

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE TRES MEZCLAS  
FORRAJERAS BAJO UN DOSEL ARBÓREO DE *PINUS TAEDA*

por

Leandro BONINO FERNÁNDEZ

Emigdio da ROSA RODRÍGUEZ

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2016

Tesis aprobada por:

Director: \_\_\_\_\_

Ing. Agr. (MSc.) David Silveira

\_\_\_\_\_  
Ing. Agr. (Esp. MSc.) Ramiro Zanoniani

\_\_\_\_\_  
Prof. Ing. Agr. (PhD.) Pablo Boggiano

Fecha: 17 de febrero de 2017

Autores: \_\_\_\_\_

Leandro Bonino Fernández

\_\_\_\_\_  
Emigydio da Rosa Rodríguez

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se los dedicamos en primer lugar a toda nuestra familia que gracias a sus esfuerzos y apoyo incondicional nos permitió estudiar esta hermosa carrera.

A todas los docentes que de una u otra forma contribuyeron a culminar el presente trabajo aportando sus conocimientos para agilizar el desenlace.

Y queremos destacar la profesionalidad y compromiso que nos ha brindado la Lic. Sully Toledo en esta última etapa en donde su aporte ha sido fundamental para poder concluir el presente trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

	<b>Página</b>
PÁGINA DE APROBACIÓN .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES .....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	2
2.1. SISTEMAS AGROFORESTALES .....	2
2.2. FUNCIONES DE LA AGROFORESTERÍA .....	4
2.2.1. <u>Manejo y conservación del suelo</u> .....	4
2.2.2. <u>Manejo y conservación de la vegetación</u> .....	4
2.2.3. <u>De servicio ecológico y protección</u> .....	5
2.3. ATRIBUTOS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES ....	5
2.3.1. <u>modificación del microclima</u> .....	5
2.3.2. <u>Efectos en el suelo</u> .....	6
2.3.3. <u>Control de plagas y enfermedades</u> .....	6
2.3.4. <u>Desarrollo de la biodiversidad y diversificación de la                     producción</u> .....	6
2.3.5. <u>Eficiencia y uso de recursos del sistema</u> .....	6
2.4. SISTEMAS SILVOPASTORILES .....	7
2.4.1. <u>Servicios ambientales</u> .....	7
2.4.1.1. Efectos en el suelo .....	8
2.4.1.2. Recurso hídrico .....	9
2.4.1.3. Secuestro de carbono .....	10
2.4.1.4. Conservación de la biodiversidad .....	10
2.4.2. <u>Interacciones dentro del sistema silvopastoril</u> .....	11
2.4.2.1. <u>Influencia de la sombra en la morfología, calidad                     e IAF de la pastura.</u> .....	11
2.4.2.2. <u>Influencias del árbol sobre la productividad                     de la pastura.</u> .....	12
2.4.2.3. <u>Efectos de las acículas.</u> .....	14
2.4.2.4. <u>Microclima bajo el dosel</u> .....	15
2.4.2.5. <u>Efecto sobre los animales</u> .....	16
2.4.2.6. <u>Efecto del pisoteo de los animales en los SAF</u> .....	17
2.5. CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE FORESTAL...	18
2.5.1. <u><i>Pinus taeda</i></u> .....	18

2.5.1.1. Características específicas.....	18
2.6. CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE LAS ESPECIES FORRAJERAS.....	19
2.6.1. <u>Gramíneas</u> .....	19
2.6.1.1. Gramíneas perennes.....	20
2.6.1.2. <i>Dactylis glomerata</i> .....	20
2.6.1.3. <i>Festuca arundinacea</i> .....	21
2.6.1.4. <i>Lolium perenne</i> .....	22
2.6.2. <u>Leguminosas</u> .....	23
2.6.2.1. Género Lotus .....	23
2.6.2.2. Género Trifolium.....	25
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	27
3.1. LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL .....	27
3.2. CLIMA .....	27
3.3. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL. ....	27
3.3.1. <u>Topografía y área del ensayo</u> .....	27
3.3.2. <u>Unidad de suelo</u> .....	27
3.3.2.1. Suelo dominante. ....	28
3.3.3. <u>Caracterización de los primeros 20 cm de suelo del área de cada experimento.</u> .....	28
3.4. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO.....	29
3.4.1. <u>Componente forestal</u> .....	29
3.4.2. <u>Componente pasturas</u> .....	30
3.4.2.1. Especies forrajeras, siembra y manejos posteriores ..	30
3.4.2.2. Manejo pre plantación (barbecho) .....	31
3.4.2.3. Manejo pos plantación.....	31
3.4.3. <u>Componente animal</u> .....	32
3.5. CARACTERIZACIÓN DEL EXPERIMENTO .....	32
3.5.1. <u>Croquis y arreglo espacial del ensayo.</u> .....	32
3.6. MEDICIÓN Y ESTIMACIÓN DE LOS COMPONENTES DEL DISEÑO .....	33
3.6.1. <u>Medición de los árboles</u> .....	33
3.6.2. <u>Cuantificación de acículas</u> .....	33
3.6.3. <u>Medición de la pastura y dinámica poblacional</u> .....	33
3.6.4. <u>Variables estimadas</u> .....	35
3.6.4.1. Producción de forraje .....	35
3.6.4.2. Producción estacional .....	35
3.6.4.3. Composición botánica .....	36
3.6.4.4. Cobertura del suelo .....	36
3.6.4.5. Materia seca presente.....	36
3.6.4.6. Altura del forraje disponible y remanente .....	37

