temprano debido a su buena precocidad pero debe considerarse siempre que se trata de una especie perenne de vida corta debido a la presencia de enfermedades y a que su resiembra natural no es confiable.

Debe sembrarse temprano en el otoño dado que sus plántulas son sensibles al frío. En siembras oportunas compiten fuertemente con otros pastos y leguminosas, particularmente bajo condiciones favorables de humedad y temperatura y produce altos volúmenes de forraje en su primer año. Esta característica compensa su vida corta y justifica su inclusión para pasturas permanentes, las cuales normalmente no son muy productivas en el primer año y principio del segundo. Debido a su sistema radicular medianamente profundo es menos resistente a la sequía que el lotus y la alfalfa, y responde en forma notable al riego (Carámbula, 2001).

Para pastoreo se recomienda siempre sembrarla asociado a una gramínea como *Lolium multiflorum*, cualquiera que sea su ciclo, anual o bianual. De esta manera se controlará mejor el alto poder meteorizante de esta especie, así como su actividad estrogénica como consecuencia de su riqueza en isoflavonas (Muslera y Ratera, citados por Carámbula, 2001).

#### **2.3.4.3 Cultivar La Estanzuela 116**

Es diploide, de porte semierecto, de floración temprana, bianual, sin latencia invernal. Se adapta mejor a suelos de texturas medias y pesadas con buena profundidad. Es la variedad más indicada para pasturas intensivas de rotación corta (Carámbula, 2001)

Consta de excelente implantación tanto en siembras puras como asociadas a cultivos, en un rango de épocas muy amplio que comprende otoño, invierno y

primavera. Las densidades de siembras altas le confieren un carácter agresivo. Es apropiado para renovación de praderas (Rebufo y Altier, 1995)

Se destaca de los otros cultivares por su precocidad, producción total e invernal. Su pico de máxima producción se presenta en noviembre, su vida productiva es de dos años, con eventuales aportes de forraje en la tercer primavera. Su máxima producción se alcanza con pastoreos rotativos, las defoliaciones intensas y frecuentes reducen mucho su productividad. Florece abundantemente y es capaz de producir altos rendimientos de semillas cuando existen suficientes agentes polinizadores (Rebufo y Altier, 1995)

#### **2.3.4.4 *Trifolium repens***

Es una leguminosa perenne, su hábito de crecimiento es estolonífero y su ciclo de producción es invernal pero su mayor producción se registra en primavera. Por su alta producción de forraje de calidad excelente, su persistencia con manejos intensivos y la habilidad para competir con gramíneas perennes a la vez de cederles nitrógeno, esta especie contribuye a formar las mejores pasturas del mundo.

El trébol blanco es la leguminosa más utilizada en aquellas zonas donde las temperaturas del verano son moderadas y donde la falta de humedad del suelo no es limitante. De lo contrario, sufre enormemente la falta de agua y muchas plantas pueden morir durante el verano. En estos casos se comportaría como una especie anual, dependiendo su persistencia en la pastura de una buena resiembra anual.

Si bien no crece en forma adecuada en suelos pobres, muy ácidos o arenosos, produce buenos rendimientos en la mayoría de los suelos siempre que tengan suficiente humedad y cantidades adecuadas de fósforo. Prospera en suelos fértiles, particularmente arcillosos.

Es una especie de vigor inicial bajo y de establecimiento lento, no tolera la sombra y es muy sensible a la sequía. La gran adaptación del trébol blanco al manejo intenso y los altos rendimientos de materia seca que produce se debe a que posee cinco atributos muy positivos: porte rastrero, meristemas contra el suelo, índice de área foliar (IAF) bajo, hojas jóvenes ubicadas en el estrato inferior y hojas maduras en el estrato superior.

Si bien se adapta a sistemas de pastoreo intensos, el trébol blanco, al igual que todas las plantas forrajeras, se ve afectada por manejos severos y exagerados. Lo más adecuado es aplicar manejos que permitan mantener plantas vigorosas que presenten mayor longitud de estolones por área de suelo e incrementos en el área de los mismos, mayor peso individual de las hojas así como mayor proporción de hojas cosechables (Langer, 1981).

El trébol blanco no se siembra puro a excepción de que sea destinado a producir semillas. Cuando va a ser pastoreado requiere ser acompañado por una gramínea ya que de lo contrario el forraje que produzca será desbalanceado y potencialmente riesgoso de que se registren casos de meteorismo.

Por consiguiente, el trébol blanco debería ser sembrado siempre en mezclas ultrasimples con una gramínea. Así, mientras en suelos de mal drenaje es posible sembrarlo con festuca o raigrás perennes, en suelos de buen drenaje la gramínea indicada podría ser dactilis (Carámbula, 2001).

La vida productiva de esta especie en una pastura está condicionada a un proceso eficiente de formación y enraizamiento de estolones hijos y a la aparición de plantas nuevas como consecuencia de la resiembra natural. La importancia relativa de cada una de dichas alternativas depende de las condiciones ambientales y de manejo imperantes (Westbroks y Tesar, citados por Carámbula, 2001).

#### **2.3.4.5 Cultivar Zapican**

Fue originado en la estación experimental La Estanzuela (García, 1996). Es perenne mediante una producción continua de estolones. Puede comportarse como anual, bienal o de vida corta, esto dependiendo de las condiciones reinantes en el verano y principalmente del déficit hídrico, debido a la poca profundidad de los estolones. Tiene un gran potencial de fijación de nitrógeno, el cual es generalmente mayor al de las demás leguminosas. Se adapta mejor a suelos medianos a pesados y fértiles y húmedos, generalmente produce bien en la mayoría de los suelos siempre y cuando tengan suficiente humedad y fósforo en cantidades adecuadas. En suelos arenosos será necesario fertilizar antes de implantar la pastura (Carámbula, 1996)

#### **2.3.5 Leguminosas estivales**

##### **2.3.5.1 *Lotus corniculatus***

Presenta hábitos de vida perennes, su ciclo de producción es estival y su hábito de crecimiento es erecto. Su sistema radicular es pivotante, profundo y poco ramificado. La producción de forraje es en primavera, verano y otoño, pudiendo producir a fines de invierno dependiendo del cultivar (Langer 1981, Muslera y Ratera 1984).

El lotus no es exigente en cuanto a requerimientos del suelo (Formoso, 1993). Es una especie sumamente plástica, pudiendo presentar buen desarrollo tanto en suelos arcillosos como arenoso. También pueden crecer en suelos demasiado húmedos y pesados para la alfalfa o demasiados secos para el trébol blanco, subsiste en suelos

moderadamente ácidos o alcalinos, aún con bajos porcentajes de fósforo, sin embargo, responde muy bien a la fertilización fosfatada y al encalado.

El potencial del lotus para producir en verano es de mucho mayor valor, ya que en esta época las condiciones ambientales afectan severamente los rendimientos del resto de las leguminosas con excepción de la alfalfa (Carámbula, 2001).

### **2.3.5.2 Cultivar San Gabriel**

Se caracteriza por presentar muy buena adaptación, producción y rusticidad. Su ciclo es de primavera-verano-otoño, pero no tiene una marcada latencia invernal. Produce abundante cantidad de semilla, por lo que asegura una buena persistencia del cultivo en el campo, ante condiciones adversas. Se adapta a un amplio rango de suelos, presenta dificultades en suelos anegados (Formoso, 1993).

Según Olmos (2001), las densidades de siembra varían según la preparación del suelo, la calidad de la semilla y el costo de la misma. Este recomienda para siembras consociadas con diferentes cultivos 10 kg/ha, obteniendo buenos resultados. Se recomienda prestar atención a las fertilizaciones fosfatadas, teniendo en cuenta el nivel de  $P_2O_5$  en el suelo (Olmos, 2001).

### **2.3.6 Mezcla forrajera**

Para que una mezcla sea eficiente se debería tener en cuenta una serie importante de pautas que eviten que se registre la menor interferencia posible entre las especies que la formen.

Con este objetivo se tendrá que conciliar entre otros:

- ✓ Sistemas radiculares con diferente extensión y profundidad.
- ✓ Tipos de crecimiento aéreo distribuidas en distintos horizontes.
- ✓ Períodos de crecimiento similares o no según ciclo de producción esperado.
- ✓ Exigencias contrastantes de nutrientes particularmente N y P.
- ✓ Demanda lo más parecida posible del grado de fertilidad del suelo.
- ✓ Requerimientos de manejo similares.

De ahí entonces que al instalar una pastura el propósito es lograr una mezcla mixta bien balanceada de gramíneas y leguminosas, para lo cual generalmente se acepta que idealmente debería estar compuesta por 60-70% de las primeras, 20-30% de las segundas y 10% de malezas.

Uno de los objetivos más importantes de la producción de forrajes mediante pasturas mixtas, sea obtener de éstas los máximos rendimientos de materia seca por hectárea, explotando al mismo tiempo en forma eficiente las principales bondades que presentan ambas familias en beneficio de las producciones animales.

Las gramíneas perennes aportan a la mezcla una productividad sostenida por varios años, adaptación a gran variabilidad de suelos, explotación total del nitrógeno simbiótico y estabilidad en la pastura. Tienen baja sensibilidad al pastoreo o corte y baja vulnerabilidad a enfermedades, insectos e invasión de malezas. Las leguminosas por su parte, son fijadoras de nitrógeno y poseedoras de alto valor nutritivo.

Por otro lado, existe un mayor consumo animal de mezclas con respecto a siembras puras de las mismas especies, registrándose mayor apetecibilidad y menores problemas nutricionales y fisiológicos, como ser meteorismo, hipomagnesemia y toxicidad por nitratos (Carámbula, 2001).

### **2.3.6.1 Tipos de mezcla**

Las mezclas forrajeras se pueden clasificar en simples o complejas según la cantidad de especies que las compongan. Cuantas más especies formen parte de la mezcla mayor será la complejidad de la misma y será más difícil mantener el balance deseado entre los componentes. Se consideran simples las mezclas compuestas por dos especies –de igual o diferente familia y complejas aquellas con mayor cantidad.

Carámbula (1977), las clasifica como ultrasimples y complejas, siendo las primeras constituidas por una gramínea y una leguminosa, y la segunda compuesta por innumerables especies de ambas familias.

En una mezcla compleja es difícil lograr un establecimiento homogéneo, así como posteriormente mantener el balance entre los componentes (Carámbula, 1977).

Es más aconsejable el uso de mezclas simples o compuestas por un bajo número de especies, debido a que ajustando el manejo es posible maximizar el aprovechamiento del recurso forrajero. Por otro lado, el uso de estas mezclas sin un manejo adecuado conllevará a la pérdida de algún componente y, por lo tanto, a cultivos puros de baja población, los cuales pueden ser fácilmente invadidos por malezas, siendo mayor el deterioro de la pastura (Carlevaro y Carrizo, 2004).



Según Callaway, citado por Formoso (2011) especies sensibles a la sequía, cuando están asociadas en mezclas resisten mas estas condiciones y a su vez producen mas.

### **2.3.6.2 Complementariedad entre componentes**

Dactylis se asocia muy bien con trébol blanco, lotus y trébol rojo. Tanto dactylis Oberón como festuca Tacuabé en mezclas con trébol blanco y lotus, presentan en general una distribución estacional similar. En términos de producción, Oberón es superior a Tacuabé en invierno, primavera y verano (García, citado por Carlevaro y Carrizo, 2004).