3.6.4.7. Materia seca desaparecida .....	37
3.6.4.8. Porcentaje de forraje desaparecido .....	37
3.6.4.9. Tasa de crecimiento promedio .....	37
3.7. HIPÓTESIS .....	37
3.7.1. <u>Hipótesis biológica</u> .....	37
3.7.2. <u>Hipótesis estadística</u> .....	38
3.8. DISEÑO EXPERIMENTAL .....	38
3.8.1. <u>Experimento 1 (DCA)</u> .....	38
3.8.2. <u>Experimento 2 (DBCA)</u> .....	39
3.8.3. <u>Análisis estadísticos</u> .....	39
3.8.3.1. Procedimiento estadístico .....	39
3.8.3.2. Intervalos de confianza .....	39
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	40
4.1. CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL PERÍODO EXPERIMENTAL.....	40
4.1.1. <u>Temperatura</u> .....	40
4.1.2. <u>Precipitaciones</u> .....	40
4.2. DEPOSICIÓN DE LAS ACÍCULAS SOBRE EL SUELO.....	42
4.3. DINÁMICA POBLACIONAL .....	43
4.3.1. <u>Experimento a cielo abierto</u> .....	43
4.3.2. <u>Experimento bajo dosel</u> .....	45
4.3.3. <u>Comparación entre experimentos</u> .....	47
4.4. PRODUCCIÓN TOTAL Y POR PASTOREOS. ....	47
4.4.1. <u>Producción total de materia seca a cielo abierto.</u> ....	47
4.4.2. <u>Producción total de materia seca bajo el dosel arbóreo</u> .....	49
4.4.3. <u>Comparación entre experimentos mediante intervalos de confianza (IC)</u> .....	50
4.4.4. <u>Producción de materia seca acumulada por pastoreo a cielo abierto.</u> ....	50
4.4.5. <u>Producción de materia seca acumulada por pastoreo bajo dosel</u> .....	52
4.4.6. <u>Comparación entre experimentos mediante intervalos de confianza (IC)</u> .....	54
4.5. PRODUCCIÓN ESTACIONAL.....	55
4.5.1. <u>Producción estacional de materia seca a cielo abierto.</u> ....	55
4.5.2. <u>Producción estacional de materia seca bajo el dosel arbóreo</u> .....	56
4.5.3. <u>Comparación entre experimentos mediante intervalos de confianza (IC)</u> .....	58
4.6. COBERTURA DEL SUELO .....	59

4.6.1. <u>Porcentaje de la cobertura del suelo en el forraje disponible a cielo abierto</u> .....	59
4.6.2. <u>Porcentaje de la cobertura del suelo en el forraje disponible bajo dosel</u> .....	61
4.6.3. <u>Comparación entre experimentos mediante intervalos de confianza (IC)</u> .....	65
4.6.4. <u>Porcentaje de cobertura en el rechazo pos pastoreo a cielo abierto</u> .....	67
4.6.5. <u>Porcentaje de cobertura en los rechazos pos pastoreo bajo dosel arbóreo</u> .....	71
4.6.6. <u>Comparación entre experimentos mediante intervalos de confianza (IC)</u> .....	75
4.7. <u>COMPOSICIÓN BOTÁNICA</u> .....	77
4.7.1. <u>Porcentajes de fracciones que componen el forraje disponible a cielo abierto según pastoreos</u> .....	77
4.7.2. <u>Proporciones de fracciones en disponible bajo dosel en los diferentes pastoreos</u> .....	81
4.7.3. <u>Comparación entre experimentos mediante intervalos de confianza (IC)</u> .....	84
4.7.4. <u>Proporciones de fracciones en rechazo a cielo abierto en los diferentes pastoreos</u> .....	85
4.7.5. <u>Proporciones de fracciones en rechazo bajo dosel en los diferentes pastoreos</u> .....	88
4.7.6. <u>Comparación entre experimentos mediante intervalos de confianza (IC)</u> .....	90
4.8. <u>CONSIDERACIONES FINALES</u> .....	92
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	94
6. <u>RESUMEN</u> .....	95
7. <u>SUMMARY</u> .....	96
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	97
9. <u>ANEXOS</u> .....	104

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Valores promedios de la biomasa forrajera y de las variables de estado de un rodal de <i>Pinus taeda</i> entre los 5 y 10 años de edad en un sistema silvopastoril en el NE de Corrientes, Argentina.....	14
2. Análisis de suelo experimento 1: a cielo abierto .....	29
3. Análisis de suelo experimento 2: bajo dosel arbóreo.....	29
4. Variables dasométricas del rodal forestal ubicado en el área experimental.....	30
5. Cultivares y densidades de siembra .....	31
6. Materia seca (Kg de MS. ha <sup>-1</sup> ) de acículas precipitadas o depositadas sobre la superficie del suelo .....	42
7. Número de macollas por metro lineal para cada fecha de muestreo...	45
8. Producción de materia seca de las tres mezclas sembradas a cielo abierto (Kg. ha <sup>-1</sup> ).....	48
9. Producción de materia seca de las tres mezclas sembradas bajo dosel arbóreo (Kg. ha <sup>-1</sup> ) .....	49
10. Producción de materia seca (Kg. ha <sup>-1</sup> ) registrada entre el segundo y tercer pastoreo .....	52
11. Producción de materia seca (Kg. ha <sup>-1</sup> ) registrada entre el tercer y cuarto pastoreo .....	53
12. Producción estacional y acumulada para otoño, invierno, primavera .....	55
13. Producción estacional acumulada de O-I-P y para las estaciones de verano, otoño e invierno según tratamiento, en el experimento bajo el dosel arbóreo .....	56
14. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el primer pastoreo por tratamiento .....	62
15. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el segundo pastoreo por tratamiento .....	62



16. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el cuarto pastoreo por tratamiento .....	64
17. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el quinto pastoreo por tratamiento .....	64
18. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el segundo pastoreo para cada tratamiento .....	70
19. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el quinto pastoreo para cada tratamiento .....	70
20. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el primer pastoreo para cada tratamiento .....	71
21. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el segundo pastoreo para cada tratamiento .....	72
22. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el tercer pastoreo por tratamiento .....	72
23. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el cuarto pastoreo por tratamiento .....	74
24. Porcentaje de las fracciones que componen las mezclas forrajeras obtenidas en el primer pastoreo.....	78
25. Porcentaje de las fracciones que componen las mezclas forrajeras obtenidas en el quinto pastoreo.....	84
26. Porcentaje de las fracciones que componen las mezclas forrajeras obtenidas en el remanente del tercer pastoreo a cielo abierto.....	88
27. Porcentaje de las fracciones que componen las mezclas forrajeras obtenidas en el remanente del primer pastoreo bajo el dosel arbóreo .....	89
28. Porcentaje de las fracciones que componen las mezclas forrajeras obtenidas en el remanente del cuarto pastoreo bajo el dosel arbóreo .....	89
29. Porcentaje de las fracciones que componen las mezclas forrajeras obtenidas en el remanente del quinto pastoreo bajo el dosel arbóreo .....	90

### **Figura No.**

1. Diferentes modelos de sistemas agroforestales.....	3
2. Captura de recursos por parte de árboles y cultivos, donde se muestran las interacciones competitivas, complementarios y neutros.....	7
3. Croquis del experimento a cielo abierto .....	32
4. Croquis del experimento bajo dosel arbóreo .....	33
5. Escalas de referencia marcadas en el área a medir .....	34
6. Muestras prontas para pesar.....	34
7. Medición de dinámica poblacional en una transecta .....	35

### **Gráfico No.**

1. Temperatura máxima, mínima, y promedio histórico nacional y para el período experimental.....	40
2. Precipitaciones mensuales registradas durante el período experimental y para la serie histórica 1971 - 2000 .....	41
3. Precipitación y ETP durante período experimental .....	41
4. Número de macollas por metro lineal para los tratamientos en el período experimental.....	43
5. Producción de materia seca (Kg. ha <sup>-1</sup> ) al primer pastoreo y lo producido entre pastoreos sucesivos .....	51
6. Producción de materia seca (Kg. ha <sup>-1</sup> ) .....	54
7. Porcentaje de fracciones para la mezcla (tratamiento) que tiene como gramínea acompañante a <i>L. perenne</i> a través de los cinco pastoreos .....	59
8. Porcentaje de fracciones para la mezcla que tiene como gramínea acompañante a <i>D. glomerata</i> en los cinco pastoreos .....	60
9. Porcentaje de fracciones para la mezcla forrajera que tiene como gramínea acompañante a <i>F. arundinacea</i> a través de los cinco pastoreos. ....	61