Es difícil determinar si la inhibición del crecimiento es por competencia o por alelopatía. La alelopatía es la liberación de sustancias químicas por medio de las raíces de una planta, que tienen un efecto deletéreo en las otras especies o sobre las semillas y plántulas de la misma especie. De todos modos, en comunidades de plantas generalmente ocurren ambos efectos.

Con respecto a la competencia por luz en pasturas combinadas, las gramíneas son menos perjudicadas que las leguminosas, debido a que éstas no soportan baja luminosidad (Langer, citado por Carlevaro y Carrizo, 2004).

El ángulo de las hojas es importante en la capacidad de competencia de las distintas especies por luz (Haynes, citado por Carlevaro y Carrizo, 2004).

### **2.3.6.3 Inclusión conjunta de trébol blanco y lotus en las mezclas**

Las mezclas formadas por trébol blanco-lotus, como componente leguminosa son las más comunes en la región, a tal punto que en muchas oportunidades con su siembra se ignora el componente gramínea tanto anual como perenne.

Se trata de una mezcla de gran adaptación a distintas condiciones climáticas, diferentes tipos de suelo dentro de cada potrero y a manejos de defoliación bastante indefinidos, por lo cual muestran siempre aceptable comportamiento y amplia versatilidad.

Estos atributos le permiten ofrecer una mayor seguridad de entrega de forraje durante un período muy amplio de tiempo, dado que ambas especies presentan ciclos complementarios.

Por otra parte, teniendo en cuenta que se trata de especies correspondientes a distintos géneros, ella presentan diferentes susceptibilidades a las plagas y a enfermedades más comunes y, por consiguiente, la población mezclada de individuos

actúa de barrera natural. Asimismo la presencia de lotus disminuye las posibilidades de que se produzcan problemas de meteorismo (Carámbula, 2001).

## **2.4 EVALUACIÓN DE LOS CORTES**

### **2.4.1 Momento de corte**

El método más simple y utilizado en la evaluación de pasturas es el corte y pesada de forraje. Hay muchas variaciones de esta técnica pero esencialmente los resultados se calculan por el peso del pasto de un área conocida (Gardner, 1967).

### **2.4.2 Frecuencia de corte**

Elegida una técnica de corte el investigador debe luego decidir con que frecuencia se van a cortar las parcelas. No es una decisión fácil y puede tener efectos sobre los resultados obtenidos.

Lo más común y aparentemente lo más lógico, es cortar todas las parcelas el mismo día y en muchos casos este es el mejor procedimiento. Sin embargo cuando se trata de especies de gramíneas que varían en sus fechas de maduración, se puede introducir cierto error al elegir una sola fecha para hacer el corte de todos los tratamientos (Gardner, 1967).

La gran influencia de la fase reproductiva sobre el rendimiento de pasto fue ampliamente demostrada por Knigh, citado por Gardner (1967) quién examino variedades de *dactylis glomerata* y encontró que el patrón de crecimiento estacional estaba regido por la fecha de emergencia de las espigas.

Este problema de la frecuencia de corte se presenta, por lo tanto, durante el periodo de alargamiento del tallo y la floración. En los demás períodos de crecimiento, la habilidad de un pasto para producir forraje es una función del número y tamaño de los macollos producidos y, en iguales condiciones, la frecuencia de corte afectará a todos las variedades de la misma manera (Gardner, 1967).

### **2.4.3 Altura de corte**

La altura de corte puede ser un factor vital que influye tanto en el crecimiento como en la calidad. Se debe por lo tanto, considerar cuidadosamente cuales y cuantas alturas de corte se deben incluir en el experimento (Gardner, 1967).

## **2.5 EVALUACIÓN BAJO PASTOREO**

### **2.5.1 Influencia de las excreciones**

Los trabajos clásicos de Sears, citado por Gardner (1967) han demostrado ampliamente, en las condiciones de nueva Zelandia, los efectos beneficiosos de las excreciones de los animales en la producción de las pasturas. Green y Cowling, citados por Gardner (1967), por otra parte encontraron poca evidencia de que la producción de una pastura de gramínea /trébol fuera aumentada por las excreciones de los animales.

Herriot, citado por Gardner (1967) también informó que en pasturas con alto contenido de trébol no se obtuvo respuesta del efecto de los excrementos. Esta falta de respuesta se atribuye a la sustitución del nitrógeno de la leguminosa por el de la orina con un efecto resultante compensatorio. Aunque hay cierto desacuerdo en la forma, los excrementos de los animales aumentan el rendimiento de la pastura, no lo hay con respecto al hecho de que la presencia del animal en pastoreo altera la composición botánica de una pastura comparada con un campo que ha sido cortado.

### **2.5.2 Pastoreo selectivo**

Desde que existen preferencias entre las especies, es lógico esperar que el balance de las mismas en una pastura pastoreada sea diferente al de una pastura de corte.

Bland y Dent, citados por Gardner (1967) demostraron en *Dactylis glomerata* que también existen preferencias entre variedades de la misma especie, concluyeron que esto se debía probablemente a las diferencias en el contenido de azúcar entre las variedades.

### **2.5.3 Efecto del pisoteo**

Cuando la humedad del suelo es alta puede llegar a destruir completamente la pastura debido al daño causado por las pezuñas de los animales. En condiciones de humedad normal, Bryant y Blaser, citados por Gardner (1967) encontraron diferencias considerables entre el rendimiento de pasturas de *Dactylis glomerata* y *Trifolium repens* según fueran pastoreadas o cortadas.

Las razones establecidas por estos autores fueron:

- ✓ Los animales en pastoreo no comieron a una altura constante y, por lo tanto, algunas plantas fueron defoliadas por debajo de la altura de corte, resultando eventualmente un rendimiento reducido.

- ✓ El pisoteo de los animales aumenta la compactación del suelo, reduciéndose su porosidad y aireación, como también la infiltración de agua.

## **2.6 ESTIMACIÓN DE LA DISPONIBILIDAD DE FORRAJE**

El método llamado de doble muestreo constituye una alternativa a la medición directa del rendimiento, lo cual resulta costoso, además de que se trata de un método destructivo. El principio del método se basa en el concepto de que la población a evaluarse es altamente variable, por lo que es preferible tomar muchas muestras con una precisión no muy alta pero aceptable, a tomar pocas muestras con mucha precisión. El método es particularmente valioso en experimentos que incluyen pastoreo, ya que se puede obtener un gran número de estimados de rendimiento en poco tiempo (Haydock y Shaw, 1975).

### **2.6.1 Método de doble muestreo**

Se deben de seleccionar 5 puntos de referencia, los cuales representan diferentes niveles de disponibilidad de forraje. Para constituir la escala en el campo se deben de seleccionar dos puntos, que representen los niveles más bajo y mas alto, de disponibilidad, a los cuales se les asignara los valores de 1 y 5 respectivamente. Luego se seleccionara un punto intermedio, el cual será el 3 de la escala. Una vez definidos estos se seleccionan el 2 y el 4 que faltan (Haydock y Shaw, 1975).

Cuando los evaluadores se sienten seguros de tener una buena apreciación de los puntos de su escala, proceden a hacer las estimaciones visuales de disponibilidad en un número relativamente alto de puntos seleccionados al azar. Aun cuando no hay una regla fija sobre cuantas observaciones visuales se harán en cada potrero, pues ello va a depender de la variabilidad que se encuentre en el mismo, es frecuente trabajar con 60 a 120 observaciones visuales en potreros de entre 0.123 a 0.5 hectáreas (Haydock y Shaw, 1975).

Al finalizar con todas las observaciones visuales, se cortará y pesará todo el forraje presente en cada uno de los marcos colocados en los puntos de referencia, para estimar la cantidad de materia seca disponible dentro de cada marco, estas muestras cortadas se llaman muestras reales, para diferenciarlas de aquellas a las que se clasificaron solo en base a la observación visual (Haydock y Shaw, 1975).

En base a las muestras reales y a la clasificación prefijada de acuerdo a la escala de referencia, se ajusta un modelo de regresión lineal simple, la que posteriormente se utiliza para calcular la disponibilidad total de materia seca presente en el potrero, usando la media de las muestras visuales. El proceso se conoce como doble muestreo por utilizar las muestras reales y visuales (Haydock y Shaw, 1975).

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL**

El trabajo se localizó en el departamento de Canelones, paraje Piedras de Afilas (34°42'33.25" S; 55°34'29.90" O, elevación 73 m), en el establecimiento "San Luís", perteneciente a la empresa Los Eucaliptos S.A. El experimento en sí, se llevó a cabo entre mayo y diciembre del año 2007, aunque algún tiempo antes se empezó con la planificación y preparación de la cama de siembra.



Figura No. 2. Vista aérea del sitio experimental

#### **3.2 DESCRIPCIÓN DE LOS SUELOS**

Los suelos donde fue realizado el ensayo corresponden al grupo de los suelos 4.2 según Coneat y este grupo a su vez corresponde a la unidad San Carlos de la carta 1:1.000.000.

Los suelos dominantes son Argisoles Subeutricos Ocricos Típicos/Abrupticos, de texturas francas, profundos, de drenaje moderadamente bueno a imperfecto y fertilidad

media a baja. En las partes altas se desarrollan suelos superficiales y Litosoles. Una característica de esta unidad es la presencia de abundantes cárcavas (ver Figura 2).

El material madre está constituido por sedimentos limo arcillosos de poco espesor que recubren el basamento cristalino alterado.

Este gran grupo incluye los suelos saturados lixiviados que carecen de horizonte álbico y poseen un cambio textural abrupto neto, aun cuando puedan presentar ocasionalmente horizontes trancionales AB o BA. En su concepto central son suelos bien diferenciados texturalmente con una secuencia de horizontes A-Bt-C, en la que el horizonte argilúbico es un argipan de textura fina y estructura gruesa y compacta. El horizonte superficial (A) es melanico u ócrico y menos frecuentemente úmbrico. La textura del horizonte A es liviana a media, en tanto que la del horizonte iluvial B es siempre fina o muy fina.

Los argisoles poseen evidencias claras de hidromorfismo temporario, es decir excesos de agua alternados con periodos de deficiencia hídrica, esto se manifiesta en el color gris de la matriz del horizonte B en el que se observan asimismo concentraciones redox, tales como moteados y nódulos de hierro y magnesio.

### **3.2.1 Uso anterior del suelo**

En el potrero donde se realizó el ensayo, anterior a la forestación se practico ganadería extensiva, alternado con agricultura, por lo que el campo es susceptible al enmalezamiento ya que había sido eliminado el tapiz natural.

## **3.3 CARACTERÍSTICAS DE LA FORESTACIÓN**

El ensayo se estableció en un potrero forestado con *Eucalyptus globulus ssp. globulus* con 1 año y medio de edad al momento de comenzado el experimento, por lo que fue plantado el monte en la primavera del año 2005. El marco de plantación es de 2 m entre árboles y 4 m entre filas aproximadamente, habiendo 1250 árboles por ha. La orientación de las filas es noreste-suroeste y siguen un patrón de nivel de plantación de manera de cortar la pendiente del terreno para evitar erosión del suelo principalmente.

La semilla utilizada para la elaboración de los plantines pertenece a ejemplares de *Eucalyptus* de esta misma especie ubicados en el Parque Salus en el departamento de Treinta y Tres.

Al inicio del ensayo se podía observar que la gran mayoría de la población arbórea contaba con follaje juvenil característico de la especie, y una vez finalizado este, se podía constatar que los árboles en su mayoría habían cambiado su follaje al tipo de hoja adulta.