10. Porcentaje de fracciones de la cobertura del suelo por tratamiento en el tercer pastoreo. ....	63
11. Porcentaje de fracciones para la mezcla forrajera (tratamiento) que tiene como gramínea acompañante a <i>L. perenne</i> , para el primer, tercer y cuarto pastoreo .....	68
12. Porcentaje de fracciones para la mezcla forrajera (tratamiento) que tiene como gramínea acompañante <i>D. glomerata</i> , para el primer, tercer y cuarto pastoreo .....	68
13. Porcentaje de fracciones para la mezcla forrajera (tratamiento) que tiene como gramínea acompañante a <i>F. arundinacea</i> , para el primer, tercer y cuarto pastoreo .....	69
14. Porcentaje de fracciones para las tres mezclas forrajeras (tratamientos) evaluadas en el quinto pastoreo .....	75
15. Porcentaje de fracciones para la mezcla compuesta por <i>L. perenne</i> , <i>Trifolium repens</i> y <i>Lotus corniculatus</i> .....	79
16. Porcentaje de fracciones para la mezcla compuesta por <i>D. glomerata</i> , <i>Trifolium repens</i> , <i>Lotus corniculatus</i> .....	79
17. Porcentaje de fracciones para la mezcla compuesta por <i>F. arundinacea</i> , <i>Trifolium repens</i> y <i>Lotus corniculatus</i> .....	80
18. Porcentaje de fracciones para la mezcla compuesta por <i>L. perenne</i> , <i>Trifolium repens</i> y <i>Lotus corniculatus</i> .....	81
19. Porcentaje de fracciones para la mezcla compuesta por <i>D. glomerata</i> , <i>Trifolium repens</i> y <i>Lotus corniculatus</i> .....	82
20. Porcentaje de fracciones para la mezcla compuesta por <i>F. arundinacea</i> , <i>Trifolium repens</i> y <i>Lotus corniculatus</i> .....	82
21. Porcentaje de fracciones para el tratamiento compuesto por la mezcla integrada <i>Lolium perenne</i> como gramínea y las leguminosas <i>Lotus corniculatus</i> y <i>Trifolium repens</i> .....	86
22. Porcentaje de fracciones para el tratamiento compuesto por la mezcla integrada por <i>Festuca arundinacea</i> como gramínea y las leguminosas <i>Lotus corniculatus</i> y <i>Trifolium repens</i> .....	87

23. Porcentaje de fracciones para el tratamiento compuesto por la mezcla integrada por <i>Dactylis glomerata</i> como gramínea y las leguminosas <i>Lotus corniculatus</i> y <i>Trifolium repens</i> . .....	87
--	----

## 1 INTRODUCCIÓN

Desde tiempos de la colonización nuestro país fue avanzando y creciendo sobre una firme tradición de explotación ganadera a lo largo de su territorio. Esta tradición hace que el silvopastoreo sea una actividad en la cual existe escasa información y experiencia.

El Uruguay de hoy continúa promoviendo un cambio productivo que comenzó ya hace varias décadas con la creación de la Ley Forestal 15.939, que promovió la forestación a través de créditos y beneficios fiscales. Esto estimuló la plantación bajo las normas existentes expandiéndose paulatinamente hasta llegar hoy casi al millón de hectáreas forestadas (MGAP. DGF y FAO, 2010).

La producción ganadera se puede integrar a un sistema de producción forestal en donde las conjunciones de estas dos actividades productivas resultan en un sistema silvopastoril, el cual tiene la ventaja de integrar ambas producciones en la misma área, esto permite obtener dos o más rentas y a su vez diversificar la explotación de los recursos del predio.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar la productividad de tres mezclas forrajeras sembradas bajo un dosel de *Pinus taeda* y compararlas a la producción registrada a cielo abierto durante la estación de primavera, verano y otoño.

## 2 REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SISTEMAS AGROFORESTALES

La agroforestería se refiere a sistemas y tecnologías de uso del suelo en los cuales las especies leñosas perennes (árboles, arbustos, palmas, etc.) se utilizan en el mismo sistema de manejo que cultivos agrícolas y/o producción animal, en alguna forma de arreglo espacial o secuencia temporal (Nair, citado por Burley y Speedy, 1999).

En los sistemas agroforestales existen interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes. El propósito es lograr un sinergismo entre los componentes el cual conduce a mejoras netas en una o varias características, tales como productividad y sostenibilidad, así como también diversos beneficios ambientales y no-comerciales (Nair, citado por Burley y Speedy, 1999).

Los sistemas agroforestales (SAF) se clasifican según su estructura en el espacio, su diseño a través del tiempo, la importancia relativa, la función de los diferentes componentes, los objetivos de la producción, las características sociales y económica prevalentes (Gutiérrez et al., 1996).

Nair (1985), sugiere una clasificación donde se consideran los aspectos estructurales y funcionales para agruparlos en las siguientes categorías: los sistemas silvopastoriles (árboles asociados con ganadería), los sistemas agrosilvoculturales (árboles combinados con cultivos), sistemas agropastoriles (cultivos combinados con ganadería) y sistemas agrosilvopastoriles (árboles con cultivos y ganadería).

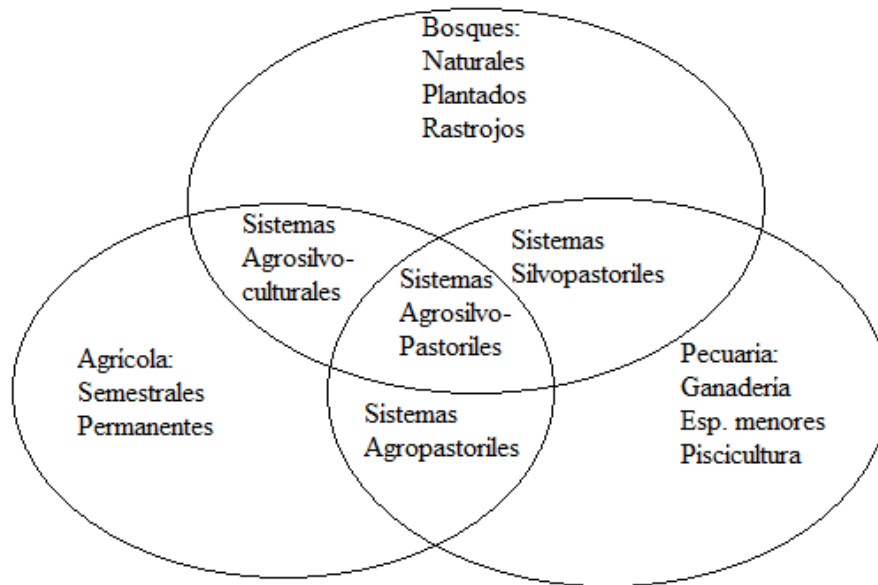


Figura No. 1. Diferentes modelos de sistemas agroforestales

Fuente: Gutiérrez et al. (1996).

Estas categorías se subdividen de acuerdo a criterios de arreglo espacial (sistemas densos, mixtos, sistemas en franjas, etc.), de arreglo temporal (sistemas secuenciales, coincidentes, interpolados, etc.), funciones de los componentes (leña, forraje, cercas vivas, conservación de suelos, etc.), zonas agroecológicas donde se practican, aspectos socioeconómicos (sistemas para altos o bajos insumos, etc.); de esta manera, la descripción del sistema es dinámica y no solamente descriptiva (Gutiérrez et al., 1996). La implementación de los SAF debe basarse sobre el conocimiento tanto del sitio como de las especies a implantarse, para ello es necesaria la obtención de registros objetivos que contribuyan a una efectiva integración de rubros en un mismo espacio. En este sentido, se destaca la importancia de la identificación de las principales variables que afectan las interacciones entre los diferentes estratos, así como su correcta cuantificación. Desde el punto de vista ecofisiológico, los tres principales elementos en cada sitio que condicionan la adaptación de cada especie vegetal son: la radiación solar recibida, la disponibilidad de agua y el contenido de nutrientes en el suelo (Olmos et al., 2011).

El objetivo de la mayoría de los sistemas agroforestales es optimizar los efectos benéficos de las interacciones de los componentes boscosos con el componente animal o cultivo para obtener un patrón productivo que se compara con lo que generalmente se obtiene de los mismos recursos disponibles en el monocultivo, dadas las condiciones económicas, ecológicas, sociales predominantes (Nair, 1982).

Los atributos deseables de los SAF según Jiménez et al. (2001) son

- Productividad. El sistema produce bienes, mercancías y servicios requeridos por los productores.

- Sostenibilidad. El sistema mantiene o aumenta su productividad en el tiempo: producir conservando y conservar produciendo.

- Adaptabilidad. El sistema es aceptado por el agricultor, aún con las limitaciones económicas y biofísicas impuestas por el medio.

Las prácticas agroforestales sirven para muchos propósitos y suministran muchos productos a una amplia variedad de usuarios de la tierra. La Agroforestería es una ciencia práctica pero compleja. Puede ser aplicada en parcelas pequeñas, en espacios amplios de tierra o en sistemas completos de uso de la tierra (Mendieta y Rocha, 2007).

## 2.2 FUNCIONES DE LA AGROFORESTERÍA

Pueden resumirse de la siguiente manera según Jiménez et al. (2001).

### 2.2.1 Manejo y conservación del suelo

- Incremento de la materia orgánica a través de la caída de hojarasca, descomposición de raíces y biomasa de poda de árboles y residuos de cosecha.

- El sombreado afecta la descomposición y mineralización de la materia orgánica.

- Transformación de formas inorgánicas de fósforo poco disponibles a formas disponibles para las plantas.

- Redistribución de los cationes potasio, magnesio y calcio en el perfil del suelo.

- Mejoramiento de la agregación/porosidad del suelo (incluye canales de raíces).

- Reducción de la erosión del suelo y de la pérdida de nutrientes.

### 2.2.2 Manejo y conservación de la vegetación

- Reducción de presión sobre los bosques mediante fuentes alternativas para madera, leña, alimentos, etc.

- Condiciones favorables (microclima, suelo, cobertura, etc.) para otras especies vegetales.

- Hábitat y alimento para animales diseminadores y polinizadores (aves, insectos, etc.).