El estado sanitario del monte en el período experimental fue bueno, si bien se observó algún insecto perjudicial como *Gonipterus scutellatus* (gorgojo del eucalipto), no se vieron daños que impacten en el crecimiento normal de los árboles.

Se pudo observar también al final del invierno un ataque de un hongo llamado *Mycosphaerella marksii* que provoca mancha foliar y muerte prematura de ramas el cual afecta follaje juvenil (FAO, 2006), dada esta característica de la enfermedad es que no tuvo impacto perjudicial en el monte ya que éste estaba cambiando su follaje al estado adulto, aunque se percibió una defoliación basal en los árboles sobre todo en aquellas ramas que tienen menor incidencia de luz.



Figura No. 3. Vista del sitio experimental “San Luis” en el departamento de Canelones.

### **3.4 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO**

#### **3.4.1 Siembra de las praderas**

Para preparar la cama de siembra se realizaron 2 aplicaciones de glifosato, la primera el 13 de marzo, y la segunda el 2 de mayo, también se pasó una rotativa en la entrefila para eliminar la maleza de mayor porte (chilca), esto se hizo la semana posterior a la segunda aplicación de herbicida.

El día de la siembra se inoculó la semilla de leguminosa, cada una con su inoculante específico, para esta labor se siguieron los pasos indicados por el fabricante de los productos.

La siembra de las cuatro mezclas se realizó el 20 de mayo del año 2007 con una sembradora marca Sureña, la cual tiene un ancho operativo de 1,80 m, con 10 surcos y 18 cm entre ellos. La profundidad de siembra fue de 1,5 cm aproximadamente. Esta sembradora cuenta con un depósito para el fertilizante y otro para las semillas. Tanto las leguminosas como las gramíneas se sembraron en la misma línea, las densidades de siembra junto con otros datos de interés se muestran en el cuadro No. 4.

Si bien la distancia entre dos árboles de filas paralelas es de 4 metros, existen unos 70 cm de cada lado de una fila que no se puede transitar con la maquinaria ya que está estaría causando daños mecánicos a las ramas y raíces del camellón.

Al momento de la siembra se fertilizo con fosfato monoamónico (12-52-52-0) a razón de 108 kg/ha. El objetivo fue que se cubra el requerimiento inicial de nitrógeno de las gramíneas y que el fósforo no sea una limitante para el desarrollo de ninguna de las especies de leguminosas.



Cuadro No.1 Descripción de las especies integrantes de las mezclas forrajeras

| Especie                    | Cultivar      | % germinación* | % S. duras | % S. muertas | % hongos | Densidad de siembra Kg/ha |
|----------------------------|---------------|----------------|------------|--------------|----------|---------------------------|
| <i>Lolium multiflorum</i>  | LE. 284       | 68             |            |              |          | 10                        |
| <i>Trifolium pratense</i>  | LE. 116       | 75             | 8          | 11           | 6        | 8                         |
| <i>Dactylis glometata</i>  | Amba          | 82             |            |              |          | 8                         |
| <i>Trifolium repens</i>    | Zapican       | 90             | 7          | 3            | 0        | 1.5                       |
| <i>Lotus corniculatus</i>  | San Gabriel   | 79             | 8          | 11           | 2        | 10                        |
| <i>Festuca arundinacea</i> | Tacuabe       | 47.5           |            |              |          | 15                        |
| <i>Trifolium repens</i>    | Zapican       | 90             | 7          | 3            | 0        | 1.5                       |
| <i>Lotus corniculatus</i>  | San Gabriel   | 79             | 8          | 11           | 2        | 10                        |
| <i>Bromus catharticus</i>  | Martín Fierro | 92             |            |              |          | 20                        |
| <i>Trifolium pratense</i>  | LE. 116       | 75             | 8          | 11           | 6        | 8                         |

### 3.4.2. Pastoreos

Durante el ensayo se realizaron tres pastoreos, los mismos fueron:

- ✓ 18 de octubre del 2007
- ✓ 13 de noviembre del 2007
- ✓ 12 de diciembre del 2007

Para determinar el momento adecuado de pastoreo se tuvo en cuenta la altura de las pasturas, la cual no debía ser mayor a 15 cm, además se tenía en cuenta otros factores

como ser: la humedad del suelo para evitar la muerte de plantas por pisoteo y la remoción de las mismas por el ganado.

Para la cosecha del forraje se utilizaron novillos de raza Hereford, Aberdeen Angus y sus cruces, de unos 300 kg de peso. Se manejaron 20 novillos por bloque, los cuales permanecían en este hasta que la pastura remanente tuviera una altura de 5 cm como mínimo.

### **3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL**

El experimento se desarrolló en un diseño de bloques completos al azar (BCA), con tres repeticiones y cuatro tratamientos dispuestos en parcelas de forma aleatoria dentro de los bloques.

El área total del ensayo es de 5760 m<sup>2</sup>, está constituido por tres bloques de 1920 m<sup>2</sup> cada uno, con 4 parcelas de 480 m<sup>2</sup>, por bloque, habiendo en cada una de ellas una mezcla forrajera distinta.

#### **3.5.1 Modelo estadístico**

$$Y_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + \gamma_k + e_{ij}$$

$$i = 1,2,3,4$$

$$j = 1,2,3,$$

siendo:

Y= variable aleatoria observable

$\mu$ = media de la población conceptual

$\beta_i$ = efecto de i bloque

$\tau_j$ = efecto del tratamiento

$\gamma$ = efecto del periodo de evaluación

e= error experimental

Se realizaron análisis de varianzas según los modelos anteriores. Fue estudiada la tendencia lineal y cuadrática de los tratamientos, agregándose las ecuaciones de

regresión cuando fueron significativas. En caso de no ajustar a ningún modelo de regresión se realizaron contrastes de medias por el test de Tukey (LSD).

### 3.6 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Se realizaron 4 tratamientos, cada uno corresponde a una mezcla forrajera diferente, compuesta por una especie de gramínea y una o dos de leguminosas.

Cuadro No. 2. Descripción de los tratamientos

| <b>Tratamiento</b> | <b>Especies componentes</b>  | <b>Abreviatura del Tratamiento</b> | <b>Tipo de mezcla</b> |
|--------------------|--|------------------------------------|-----------------------|
| 1                  | <i>Lolium multiflorum</i><br><i>Trifolium pratense</i>                             | Rg                                 | ultrasimple invernol  |
| 2                  | <i>Dactylis glometata</i><br><i>Trifolium repens</i><br><i>Lotus corniculatus</i>  | Dc                                 | Simple complementaria |
| 3                  | <i>Festuca arundinacea</i><br><i>Trifolium repens</i><br><i>Lotus corniculatus</i> | Fe                                 | Simple complementaria |
| 4                  | <i>Bromus catharticus</i><br><i>Trifolium pratense</i>                             | Br                                 | ultrasimple invernol  |

### 3.7 DETERMINACIONES

#### 3.7.1 Conteo de plántulas

El 28 de junio se realizó el primer conteo de plántulas, posteriormente se realizaron dos más, el 1° de setiembre y el 29 del mismo mes.

La metodología consistió en medir un metro lineal sobre una línea de siembra y contar cuantas plántulas de cada especie había presentes, para esto se utilizó una regla de un metro de longitud. Por cada entrefila de árboles se contaban 3 metros lineales situados en diferentes puntos, por lo tanto se registraban 12 mediciones por parcela.

Cada medición se marcó con una estaca de manera de poder identificar el sitio de medición para que las posteriores mediciones se llevaran a cabo en el mismo lugar. Con

esto se pudo observar la evolución del número de plántulas hasta transcurrida la implantación.

### **3.7.2 Altura del perfil de pastura**

Inmediatamente previo a cada pastoreo, fue determinada la altura de la pastura, registrándose la altura de la hoja verde más alta que contactaba con una regla graduada en centímetros. En cada parcela se registraron 40 lecturas.

### **3.7.3 Porcentaje de suelo cubierto**

Conjuntamente con las medidas de altura de la pastura, se realizaron estimaciones visuales del porcentaje de suelo cubierto, restos secos y composición botánica. Con este fin fue utilizado un cuadrado de 30 centímetros de lado, el cual fue localizado 15 veces por parcela distribuido en forma sistemática.

En cada muestra se estimaron los porcentajes de las fracciones de gramíneas sembradas, otras gramíneas, leguminosas y malezas, siendo la suma total de las fracciones igual a cien. El mismo procedimiento se siguió para estimar los porcentajes de restos secos, suelo desnudo y material verde.

### **3.7.4 Estimación de forraje**

Para estimar la disponibilidad de forraje en las condiciones de campo se utilizó el método de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975)

Para llevar a cabo el método, se recorrió el área del ensayo, se seleccionaron y marcaron con estacas las cinco escalas visuales de disponibilidad de forraje. Se realizaron tres cortes por escala, lo que totalizó 15 cortes por bloque, estos se realizaron con tijera de aro a 1cm del suelo y se utilizó el cuadrado de 30 cm de lado para delimitar el área.

Luego del pastoreo se realizaba el mismo procedimiento a los efectos de calcular los remanentes. Este procedimiento se hizo para los tres bloques en las tres ocasiones de pastoreo y se realizó momentos antes e inmediatamente después del pastoreo.

Cada muestra se embolsó e identificó para pesarla en verde, posteriormente se secó a estufa durante 48 horas a 60 °C, para pesar nuevamente a todas las muestras secas y poder calcular el contenido de MS de la pastura. Se cosechó un total de noventa muestras individuales de las cuales correspondieron, la mitad (45), a lo ofrecido y el resto a los remanentes.

### 3.8 DETERMINACIONES DASOMETRICAS

Con el fin de medir el volumen de la masa arbórea y la variación de esta durante el periodo del ensayo se realizaron mediciones de circunferencia a la altura del pecho (CAP) y altura. La CAP se midió con una cinta métrica a 1.30 metros del suelo y la altura se midió con una vara graduada, esto se hizo para todos los árboles que estaban dentro del área de ensayo, por lo que se hizo un censo de la población arbórea y también se observó durante el período del ensayo las condiciones sanitarias del monte.

Las fechas de las dos mediciones que se realizaron fueron:

- ✓ 10 de junio del 2007
- ✓ 22 de abril del 2008

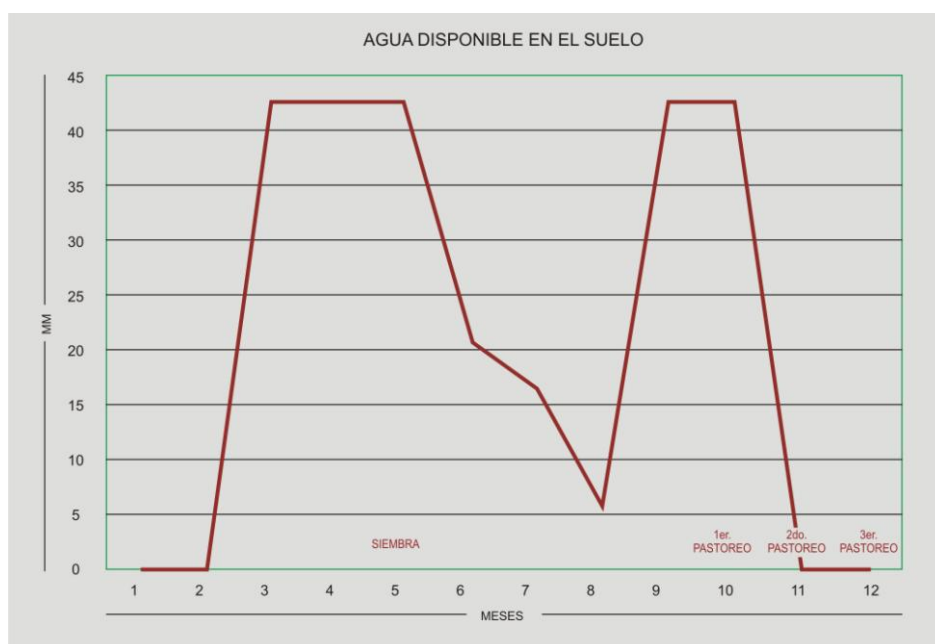
Con los datos recabados se estimó el área basal y volumen. También se pasó de CAP a diámetro a la altura del pecho (DAP), para lo cual se divide CAP por  $\pi$  (3,1416).