- La sombra en SAF reduce el crecimiento de malezas agresivas que pueden competir con el cultivo.

- Fuente de diversidad genética, fundamental para la producción agrícola futura.

- Combate la desertificación y así se promociona la conservación de los recursos vegetales.

- Mantenimiento del C en los ecosistemas terrestres por prevención de mayor deforestación y por la acumulación de biomasa en tierras deforestadas con SAF.

- Paisajes más naturales, armoniosos y agradables que inspiran la arborización y la conservación de la cobertura vegetal.

- Intercepción y redistribución de la lluvia puede evitar el arrastre de semillas y favorecer la regeneración natural de las especies.

### 2.2.3 De servicio ecológico y protección

- Conservación del agua, el suelo y su fertilidad.

- Mejoramiento del microclima para plantas, animales y el hombre (modificación de la incidencia de la radiación solar, la temperatura, la humedad del aire y del suelo, y el viento).

- Protección de cultivos, animales y humanos (rompevientos, fajas protectoras, estabilización de taludes, etc.).

- Control de malezas a través de sombreado y cobertura.

- Servicios ambientales y ecológicos: regulación térmica e hidrológica, fijación de carbono y nitrógeno, provisión de oxígeno, limpieza de atmósferas contaminadas, conservación de la biodiversidad (especies nativas, aves migratorias, hábitat, etc.), paisajismo, recreación, ecoturismo.

## 2.3 ATRIBUTOS DE LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

Según Gutiérrez et al. (1996) el desarrollo de los sistemas agroforestales presenta los siguientes atributos:

### 2.3.1 modificación del microclima

El aumento en la cobertura arbórea, bajo diferentes arreglos, genera beneficios ambientales que contribuyen a recuperar las características y capacidad productiva de los ecosistemas originales y disminuyen los efectos deletéreos del clima sobre el comportamiento animal y rendimiento de los cultivos a través de la creación de microclimas en las áreas de influencia de la cobertura arbórea. La reducción en la

velocidad del viento, por efecto de las barreras vivas, disminuye hasta en 20 % la tasa de evapotranspiración en el suelo y la cobertura vegetal, mitigando los efectos del estrés de sequía en los cultivos. La zona de protección de las barreras vivas cubre una distancia hasta de 30 veces, la altura del dosel. La disminución en la tasa de evaporación, permite reducir el efecto del estrés de sequía, en las praderas durante el período seco (Gutiérrez et al., 1996).

### 2.3.2 Efectos en el suelo

Como evidencia científica disponible está la adición de materia orgánica por la producción de biomasa, el aumento del contenido de N por la fijación biológica, la reducción de la pérdida del suelo y de nutrientes por la protección que confieren los árboles contra la erosión hídrica y eólica, la liberación por medio del manejo de los nutrientes en el momento requerido por los cultivos, la mejora de las propiedades físicas como retención de agua y drenaje. Las especies arbóreas y arbustivas, presentan un sistema radicular mucho más profundo, que las gramíneas, lo cual les permite captar agua y nutrientes en perfiles del suelo más profundos, mejorando de esta manera la tolerancia de estas plantas al estrés por sequía (Gutiérrez et al., 1996).

### 2.3.3 Control de plagas y enfermedades

La incorporación de árboles en los cultivos, aumenta la diversidad faunística, fomentando los depredadores, especialmente insectos y aves que atacan a las plagas, haciendo el ecosistema menos susceptible a éstas, en comparación con los monocultivos (Gutiérrez et al., 1996).

### 2.3.4 Desarrollo de la biodiversidad y diversificación de la producción

Los sistemas agroforestales favorecen la presencia de diferentes especies animales y vegetales por unidad de área, e incrementa la oferta de productos para el mercado y autoconsumo como ser, frutos, madera, leña, entre otros, posibilitando una diversificación de ingresos a los productores (Gutiérrez et al., 1996).

### 2.3.5 Eficiencia y uso de recursos del sistema

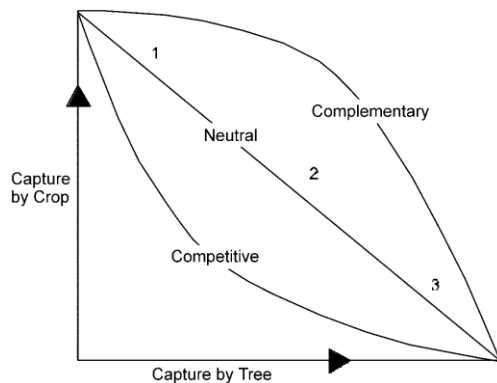
Ong y Leakey (1999) presentan una estructura de categoría en la cual se dividen los sistemas Agroforestales de acuerdo a sus interacciones: neutro, complementario, competitivo.

Neutro: los árboles y cultivos se aprovechan de la misma fuente de recursos, de manera que el aumento de la captura de una especie resulta en una disminución proporcional de la captura por parte de las especies asociadas (figura No. 2).