- ✓ El área basal se calcula como:  $3.1416/4 * DAP^2$
- ✓ El volumen se calcula como:  $AB * altura * factor \text{ de forma}$ .
- ✓ El factor forma (FF) es un valor predeterminado en base a bibliografía y experiencia.

## **4 RESULTADOS Y DISCUSION**

El experimento fue realizado en un año particular en cuanto a precipitaciones, las cuales retrasaron la fecha de siembra de la pradera, a su vez entrado el invierno hubo un déficit marcado de agua. La gráfica siguiente muestra el contenido de agua en el suelo durante el desarrollo del experimento, factor que incidió en muchos de los resultados obtenidos.

**Figura No. 4 Agua disponible en el suelo en el período experimental, para una lámina de 40 mm y un suelo con un horizonte A de 20 cm.**



Fuente: Almada y Garat (2010)

En la gráfica se puede ver que al momento de la siembra el agua disponible era de aproximadamente 45mm y que en los meses de invierno bajó considerablemente, como así también en los meses de verano, en los cuales no había agua disponible en el horizonte superficial. En resumen, ese año tuvo un otoño lluvioso, un invierno seco y un verano con escasas precipitaciones, lo que ocasiono ese déficit hídrico en el suelo.

Como se puede ver en el cuadro 3, en las fechas del 18 de octubre y 12 de diciembre no se detectan diferencias significativas entre las mezclas, las cuales presentan rendimientos similares, mientras que el 13 de noviembre se detectaron diferencias significativas entre las mismas.

**Cuadro No.3 Forraje disponible en kg/ha de MS, por fecha y promedio de las mezclas.**

| <b>Mezcla</b> | <b>18 oct</b> | <b>13 nov</b> | <b>12 dic</b> | <b>promedio</b> |
|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| <b>Días</b>   | <b>51*</b>    | <b>26 +</b>   | <b>9 +</b>    | <b>69 +</b>     |
| Rg + Tr       | 79 a          | 947 a         | 50 a          | 659             |
| Br + Tr       | 06 a          | 760 b         | 99 a          | 588             |
| Dc + Tb + Lc  | 80 a          | 916 a         | 17 a          | 604             |
| Fe + Tb + Lc  | 48 a          | 868 ab        | 88 a          | 568             |

Letras diferentes en una misma columna corresponden a tratamientos que difieren entre si con  $p < 10\%$ . \* Días siembra primer pastoreo, + días entre pastoreos.

Los valores mayores los presentan las mezclas de Raigras + Trébol rojo (RgTr) y Dactilis + Trébol blanco y Lotus corniculatus (DcTbLc). El menor rendimiento lo presento Bromus + Trébol rojo (BrTr) y la mezcla de Festuca + Trébol blanco y Lotus corniculatus (FeTbLc) tiene comportamiento intermedio.

También se observa que tanto el 18 de octubre como el 13 de noviembre la mezcla (RgTr) fue la de mayor producción, así como también en el total acumulado, seguida de (DcTbLc), (BrTr) y por ultimo (FeTbLc).

Acle y Clement (2004), obtuvieron resultados mayores a los reportados aquí y a los obtenidos por Carlevaro y Carrizo (2004). Con una mezcla de (DcTbLc) obtuvieron en el primer corte 1685 Kg/ha de MS, y con la mezcla de (FeTbLc) 1433 Kg/ha de MS.

Todos los tratamientos se comportaron mejor el 13 de noviembre, y registraron el disponible más bajo el 18 de octubre. Teniendo en cuenta los valores de forraje remanente presentados en el cuadro 4, y siendo que lo acumulado es el disponible del 12 de diciembre menos el remanente del 13 de noviembre, se puede ver que para la ultima fecha hubo más senescencia que ganancia de materia seca para todos los tratamientos.

Esto se puede explicar por el déficit hídrico que hubo en esa fecha. En la figura No. 4, se aprecia que en el último pastoreo no había agua disponible en el horizonte A, lo que pudo causar la muerte de plantas.

**Cuadro No. 4 Forraje remanente en kg/ha de MS, por fecha y promedio de las mezclas.**

| <b>Mezcla</b> | <b>18 oct</b> | <b>13 nov</b> | <b>12 dic</b> | <b>promedio</b> |
|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| Rg + Tr       | 303 a         | 627 ab        | 351 ab        | 427             |
| Br + Tr       | 253 a         | 636 a         | 389 a         | 426             |
| Dc + Tb + Lc  | 255 a         | 554 b         | 339 ab        | 383             |
| Fe + Tb + Lc  | 261 a         | 579 ab        | 302 b         | 380             |

El 18 de octubre los remanentes entre las mezclas no difieren como para ser significativos, en cambio el 13 de noviembre y el 12 de diciembre las diferencias son significativas.

El 18 de octubre la mezcla de mayor remanente fue (RgTr), mientras que en las otras fechas la de mayor remanente fue (BrTr), quedando (RgTr) en segundo lugar.

En el promedio el mayor remanente fue para la mezcla (RgTr), seguida de (BrTr), (DcTbLc) y por ultimo (FeTbLc).

**Cuadro No. 5 Forraje desaparecido en Kg/ha de MS, por fecha y promedio de las mezclas.**

| <b>Mezcla</b> | <b>18 oct</b> | <b>13 nov</b> | <b>12 dic</b> | <b>Promedio</b> |
|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|
| Rg + Tr       | 175 a         | 320 a         | 198 a         | 231             |
| Br + Tr       | 153 a         | 124 b         | 210 a         | 162             |
| Dc + Tb + Lc  | 126 a         | 363 a         | 189 a         | 226             |
| Fe + Tb + Lc  | 88 a          | 289 a         | 186 a         | 188             |

Para el forraje desaparecido se detectaron diferencias significativas solo en la segunda fecha, siendo el tratamiento (BrTr) el único que difiere con los demás.

En el promedio se ve que el tratamiento (RgTr) fue el que tuvo más desaparecido, seguido de (DcTbLc), (FeTbLc) y por ultimo (BrTr).

**Cuadro No. 6 Utilización en porcentaje, por fecha, promedio y acumulado de las mezclas.**

| <b>Mezcla</b> | <b>18 oct</b> | <b>13 nov</b> | <b>12 dic</b> | <b>Promedio</b> | <b>Acumulado</b> |
|---------------|---------------|---------------|---------------|-----------------|------------------|
| Rg + Tr       | 34 a          | 32 a          | 27 a          | 31              | 93               |
| Br + Tr       | 38 a          | 15 b          | 30 a          | 28              | 83               |
| Dc + Tb + Lc  | 33 a          | 39 a          | 31 a          | 34              | 103              |
| Fe + Tb + Lc  | 21 a          | 33 a          | 34 a          | 29              | 88               |



En cuanto a los porcentajes de utilización se observa que hubo solamente diferencias significativas en el tratamiento de (BrTr) para la fecha 13 de noviembre, mientras que en las otras fechas no hubo diferencias entre las mezclas.

Se puede ver en el promedio que la mezcla (DcTbLc) fue la que tuvo mayor % de utilización, posiblemente favorecida por la estructura más erecta de dactylis, seguida de (RgTr), (FeTbLc), y por último (BrTr). Para el acumulado se mantiene el mismo orden.

#### 4.1 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA

A continuación se presenta la producción de materia seca de las mezclas por periodo de crecimiento y total (cuadro No. 7)

Los periodos de crecimiento son distintos en su duración, siendo el primer periodo 5 veces mayor que los siguientes, lo que determina que las especies más precoces en su crecimiento como Rg y Br sean emparejadas en la producción acumulada en el primer periodo. Esto puede estar pesando sobre la falta de significación de las diferencias en producción de las cuatro mezclas.

**Cuadro No. 7 Materia seca en Kg/ha por momentos y total para todas las mezclas.**

| Ms acumulada |                       |                      |                      | Total  |
|--------------|-----------------------|----------------------|----------------------|--------|
| Mezcla       | Periodo 1<br>151 días | Periodo 2<br>26 días | Periodo 3<br>29 días |        |
| Rg + Tr      | 479 a                 | 756 a                | 44 a                 | 1279a  |
| Br + Tr      | 406 a                 | 620 b                | 44 a                 | 1070b  |
| Dc + Tb + Lc | 381 a                 | 768 a                | 72 a                 | 1221ab |
| Fe + Tb + Lc | 348 a                 | 715 ab               | 16 a                 | 1079ab |

Solamente se detectan diferencias significativas en la producción de forraje para el segundo periodo, donde la mezcla de (RgTr) y (DcTbLc) fueron las que produjeron más, (BrTr) fue la menor y (FeTbLc) fue intermedia. En el tercer periodo donde no se detectan diferencias estadísticas, se destaca la baja producción de la mezcla con Fe.

Al analizar la producción total de forraje se observa que el orden refleja la producción en el segundo periodo donde la mayor producción la presenta (RgTr), la menor (BrTr) y las otras mezclas muestran un comportamiento intermedio.

Las producciones aquí obtenidas son menores a los reportados por Aclé y Clement (2004) que para una mezcla de (FeTbLc), en el primer corte con 105 días de

crecimiento obtuvieron 1432 Kg/ha de MS y al año se obtuvo un total 8085 Kg/ha de MS, siendo superior a nuestros resultados.

Los mismos autores obtuvieron para el primer corte de una mezcla de (DcTbLc) 1686 Kg/ha de MS y una producción anual de 7713 Kg/ha de MS.

Carlevaro y Carrizo (2004), en condiciones experimentales similares a Acle y Clement (2004) obtuvieron al primer corte para (FeTbLc) 1433 Kg/ha de MS y una producción total de 8079 Kg/ha de MS; con (DcTbLc) obtuvieron al primer corte 1686 Kg/ha de MS, y 7908 Kg/ha de MS para el total anual.

En el cuadro No. 8 se observa que para el primer periodo los valores de tasas de crecimiento son inferiores a los obtenidos por otros autores (Acle y Clement 2004, Carlevaro y Carrizo 2004)

En el siguiente cuadro se visualizan las tasas de crecimiento diarias entre pastoreos para cada una de las mezclas.

**Cuadro No. 8 Tasas de crecimientos por momentos para todas las mezclas.**

| Mezcla       | Periodo 1<br>151 días | Periodo 2<br>26 días | Periodo 3<br>29 días |
|--------------|-----------------------|----------------------|----------------------|
| Rg + Tr      | 3,0 a                 | 30,3 a               | 1,7 a                |
| Br + Tr      | 2,7 a                 | 24,7 b               | 1,7 a                |
| Dc + Tb + Lc | 2,7 a                 | 30,7 a               | 2,7 a                |
| Fe + Tb + Lc | 2,0 a                 | 28,7 ab              | 0,7 a                |

En el cuadro se observa que el periodo 1 y 3 presentan tasas de crecimiento bajas sin detectarse diferencias significativas entre mezclas forrajeras. Acle y Clement (2004) reportaron tasas de crecimiento superiores al primer corte (105 días), siendo que para una mezcla de (FeTbLc) la misma fue de 13,6 Kg/ha de MS y para (DcTbLc) fue de 16 Kg/ha de MS.

Las diferencias significativas se dan en el periodo 2, siendo las mezclas que tienen mayor tasa de crecimiento (RgTr) y (DcTbLc) y la de menor tasa de crecimiento (BrTr).

Carlevaro y Carrizo (2004) reportan tasas de crecimiento primaverales del orden de 51 Kg/ha de MS para (FeTbLc) y 49 Kg/ha de MS para (DcTbLc), los cuales son superiores a los obtenidos en este trabajo.

## 4.2 GRAMINEAS

A continuación se puede apreciar el aporte que tuvo cada una de las gramíneas de cada mezcla y para todas las fechas.

**Cuadro No. 9 Kg/ha de MS en el disponible de Gramíneas sembradas para todos los tratamientos, fechas y promedio.**

| Mezcla       | 18 oct | 13 nov | 12 dic | promedio |
|--------------|--------|--------|--------|----------|
| Rg +         |        |        |        | 32       |
| Tr           | 20 a   | 23 a   | 29 a   | 4        |
| Br +         |        |        |        | 20       |
| Tr           | 94 ab  | 34 b   | 82 a   | 3        |
| Dc + Tb + Lc |        |        |        | 26       |
|              | 22 ab  | 27 ab  | 49 a   | 6        |
| Fe + Tb + Lc |        |        |        | 20       |
|              | 50 b   | 32 ab  | 27 a   | 3        |

Se puede ver que tanto el 18 de octubre como el 13 de noviembre hay diferencias significativas en la materia seca disponible de gramíneas, en cambio en la tercer fecha ya se igualan las disponibilidades.

El 18 de octubre y el 13 de noviembre la gramínea de mayor producción fue Rg, pudiéndose deber a que esta gramínea tiene una producción temprana, y el 12 de diciembre Dc.

Para todas las gramíneas se puede ver que el momento de mayor producción fue el 13 de noviembre, y luego decrecen.

Carlevaro y Carrizo (2004) obtuvieron que la fracción festuca en un corte el 8 de octubre dio 267 Kg/ha de MS y el 9 de diciembre 284 Kg/ha de MS, tanto que para dactilis obtuvieron 774 Kg/ha de MS y 439 Kg/ha de MS para las respectivas fechas, lo cual también es muy superior a lo obtenido por nosotros.

Acle y Clement (2004) obtuvieron al primer corte que Festuca rindió 268 Kg/ha de MS y Dc 774 Kg/ha de MS, lo que es prácticamente igual a lo obtenido por Carlevaro y Carrizo, y superior a lo obtenido en este trabajo.

Después de cada pastoreo se pudo apreciar lo siguiente. En el 18 de octubre el mayor remanente fue de (Rg) con 201 Kg/ha de MS, seguido de (Br) con 157 Kg/ha de MS, (Dc) con 137 Kg/ha de MS y por ultimo (Fe) con 129 Kg/ha de MS.

Para el 13 de noviembre (Br) paso al primer lugar con 391 Kg/ha de MS, seguido de (Rg) con 386 Kg/ha de MS, (Dc) 329 Kg/ha de MS y (Fe) 281 Kg/ha MS.

El 12 de diciembre (Rg) fue nuevamente el de mayor remanente con 204 Kg/ha de MS, seguido de (Dc) con 136 Kg/ha de MS, (Br) con 114 Kg/ha de MS y (Fe) con 93 Kg/ha de MS.

El cuadro a continuación hace referencia al aporte de otras gramíneas en las mezclas, esto se da debido a que en el campo hay naturalmente gramíneas, y las mismas tienen cierto aporte a las pasturas sembradas, el cual es importante cuantificar.

**Cuadro No. 10 Kg/ Ha de MS de Otras gramíneas en el disponible, para todos los tratamientos, fechas y promedio.**

| Mezcla       | 18 oct | 13 nov | 12 dic | Promedio |
|--------------|--------|--------|--------|----------|
| Rg + Tr      | b      | 3 a    | 9 b    | 33       |
| Br + Tr      | 0 a    | 72 a   | 22 a   | 11       |
| Dc + Tb + Lc | 9 ab   | 86 a   | 2 b    | 79       |
| Fe + Tb + Lc | 0 ab   | 15 a   | 2 ab   | 69       |

Como muestra el cuadro hay diferencias significativas en el 18 de octubre y 12 de diciembre, siendo la mezcla que presentó mayor cantidad de otras gramíneas la de (BrTr), y la que siempre tuvo baja cantidad de las mismas fue la de (RgTr). Esto se puede deber a que como el Rg es anual compite mejor que las demás gramíneas. Se comportaron en promedio de forma intermedia (DcTbLc) y (FeTbLc).

En el remanente las otras gramíneas se comportaron de la siguiente manera, para el 18 de octubre las mismas dieron resultados muy similares, pero la mezcla de (DcTbLc) fue la que tuvo mas de otras gramíneas, con 20 Kg/ha de MS, seguido de (FeTbLc) con 19 Kg/ha de MS, (BrTr) con 18 Kg/ha de MS y por ultimo (RgTr) con 16 Kg/ha de MS.

Para el 13 de noviembre estos valores aumentaron, quedando (BrTr) como la mezcla con mayor proporción de otras gramíneas, con 80 Kg/ha de MS de estas, seguido de (RgTr) con 51 Kg/ha de MS, (FeTbLc) con 48 Kg/ha de MS, y (DcTbLc) con 45 Kg/ha de MS.

El 12 de diciembre (BrTr) tuvo mayor cantidad de otras gramíneas, con 105 Kg/ha de MS, seguido de (DcTbLc) con 76 Kg/ha de MS, (FeTbLc) con 47 Kg/ha de MS, y por ultimo (RgTr) con 22 Kg/ha de MS.

### 4.3 LEGUMINOSAS

**Cuadro No. 11 Kg/Ha de MS de Leguminosas en el disponible para las mezclas por fechas y promedio.**

| Mezcla       | 18 oct | 13 nov | 12 dic | Promedio |
|--------------|--------|--------|--------|----------|
| Rg + Tr      | 123 a  | 367 a  | 246 a  | 245      |
| Br + Tr      | 132 a  | 258 b  | 234 a  | 208      |
| Dc + Tb + Lc | 82 a   | 299 ab | 199 a  | 193      |
| Fe + Tb + Lc | 120 a  | 335 ab | 288 a  | 248      |

Para las leguminosas el único momento que mostró diferencias significativas fue el 13 de noviembre, en el cual la mezcla que mayor aporte de leguminosas tuvo fue la de (RgTr).

En el total acumulado lo tuvo la mezcla de (FeTbLc), seguida de (RgTr), (BrTr) y por ultimo (DcTbLc).

Teniendo en cuenta el cuadro No.1 y el 3 se puede apreciar que en el 18 de octubre las especies de gramíneas predominaban sobre las de leguminosas, situación que se revierte para la segunda y tercer fecha, a excepción de Dactilis que fue un poco mayor.

Acle y Clement (2004) obtuvieron al primer corte para Tb 260 Kg/ha de MS, este asociado con Fe y Lc, y para Lc obtuvieron 639 Kg/ha de MS.

Para las mismas leguminosas pero asociadas a Dc obtuvieron que Tb dio 240 Kg/ha de MS y Lc 526 Kg/ha de MS.

Se observa que los resultados obtenidos por Acle y Clement (2004) para las fracciones leguminosas son superiores a los aquí obtenidos, aunque cabe destacar que las mismas fueron sembradas al voleo, lo cual reduce significativamente la competencia con las gramíneas que están en la línea.

**Cuadro No. 12 Kg/Ha de MS de leguminosas en el remanente, para todas las fechas, tratamientos y promedio.**

| Mezcla       | 18 oct | 13 nov | 12 dic | Promedio |
|--------------|--------|--------|--------|----------|
| Rg + Tr      | 40 b   | 109 a  | 85 ab  | 78       |
| Br + Tr      | 42 ab  | 107 a  | 115 a  | 88       |
| Dc + Tb + Lc | 52 ab  | 103 a  | 71 b   | 75       |
| Fe + Tb + Lc | 79 a   | 163 a  | 97 ab  | 113      |

Las fechas 1 y 3 tuvieron diferencias significativas, siendo la mezcla (FeTbLc) la que mayor aporte de leguminosas tuvo, en el total acumulado después las demás mezclas tienen un remanente similar de leguminosas.

#### **4.4 MALEZAS**

En cuanto a la cantidad de malezas en Kg/ha de MS, se puede decir que para ninguna de las 3 fechas se detectaron diferencias significativas. Para la primera la mayor cantidad de malezas las presentaba (DcTbLc), con 57 Kg/ha, seguida de (FeTbLc) con 48 Kg/ha, (BrTr) con 39 Kg/ha, y por último (RgTr) con 29 Kg/ha.

Para el 13 de noviembre cambiaron de orden las mezclas en cuanto a cantidad de malezas presentes.

En primer lugar (DcTbLc) con 103 Kg/ha, seguido de (BrTr) con 94 Kg/ha, (FeTbLc) con 85 Kg/ha, y por último (RgTr) con 84 Kg/ha.

Por último el 12 de diciembre la que tuvo mayor cantidad de malezas fue (FeTbLc) con 71 Kg/ha, seguida de (BrTr) con 61 Kg/ha, (RgTr) 55 Kg/ha y por último (DcTbLc) con 48 Kg/ha.

Cabe destacar que las malezas siguieron el mismo patrón de crecimiento que las pasturas, siendo la primera fecha la que tuvo menor cantidad de las mismas, seguida de la última fecha y la del medio fue la que presentó mayor cantidad de malezas.

También se puede agregar que la mezcla (RgTr) fue la que tuvo menor presencia de malezas para las dos primeras fechas, y en la tercera esta entre las mezclas que menor presencia de malezas presenta.

Esta mezcla compite mejor que las demás con las malezas, pudiéndose deber esto a que el Rg es una especie anual de buena implantación y precoz, lo que le permite ser más competitiva frente al enmalezamiento.

En los remanentes no se detectaron diferencias significativas para las malezas. El 18 de octubre la mezcla que presentó mayor cantidad de malezas fue la de (RgTr) y (DcTbLc), con 46 Kg/ha de MS para ambos casos, luego (BrTr) tuvo 36 Kg/ha de MS, y por último (FeTbLc) con 33 Kg/ha de MS.

El 13 de noviembre la mezcla con mayor cantidad de malezas fue la de (FeTbLc), con 87 Kg/ha de MS, luego le sigue (RgTr) con 81 Kg/ha de MS, (DcTbLc) con 77 Kg/ha de MS, y por último (BrTr) con 59 Kg/ha de MS.