Complementario: si los árboles fueran capaces de aprovechar los recursos no disponibles para los cultivos entonces la captura total se incrementaría como se muestra por la curva convexa (figura No. 2).

Competitivo: interacciones negativas entre las especies asociadas podrían resultar en la grave reducción de la capacidad de una o ambas especies para capturar recursos de crecimiento (curva cóncava, figura No. 2).

Es importante resaltar que la categorización antes propuesta no es arbitraria, sino que varía en función de la edad, el tamaño, y la población de la especie dominante, así como la oferta y la accesibilidad de los recursos de crecimiento limitantes.



1. Parkland y la sabana (fase tardía agroecosistema), 2. plantación límite, 3. el cultivo en franjas (etapa temprana agroecosistema).

Figura No. 2. Captura de recursos por parte de árboles y cultivos, donde se muestran las interacciones competitivas, complementarios y neutros

Fuente: Ong y Leakey (1999).

## 2.4 SISTEMAS SILVOPASTORILES

Un sistema silvopastoril (SSP) 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 y Ibrahim, 1998).

A su vez Clason y Sharrow (2000) definen a los SSP como un tipo de agroforestería que intencionalmente combina árboles, cultivos forrajeros y la producción ganadera en un sistema estructural de interacciones planificadas. Estos son manejados intensivamente para producir productos de madera, al mismo tiempo de alta calidad de forraje y ganado sobre una base ecológicamente sostenible.

### 2.4.1 Servicios ambientales

Los SSP ofrecen una amplia gama de servicios ambientales entre los cuales se incluye la conservación de suelos, regulación hídrica, la conservación de la

biodiversidad, el secuestro de carbono y la belleza del paisaje (Alavalapati et al., citados por Ibrahim et al., 2006).

#### 2.4.1.1 Efectos en el suelo

La función de los árboles en el control de la conservación y erosión del suelo es una de las razones más ampliamente proclamada y exigida para incluir a los árboles en las tierras cultivadas que tienen tendencia al riesgo de la erosión. Los efectos benéficos de los árboles, no se limitan únicamente a la protección del área cultivada, sino también a estabilizar el ecosistema y reducir la tasa de sedimentación de los ecosistemas acuáticos, presas y reservorios (Mendieta y Rocha, 2007).

La mejora y/o conservación del suelo está vinculada al crecimiento de árboles que fijen nitrógeno o árboles y arbustos de raíces profundas que aumenten la disponibilidad de nitrógeno por medio de la fijación biológica (Rao et al., citados por Beer et al., 2003). La fijación de nitrógeno caracteriza a la mayoría de las leguminosas (90% de las mimosáceas y fabáceas, y 34% de las cesalpináceas). Al menos el 90 % de éstas tienen su centro de origen en los trópicos. Géneros seleccionados en otras 9 familias vegetales, también fijan nitrógeno: *Betulaceae*, *Casuarinaceae*, *Coriariaceae*, *Cycadaceae*, *Elaeagnaceae*, *Myricaceae*, *Rhamnaceae*, *Rosaceae* y *Ulmaceae*. Las leguminosas poseen nódulos infestados con *Rhizobium*, mientras que las otras 9 familias involucran actinomicetos del género *Frankia* (Mendieta y Rocha, 2007).

El reciclado de nutrientes efectuado por la planta desde la profundidad ayuda a mantener las existencias de estos reduciendo las pérdidas por filtración o tomando nutrientes de las capas profundas (Beer et al., 2003). Lo anterior es producto de la densidad aumentada de raíces, así como también la mayor extensión vertical de las mismas, resultando en la formación de materia orgánica para el suelo (Rao et al., citados por Beer et al., 2003).

El mejoramiento en los rangos de materia orgánica en el suelo puede dar como resultado un aumento en la actividad de microorganismos favorables en las zonas radiculares. Además de las relaciones nutricionales mencionadas anteriormente, tales microorganismos también pueden producir sustancias estimuladoras del crecimiento a través de las interacciones deseables y causar efectos comensalísticos (comensalismo: interacciones entre los organismos en las que uno de ellos se beneficia y el otro, ni se beneficia, ni se perjudica), en el crecimiento de las especies vegetales (Mendieta y Rocha, 2007).

Ovalle y Avedaño (1984) observaron un incremento en el orden de 2,5 unidades porcentuales en el contenido de materia orgánica, en los primeros 5 cm del suelo, al comparar recubrimientos del 30 % y 50 % bajo un dosel de *Acacia caven*. La misma tendencia se constató al comparar los suelos bajo el dosel y fuera de este, en cada tratamiento. Los autores no encontraron relación entre el pH del suelo, y el que se

encontraba bajo el monte, los valores oscilaron entre 5,5 y 5,2, indistintamente de los tratamientos. Al igual que la materia orgánica, el contenido de nitrógeno aumentó bajo los árboles en ambos tratamientos, en este caso el aumento se dió en los primeros 20 cm de suelo.