El 12 de diciembre (FeTbLc) sigue siendo la que tiene mas cantidad de malezas, con 65 Kg/ha de MS, seguida de (DcTbLc) con 56 Kg/ha de MS, (BrTr) con 5 Kg/ha de MS y por último (RgTr) 41 Kg/ha de MS.

#### **4.5 RESTOS SECOS**

Para los restos secos como porcentaje del disponible el 18 de octubre no se detectaron diferencias significativas, siendo (DcTbLc) en la que hay mas resto seco con un 19%, después le sigue (BrTr) y (FeTbLc) con 16%, y por ultimo (RgTr) con 14%.

El 13 de noviembre se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos (DcTbLc) y (RgTr), en los otros dos tratamientos no se detectaron diferencias significativas.

Para el 12 de diciembre no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, lo que se puede observar es un aumento de los restos secos en todos los tratamientos.

El tratamiento que presentó mayor porcentaje de restos secos en este caso fue (RgTr) con un 49%, seguido por (BrTr) y (FeTbLc) con 41% y por ultimo (DcTbLc) con 34%.

Es posible que la característica de anual del Rg haya afectado para que el 12 de diciembre este fuera el que presentó más restos secos.

En el remanente no se detectaron diferencias significativas para los restos secos, siendo para el 18 de octubre la mezcla de (FeTbLc) la que presento más restos secos con un 26%, seguida de (BrTr) con 22%, (RgTr) con 21% y (DcTbLc) con 18%.

Para el 13 de noviembre (FeTbLc) y (RgTr) presentan 19% de resto seco, seguido de (BrTr) con 16% y por ultimo (DcTbLc) con 14%.

Para el 12 de diciembre se reduce el margen entre los porcentajes de resto seco de las mezclas, siendo la que tiene mayor % la de (RgTr) con 39%, seguida de (BrTr) y (FeTbLc) con 38%, y por ultimo (DcTbLc) con 34%.

Se puede notar un aumento en el porcentaje de restos secos, debido al gran déficit hídrico que para esa fecha había.

#### **4.6 SUELO DESNUDO**

La variable suelo desnudo corresponde al área no recubierta por vegetación o restos secos

**Cuadro No. 13 Suelo desnudo en el remanente como porcentaje, por fechas y promedio.**

| <b>Mezcla</b> | <b>18 oct</b> | <b>13 nov</b> | <b>12dic</b> | <b>Promedio</b> |
|---------------|---------------|---------------|--------------|-----------------|
| Rg + Tr       | 11 b          | 13 ab         | 27 a         | 17              |
| Br + Tr       | 12 b          | 9 b           | 20 a         | 14              |
| Dc + Tb + Lc  | 20 a          | 17 a          | 28 a         | 22              |
| Fe + Tb + Lc  | 13 b          | 11 ab         | 29 a         | 18              |

Para suelo desnudo los momentos 1 y 2 mostraron diferencias significativas, siendo en ambos casos el tratamiento de (DcTbLc) el que presentó mayor cantidad de suelo desnudo. En cambio en el 12 de diciembre los valores para esta variable son bastante similares entre tratamientos.

Para la fracción verde como % del disponible en ninguna de las tres fechas se detectaron diferencias significativas entre tratamientos. Siendo para el 18 de octubre la mezcla de (RgTr) la que presentó mas verde con 78%, seguido de (FeTbLc) con 73%, (BrTr) con 72% y por último (DcTbLc) con 66%.

El 13 de noviembre siguió siendo (RgTr) la mezcla con mayor % de verde, con un 78%, seguida de (FeTbLc) y (BrTr) con un 76% y por ultimo (DcTbLc) con 71%.

Para el 12 de diciembre el % de verde de (RgTr) cayo significativamente, siendo la mezcla con menor % de verde con un 36%, esto es debido a lo que venimos comentando que al ser anual esta especie pasa a estado reproductivo y se seca más tempranamente que las demás. (DcTbLc) presento el mayor % de verde con un 51%, seguida de (BrTr) con un 50% y (FeTbLc) con un 47%.

En el remanente tampoco se detectaron diferencias significativas entre tratamientos, siendo para el 18 de octubre el tratamiento con mayor porcentaje de verde (RgTr) con 68%, seguido por (BrTr) con 66%, (DcTbLc) con 62% y por último (FeTbLc) con 60%.

En el 13 de noviembre (BrTr) tiene mas % de verde con una 75%, seguido de (FeTbLc) con 71%, (RgTr) con 70%, y por ultimo (DcTbLc) con 69%.

El 12 de diciembre el tratamiento de (BrTr) es el que presenta mayor % de verde con un 42%, seguido de (DcTbLc) con un 37%, (RgTr) con 35% y por ultimo (FeTbLc) con 32%.



Aquí también se puede ver como disminuye el % de verde en la pastura como consecuencia del ya mencionado déficit hídrico.

#### 4.7 IMPLANTACIÓN

En general se puede decir que la implantación de las gramíneas fue normal a alta, a excepción de Fe que presenta valores menores (cuadro No. 14).

La implantación de las leguminosas fue baja para Tb y Lc, con mayores valores para Tr, lo cual es explicado por el mayor tamaño de semilla.

**Cuadro No. 14 Porcentaje de implantación de especies, por mezcla y fechas.**

| Fecha    | Mezcla   | Dc | Fe | Rg | Br | Tb | Lc | Tr |
|----------|----------|----|----|----|----|----|----|----|
| 28-06-07 | Dc+Tb+Lc | 41 |    |    |    | 10 | 20 |    |
| 38 dps   | Fe+Tb+Lc |    | 26 |    |    | 13 | 24 |    |
|          | Rg+Tr    |    |    | 72 |    |    |    | 41 |
|          | Br+Tr    |    |    |    | 91 |    |    | 42 |
| 1-09-07  | Dc+Tb+Lc | 41 |    |    |    | 12 | 22 |    |
| 103 dps  | Fe+Tb+Lc |    | 21 |    |    | 11 | 27 |    |
|          | Rg+Tr    |    |    | 63 |    |    |    | 43 |
|          | Br+Tr    |    |    |    | 99 |    |    | 33 |
| 29-09-07 | Dc+Tb+Lc | 41 |    |    |    | 17 | 25 |    |
| 132 dps  | Fe+Tb+Lc |    | 20 |    |    | 13 | 25 |    |
|          | Rg+Tr    |    |    | 51 |    |    |    | 34 |
|          | Br+Tr    |    |    |    | 89 |    |    | 29 |

Las bajas implantaciones de Tb y Lc, se pueden deber a factores, como la fecha de siembra tardía debido al otoño lluvioso que no dejó sembrar en fecha. Esto trajo problemas de humedad excesiva al momento de siembra y temperaturas bajas al momento de emergencia.

Otra variable que afectó la implantación de las leguminosas, fue la siembra en la línea junto con las gramíneas, aumentando la competencia entre plántulas. También la profundidad de siembra afectó negativamente la implantación ya que fueron sembradas a 3 cm de profundidad todas las especies en la línea. Según Formoso (2007), esta profundidad de siembra no sería correcta dado el tamaño pequeño de las semillas ya que existe interacción negativa entre la profundidad de siembra y tamaño de la semilla.

En el cuadro No. 14 se aprecia que tanto Dc, Fe, Br, Tb en la mezcla con Fe y Lc en la mezcla con Fe mantuvieron su porcentaje de implantación desde la primera fecha de conteo. En el caso de Rg se detectó una reducción significativa desde el primer conteo con los días post siembra, la baja es de 0,22% por día, según el siguiente modelo  $y = -0,2191x + 81,0$  ( $R^2 = 0,46$ ;  $P = 0,05$ ) donde  $y$  representa el % de implantación y  $x$  los días post siembra (dps).

Los casos en que se vieron aumentos del porcentaje de implantación son el Tb y Lc en la mezcla con Dc. En cambio el Tr bajo su porcentaje de implantación asociado con Rg, como también con Br. Estas reducciones en las leguminosas no fueron significativas.

Los valores de implantación obtenidos en este trabajo concuerdan parcialmente con los de Aclé y Clement (2004) que obtuvieron valores por debajo del 50% tanto para las gramíneas como para leguminosas, siendo para Br y Rg mayores en el presente trabajo. Para el caso de Rg los valores pueden estar incrementados por la presencia de Rg naturalizado.

Se presenta la evolución a través de los días post siembra del No de plantas/m<sup>2</sup> de las especies sembradas.

En el cuadro No. 15 se puede apreciar que la especie que tuvo una marcada disminución en el número de plantas/m<sup>2</sup> es Rg, reduciendo la población de plántulas con los días post siembra, siendo esta reducción de 0,68 plantas/m<sup>2</sup> por día según el modelo  $y = -0,684x + 249,71$  ( $R^2 = 0,46$  y  $P = 0,04$ ). Esta especie fue la única que mostró una baja significativa en el número de plantas.

**Cuadro No. 15 Número de plantas/m<sup>2</sup> de las especies sembradas según fecha y mezcla**

| Fecha    | Mezcla   | Dc  | Fe  | Rg  | Br  | Tb | Lc  | Tr  |
|----------|----------|-----|-----|-----|-----|----|-----|-----|
| 28-06-07 | Dc+Tb+Lc | 165 |     |     |     | 23 | 124 |     |
|          | Fe+Tb+Lc |     | 107 |     |     | 29 | 151 |     |
|          | Rg+Tr    |     |     | 221 |     |    |     | 129 |
|          | Br+Tr    |     |     |     | 100 |    |     | 132 |
| 1-09-07  | Dc+Tb+Lc | 166 |     |     |     | 26 | 142 |     |
|          | Fe+Tb+Lc |     | 85  |     |     | 26 | 165 |     |
|          | Rg+Tr    |     |     | 193 |     |    |     | 135 |
|          | Br+Tr    |     |     |     | 106 |    |     | 104 |

|          |          |     |    |     |    |    |     |    |
|----------|----------|-----|----|-----|----|----|-----|----|
| 29-09-07 | Dc+Tb+Lc | 163 |    |     |    | 37 | 156 |    |
|          | Fe+Tb+Lc |     | 82 |     |    | 29 | 153 |    |
|          | Rg+Tr    |     |    | 157 |    |    |     | 74 |
|          | Br+Tr    |     |    |     | 98 |    |     | 93 |

En cuanto a Dc, Br, Tb y Lc en mezcla con Fe, las poblaciones de plantas se mantuvieron sin grandes cambios a través del tiempo, logrando el stand final de implantación a los 38 días post siembra.

Por otra parte Fe, Tr en mezcla con Rg y en mezcla con Br presentaron una reducción de la densidad de plantas no significativa a diferencia del caso de Rg.

Algunos valores de plantas/m<sup>2</sup> aumentaron de un conteo al otro como son el caso de Tb y Lc en mezcla con Dc.

#### 4.8 VARIABLES DASOMETRICAS

**Cuadro No. 16 Valores promedio para las variables dasométricas, según mezclas forrajeras y fechas.**

| Fecha    | Mezcla   | Altura | DAP   | AB     | Vol   |                       |
|----------|----------|--------|-------|--------|-------|-----------------------|
| 10-06-07 | Br+Tr    | 6,39   | 0,073 | 0,0044 | 0,010 |                       |
|          | Dc+Tb+Lc | 6,32   | 0,071 | 0,0042 | 0,010 |                       |
|          | Fe+Tb+Lc | 6,43   | 0,072 | 0,0043 | 0,010 |                       |
|          | Rg+Tr    | 6,63   | 0,076 | 0,0047 | 0,011 |                       |
|          |          |        |       |        |       | Incremento en volumen |
| 22-04-08 | Br+Tr    | 8,61   | 0,096 | 0,0075 | 0,025 | 0,014 a               |
|          | Dc+Tb+Lc | 8,53   | 0,094 | 0,0072 | 0,026 | 0,013 a               |
|          | Fe+Tb+Lc | 8,60   | 0,094 | 0,0072 | 0,024 | 0,013 a               |
|          | Rg+Tr    | 8,69   | 0,098 | 0,0079 | 0,026 | 0,014 a               |

No se encontraron diferencias significativas entre tratamientos, para ninguno de los dos momentos, ni para el incremento en volumen de los árboles.

En cuanto al incremento de volumen por hectárea, según los datos obtenidos podemos decir que en promedio el mismo fue de 16,88 m<sup>3</sup>. Balmelli y Resquin (2005), obtuvieron una IMA a los 11 años de 21,5 m<sup>3</sup> para la zona de Río Negro, este dato si bien es mayor se puede explicar debido a que el mismo sale de un estudio de crecimiento de muchos años, en cambio el monte de nuestro trabajo fue medido a corta

edad, lo que se espera es que en unos años mas esta diferencia de volumen entre años sea mayor.

JICA, citado por Balmelli (1995) obtuvo incrementos de 15,5 y 28,9 m<sup>3</sup>/ha/año en zonas 2 y 9 de CIDE respectivamente.

## **5. CONCLUSIONES**

El tiempo de estudio no fue suficiente para poder detectar interacciones mezcla forrajera/árbol.

La producción de forraje de las mezclas evaluadas fue baja en relación a situaciones sin árboles.

Las condiciones particulares del año, con periodos de exceso hídrico primero y de déficit después condicionaron los resultados de estas especies.

A pesar de las condiciones climáticas y de estar bajo monte se logró la implantación de todas las especies, siendo mayor en las gramíneas que en leguminosas.

El desarrollo del monte no se vio afectado por la presencia de pasturas, comparado con desarrollos de montes comerciales.

## **6. RESUMEN**

Este trabajo se llevó a cabo en un establecimiento ubicado en el departamento de Canelones, Uruguay, perteneciente a la empresa Los Eucalyptos. En el ensayo se evaluó la producción de MS y la implantación de cuatro mezclas forrajeras, compuestas por una gramínea y una o dos leguminosas (*Bromus Catharticus* cv Martin Fierro, mas *Trifolium Pratense* cv LE116, *Dactylis Glomerata* cv Amba mas *Lotus Corniculatus* cv San Gabriel y *Trifolium Repens* cv Zapican, *Festuca Arundinacea* cv Tacuabe mas *Lotus Corniculatus* cv San Gabriel y *Trifolium Repens* cv Zapican, *Lolium Multiflorum* cv LE 284 mas *Trifolium Pratense* cv LE116. Las mezclas fueron sembradas en las entrefilas de un monte comercial de *Eucalyptus Globulus ssp globulus* con 18 meses de edad y una altura promedio de 6,4 mts, sobre suelos 4.2 según CONEAT de la formación San Carlos. Las variables dasométricas medidas fueron: altura, circunferencia a la altura del pecho, área basal y volumen. El rendimiento en volumen del monte fue de 16,88 m<sup>3</sup>/ha/año. Se pudo constatar que no se puede determinar el efecto que produce el componente forestal sobre el rendimiento de las especies forrajeras debido a las condiciones climáticas del año de experimentación y a lo poco extenso del periodo del ensayo. La siembra se realizó el 28 de mayo de 2007, en el análisis de la implantación se detectaron resultados normales para las gramíneas y algo bajo para las leguminosas. La evaluación del crecimiento de las pasturas se hizo mediante tres cortes en el mismo año de siembra, el 18 de octubre, 13 de noviembre y 12 de diciembre. Los rendimientos de MS fueron Br+Tr 1070 Kg/ha, Dc+Tb+Lc 1221Kg/ha, Fe+Tb+Lc 1079 Kg/ha, Rg+Tr 1279Kg/ha. La tasa de crecimiento entre cada corte fue calculada para todas las mezclas, obteniéndose un rango de 0,7 a 30,7 Kg de MS/día, con los menores valores en el último periodo y los mayores en el periodo de octubre noviembre, es decir en primavera.

Palabras clave: Sistemas agroforestales; *Eucalyptus globulus*; Mezclas forrajeras; Producción de MS.

## **7. SUMMARY**

This work was carried out in an establishment located in the department of Canelones, Uruguay, belonging to the company's Eucalyptus. The trial evaluated the growth of MS, the introduction of four forage mixtures, consisting of one grass and one or two pulses which are (cv catharticus bromus Martin Fierro, Trifolium pratense cv more LE116, Dactylis glomerata cv cv Amba more lotus corniculatus San Gabriel and Trifolium repens cv Zapico, Festuca arundinacea cv cv Tacuabé more lotus corniculatus and Trifolium repens San Gabriel cv Zapico, Lolium multiflorum cv Trifolium pratense LE 284 hp more than LE116. These were planted between the files in a commercial forest of globulus eucalyptus globulus ssp with 18 months and an average height of 6.4 meters, above 4.2suelos in formation coneat San Carlos. Dasometricas variables measured were: height, circumference at breast height, basal area and volume The forest yield volume was 16.88 m<sup>3</sup>/ha/year. Could be constated in this test that can not be determinated the effect produced by the forestry component on the forage species due to climatic conditions in the year of experimentation and the little extensive trial period-. The plantation was done on May 28, 2007, in the analysis of the implantation were found normal results for grasses and something under for the legumes. The evaluation of pasture growth was done using three cuts in the same year of planting, on 18 October, 13 November, 12 December. DM yields were 1070 Tr Br + kg / ha, Dc + + Lc 1221 Kg/ha Tb, Fe + Tb + Lc 1079 kg / ha, 1279Kg/ha Rg + Tr. The growth rate between each cut was calculated for all mixtures, yielding a range of 0.7 to 30.7 kg DM / day, with the lowest values in the fourth quarter and higher in October and November is that in the spring.

Keywords: Agroforestry sistems; Eucalypus globulus; Forage mixtures; Production of MS.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. ACLE, F.; CLEMENT, G. 2004. Características de la implantación y vigor de gramínea y leguminosas perennes integrantes de mezclas forrajeras y estudio de la población de unidades morfológicas en el otoño del 2<sup>o</sup> año. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 103 p.
2. ALMADA, A.; GARAT, A. 2010. Evaluación del crecimiento de leguminosas forrajeras bajo un monte de *Eucalyptus globulus ssp globulus*. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 107 p.
3. BALMELLI, B. 1995. Ensayo de orígenes de *Eucalyptus globulus*. Tacuarembó, INIA. 15 p. (Serie Técnica no. 68)
4. \_\_\_\_\_.; RESQUIN, F. 2005. Evaluación productiva de orígenes de *Eucalyptus globulus* en zonas litoral y norte. Tacuarembó, INIA. 16 p. (Serie Técnica no. 149)
5. BEER, J.; LUCAS, C.; KAPP, G. 1994. Reforestación con sistemas agrosilviculturales permanentes vs plantaciones puras. Agroforestería en las Américas. 1 (3):21-25.
6. BRUSSA, C. A. 1994. Eucalyptus, especies de cultivo más frecuente en Uruguay y regiones de clima templado. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 328 p.
7. BUDOWSKY, G. 1981. Aplicabilidad de los sistemas agroforestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 8 p.
8. CARÁMBULA, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 467 p.
9. \_\_\_\_\_. 1996. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. v. 1, 357 p
10. \_\_\_\_\_. 2001. Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. v.3, 413 p.
11. CARLEVARO, A. P.; CARRIZO, J. A. 2004. Comparación de la producción de forrajeras bajo manejos de defoliación basados en la cobertura del suelo y altura del tapiz. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 162 p.



12. COMBE, J. 1979. Conceptos sobre la investigación de técnicas agroforestales en el CATIE. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 20 p.
13. CÓRDOBA, E.; HERNÁNDEZ, S. s.f. Competencia por luz en sistemas silvopastoriles. (en línea). s.n.t. 3 p. Consultado 11 jun. 2008. Disponible en <http://www.ecosur.mx/ecofronteras/ecofrontera/ecofront18/pdf/silvopastoril.pdf>
14. FAO. 1996. Plagas y enfermedades de eucaliptos y pinos en el Uruguay. Montevideo, Uruguay. 167 p.
15. FINOZZI, G.; QUINTANA, P. 2000. Implantación de gramíneas y leguminosas en tres suelos y tapices de basalto. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 142 p.
16. FORMOSO, F. 1993. Lotus corniculatus; performance forrajera y características agronómicas asociadas. La Estanzuela, INIA. 10 p. (Serie Técnica no. 37).
17. \_\_\_\_\_. 2007. Conceptos sobre implantación de pasturas. In: Jornada Instalación y Manejo de Pasturas (2007, La Estanzuela). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 19-39 (Actividades de Difusión no. 483).
18. \_\_\_\_\_. 2010. Festuca Arundinácea, manejo para producción de forraje y semilla. La Estanzuela, INIA. 183 p. (Serie Técnica no. 182).
19. \_\_\_\_\_. 2011. Manejo de mezclas forrajeras y leguminosas puras. Producción y calidad del forraje. Efectos del estrés ambiental e interferencia de gramilla (cynodon dactylon, (L) Pers.). La Estanzuela, INIA. 291 p. (Serie Técnica no. 188).
20. GARCIA, J. 1996. Variedades de trébol blanco. La Estanzuela, INIA. 15 p. (Serie Técnica no. 70).
21. \_\_\_\_\_. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. La Estanzuela, INIA. 26 p. (Serie Técnica no. 133).
22. GARDNER, A. 1967. Estudio sobre los métodos agronómicos para la evaluación de la pastura. Montevideo, Uruguay, IICA. 79 p.
23. HAYDOCK, K. P.; SHAW, N.H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal Experimental Agriculture and Husbandry (East Melbourne). 6 (15):633-670.

24. INIA. 2010. Forrajeras; catálogo de cultivares. Montevideo, Uruguay. 35 p.
25. LANGER, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 514 p.
26. MUSLERA, E.; RATERA, C. 1984. Praderas y Forrajes. Madrid, España, Mundi-Prensa. 702 p.
27. OLMOS, F. 2001. Mejoramiento de pasturas con Lotus en la región noreste. Tacuarembó, INIA 43 p. (Serie Técnica no. 124).
28. OMAR, D.; LAERCIO, C. 1999. Sanidad y calidad animal. Roma, FAO. pp. 421-438 (Estudio FAO. Producción y sanidad animal no.143).
29. PERI, P. 1999. Efecto de la sombra sobre la producción y la calidad de pasturas en sistemas silvopastoriles. SAGP y A Forestal. no. 13: 17- 21.
30. PEZO, D.; IBRAHIM, M. 1998. Sistemas silvopastoriles. Turrialba, Costa Rica, CATIE/GTZ. 258 p.
31. POLLA. 1998. Estrategias de acción en el tema silvopastoreo. In: Taller de Manejo Silvopastoril (2º., 1998, Young). Trabajos presentados. Young, Uruguay, s.e. s.p.
32. RAVERA RAVERA, G. S. 2002. Crecimiento de *Eucalyptus globulus ssp. Globulus* en diferentes sitios y en relación al desarrollo radicular en el valle Serrano del arroyo el Soldado, departamento de Lavalleja. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 95 p.
33. REBUFFO, M.; ALTIER, N. 1995. Mejoramiento genético de trébol rojo en INIA La Estanzuela. In: Seminario de Actualización Técnica sobre Producción y Manejo de Pasturas (2º., 1995, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 3-4.
34. REID, R.; WILSON, G. 1989. Agroforestry in Australia and New Zeland. Proyecto sistemas Agroforestales en el Uruguay. Montevideo, Facultad de Agronomía. 91 p.
35. REYNOLDS, 1995. Sistemas silvopastoriles. Montevideo, Facultad de Agronomía. 1 p.

36. SCHREINER, H.G. 1988. Viabilidade de um sistema silvipastoril em solos de areia quartzosa no Estado de Sao Paulo. Boletim de Pesquisa Florestal (Curitiba). 17:33-38.
37. SHELTON, H. 1993. Sistemas silvopastoriles. Montevideo, Facultad de Agronomía. 4 p.
38. STAUDT, F. J. 1987. La ergonomía y sus posibles aplicaciones en sistemas agroforestales. Turrialba, Costa Rica CATIE. pp. 77-89.
39. STERO. s.f. Gramíneas perennes. (en línea).s.n.t. s.p. Consultado 11 jun. 2008. Disponible en [http://www.estero.com.uy/es\\_ES/dactylis-glomerata/](http://www.estero.com.uy/es_ES/dactylis-glomerata/).
40. STUR, W.; SHELTON, H. 1991. Sistemas silvopastoriles. Montevideo, Facultad de Agronomía. 1 p.
41. SUN, D.; DICKINSON, G.R.; ROBSON, K.J. 1997. Growth of Eucalyptus Pellita and Europhylla and effects on pasture production. on the coastal lowlands of tropical northern Australia. Australian Forestry. 59 (2): 136-141.
42. WRIGHSTON PAS. s.f. Praderas perennes. (en línea). s.n.t. Consultado 11 jun. 2008. Disponible en <http://wrightsonpas.aw.com.uy/pasturas/praderas-perennes>

## 9. ANEXOS

### Anexo No. 1

#### Análisis de varianza disponible 1er. pastoreo

| Bloque |           | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | Valor crítico de F |
|--------|-----------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 1      | Regresión | 1                  | 1290074,12                | 0,0003             |
| 1      | Residuos  | 13                 | 56428,42                  |                    |
| 1      | Total     | 14                 |                           |                    |
| 2      | Regresión | 1                  | 654819,79                 | 9,48E-06           |
| 2      | Residuos  | 13                 | 13404,15                  |                    |
| 2      | Total     | 14                 |                           |                    |
| 3      | Regresión | 1                  | 575621,39                 | 3,39E-10           |
| 3      | Residuos  | 13                 | 2040,22                   |                    |
| 3      | Total     | 14                 |                           |                    |

#### Análisis de varianza remanente 1er. pastoreo

| Bloque |           | Grados de libertad | Promedio de los Cuadrados | Valor crítico de F |
|--------|-----------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 1      | Regresión | 1                  | 94204,48                  | 0,001              |
| 1      | Residuos  | 13                 | 5577,33                   |                    |
| 1      | Total     | 14                 |                           |                    |
| 2      | Regresión | 1                  | 203315,72                 | 1,47E-05           |
| 2      | Residuos  | 13                 | 4174,40                   |                    |
| 2      | Total     | 14                 |                           |                    |
| 3      | Regresión | 1                  | 174464,23                 | 1,02E-05           |
| 3      | Residuos  | 13                 | 3623,06                   |                    |
| 3      | Total     | 14                 |                           |                    |

Análisis de varianza disponible 2do. pastoreo

| Bloque |           | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | Valor crítico de F |
|--------|-----------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 1      | Regresión | 1                  | 5999237,7                 | 9,26E-09           |
| 1      | Residuos  | 13                 | 36399,65                  |                    |
| 1      | Total     | 14                 |                           |                    |
| 2      | Regresión | 1                  | 4650953,13                | 6,85E-09           |
| 2      | Residuos  | 13                 | 26856,34                  |                    |
| 2      | Total     | 14                 |                           |                    |
| 3      | Regresión | 1                  | 7179064,36                | 1,21E-06           |
| 3      | Residuos  | 13                 | 100402,39                 |                    |
| 3      | Total     | 14                 |                           |                    |

Análisis de varianza remanente 2do. pastoreo

| Bloque |           | Grados de libertad | Promedio de los Cuadrados | Valor crítico de F |
|--------|-----------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 1      | Regresión | 1                  | 865489,54                 | 8,44E-06           |
| 1      | Residuos  | 13                 | 17326,60                  |                    |
| 1      | Total     | 14                 |                           |                    |
| 2      | Regresión | 1                  | 103383,74                 | 0,03               |
| 2      | Residuos  | 13                 | 19663,713                 |                    |
| 2      | Total     | 14                 |                           |                    |
| 3      | Regresión | 1                  | 1103343,38                | 8,07E-05           |
| 3      | Residuos  | 13                 | 32454,60                  |                    |
| 3      | Total     | 14                 |                           |                    |

Análisis de varianza disponible 3er. pastoreo

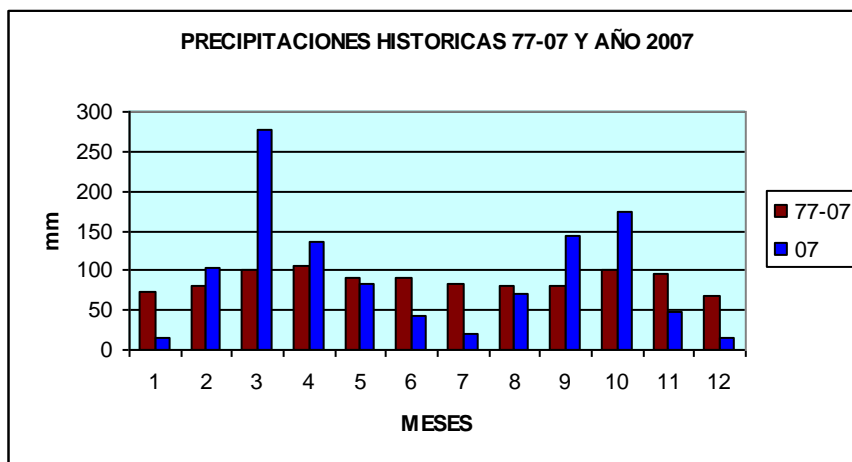
| Bloque |           | Grados de libertad | Promedio de los Cuadrados | Valor crítico de F |
|--------|-----------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 1      | Regresión | 1                  | 1133395,23                | 7,60E-06           |
| 1      | Residuos  | 13                 | 22239,45                  |                    |
| 1      | Total     | 14                 |                           |                    |
| 2      | Regresión | 1                  | 982427,81                 | 3,14E-07           |
| 2      | Residuos  | 13                 | 10824,42                  |                    |
| 2      | Total     | 14                 |                           |                    |
| 3      | Regresión | 1                  | 2817926,95                | 3,11E-06           |
| 3      | Residuos  | 13                 | 46782,67                  |                    |
| 3      | Total     | 14                 |                           |                    |

Análisis de varianza remanente 3er. pastoreo

| Bloque |           | Grados de libertad | Promedio de los Cuadrados | Valor crítico de F |
|--------|-----------|--------------------|---------------------------|--------------------|
| 1      | Regresión | 1                  | 1381022,59                | 1,48E-06           |
| 1      | Residuos  | 13                 | 20043,6942                |                    |
| 1      | Total     | 14                 |                           |                    |
| 2      | Regresión | 1                  | 1480493,99                | 1,17E-05           |
| 2      | Residuos  | 13                 | 31559,49                  |                    |
| 2      | Total     | 14                 |                           |                    |
| 3      | Regresión | 1                  | 2408963                   | 2,41E-07           |
| 3      | Residuos  | 13                 | 25348,37                  |                    |
| 3      | Total     | 14                 |                           |                    |

Anexo No. 2.

Precipitaciones históricas (1977-2007) vs precipitaciones ocurridas en el 2007.



Fuente: elaboración propia a partir de datos suministrados por la Dirección Nacional de Meteorología.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> URUGUAY. MDN. DNM. s.f. Estudios pluviométricos. Montevideo. s.p. (sin publicar).

Anexo No. 3.

HELADAS AGROMETEOROLOGICAS /  
METEOROLOGICAS  
AÑO 2007

| ESTACION | METEOROLOGICA | TOTAL | ENE | FEB | MAR | ABR | MAY | JUN  | JUL  | AGO | SET | OCT | NOV | DIC |
|----------|---------------|-------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Carrasco |               | 34/8  |     |     |     |     | 3/0 | 10/0 | 16/6 | 6/2 |     |     |     |     |

Fuente: URUGUAY. MDN. DNM<sup>1</sup>

Helada meteorológica: temperatura igual o menor a cero grado Celsius a abrigo meteorológico.

Helada agrometeorológica: temperatura igual o menor a cero grado Celsius en césped.

Anexo No. 4.

Análisis de germinación de semillas utilizadas.

| Especie             | 5 días | 11 días | 20 días | 25 días |            |              |          |
|---------------------|--------|---------|---------|---------|------------|--------------|----------|
| Festuca arundinacea | 0      | 17,5    | 47,5    | 62      |            |              |          |
| Bromus catharticus  | 54,5   | 89,5    | 92      | 92      |            |              |          |
| Dactylis glomerata  | 45,5   | 76      | 82      | 82      |            |              |          |
| Lolium multiflorum  | 56     | 66,5    | 68      | 68      |            |              |          |
|                     |        |         |         |         | % S. duras | % S. muertas | % Hongos |
| Trifolium pratense  | 72,5   | 75      | 75      | 8       | 8          | 11           | 6        |
| Lotus corniculatus  | 69     | 74      | 79      | 8       | 8          | 11           | 2        |
| Lotus pedunculatus  | 53,5   | 60,5    | 78      | 14      | 14         | 8            | 0        |
| Trifolium repens    | 88,5   | 90      | 90      | 7       | 7          | 3            | 0        |

Anexo No. 5

VARIABLES DASIOMÉTRICAS PARA LAS DOS FECHAS DE CENSOS EN EL ENSAYO, PROMEDIOS POR BLOQUE.

|                 | Bloque | Alt (m) | DAP(m) | DAP(m)2 | AB(m)  | Vol/árb | Vol/ha |
|-----------------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|
| 10/06/07        | 1      | 6,43    | 0,0729 | 0,0056  | 0,0044 | 0,0109  | 13,58  |
| 10/06/07        | 2      | 6,30    | 0,0718 | 0,0054  | 0,0042 | 0,0102  | 12,73  |
| 10/06/07        | 3      | 6,57    | 0,0743 | 0,0057  | 0,0045 | 0,0114  | 14,23  |
| <b>Promedio</b> |        |         |        |         |        |         | 13.51  |
| 22/04/08        | 1      | 8,64    | 0,0960 | 0,0096  | 0,0076 | 0,0252  | 31,45  |
| 22/04/08        | 2      | 8,29    | 0,0930 | 0,0090  | 0,0071 | 0,0227  | 28,42  |
| 22/04/08        | 3      | 8,90    | 0,0972 | 0,0098  | 0,0077 | 0,0261  | 32,65  |
| <b>Promedio</b> |        |         |        |         |        |         | 30.84  |