En suelos pertenecientes a la Unidad Rivera, Cabrera y Cal (2007) encontraron que para un suelo forestado con *Pinus taeda* de 18 años existió una disminución en el pH del suelo comparado con el mismo suelo bajo uso pastoril, en relación a la acidéz intercambiable los resultados muestran un aumento significativo del aluminio en el horizonte A (53%) y en el horizonte Bt (54%) para la misma comparación de suelos. La densidad aparente del suelo no se ve afectada, al pasar de campo natural a forestación con *Pinus taeda*.

#### 2.4.1.2 Recurso hídrico

Silveira et al. (2006) en un estudio de los efectos de las plantaciones forestales sobre el recurso agua en Uruguay concluyen que en la cuenca forestada los escurrimientos anuales tienden a disminuir entre un 22 y 31 % dependiendo de la precipitación anual, pero si miramos a nivel estacional la diferencia es más marcada llegando a una disminución de 33 a 40 % para la temporada primavera-estival (octubre a marzo), por el contrario para los meses de otoño e invierno los porcentajes de reducción oscilan de 13 a 20 %. Se determinó que la plantación forestal produce una reducción del 77,8 % para caudales pico y del 66,6 % para escurrimientos específicos en comparación con el tapiz herbáceo para uso ganadero.

Resultados obtenidos por Nepstad et al., citados por Ibrahim et al. (2006) en un estudio realizado en Brasil, durante una temporada de seca severa la disponibilidad de agua a una profundidad de 2 - 8 m disminuyó de 380 mm en el bosque a 310 mm en la pastura degradada. La disminución en la disponibilidad de agua en el suelo de la pastura degradada significa que el ecosistema almacena menos agua respecto al bosque y existe menor filtración a los acuíferos o escorrentía sub-superficial a los arroyos en la época lluviosa. Al final de la época seca el bosque puede almacenar adicionalmente 770 mm de agua en los primeros 8 m del suelo comparados con los 400 mm en la pastura. Esto significa que en el paisaje con dominancia de pasturas la escasez de agua puede convertirse en un punto crítico especialmente en regiones áridas o semiáridas.

Los SAF pueden reducir la contaminación del agua de suelo por los nitratos y otras sustancias perjudiciales al medio y a la salud humana. Como resultado del menor escurrimiento y filtración de las micro cuencas hidrográficas con cubierta forestal o SAF que cubren un alto porcentaje de la superficie del suelo, producen agua de alta calidad (Stadtmüller, citado por Beer et al., 2003).

#### 2.4.1.3 Secuestro de carbono

Los SSP juegan un papel importante en el secuestro de carbono en los suelos y en la biomasa leñosa. Dichos sistemas bien manejados pueden mejorar la productividad mientras secuestran carbono, además del beneficio económico que representa para los productores. El carbono total en los SSP varía entre 68 – 204 t. ha<sup>-1</sup>, mucho de éste almacenado en el suelo, mientras que los incrementos anuales varían entre 1,8 a 5,2 t. ha<sup>-1</sup> (Beer et al., 2003).

A su vez Sharrow et al., citados por Olmos et al. (2011), reportaron luego de 11 años de evaluación una acumulación de carbono de 740 Kg. ha<sup>-1</sup>. año<sup>-1</sup> para sistemas agroforestales y 520 Kg. ha<sup>-1</sup>. año<sup>-1</sup> para plantaciones forestales y pasturas.

#### 2.4.1.4 Conservación de la biodiversidad

Los SAF también pueden desempeñar una función importante en la conservación de la diversidad biológica dentro de los paisajes deforestados y fragmentados suministrando hábitats y recursos para las especies de animales y plantas, manteniendo la conexión del paisaje (y, de tal modo, facilitando el movimiento de animales, semillas y polen), haciendo las condiciones de vida del paisaje menos duras para los habitantes del bosque, reduciendo la frecuencia e intensidad de los incendios, potencialmente disminuyendo los efectos colindantes sobre los fragmentos restantes y aportando zonas de amortiguación a las zonas protegidas (Schroth et al., citados por Beer et al., 2003).

Cuanto más diverso es el SAF, más baja es su intensidad de ordenación y más cercano se encuentra al hábitat intacto y mayor su habilidad para conservar las especies nativas de plantas y animales. Ciertos SAF que imitan estrechamente los ecosistemas naturales (por ejemplo, jardines de hogares, así como también SAF de café y cacao rústicos) provee una variedad de nichos y recursos que toleran una alta diversidad de plantas y animales, aunque usualmente menos que la de un bosque intacto. Sin embargo, aun los SAF con bajas densidades de árboles y baja diversidad de especies pueden ayudar a mantener la conexión biótica (Mendieta y Rocha, 2007).

La presencia de elementos como parques de bosques, cercas vivas y árboles dispersos en potreros en los paisajes ganaderos, pueden servir como hábitat, sitios de alimentación y como corredores biológicos para especies de plantas y animales. Varios estudios han evaluado el papel de los árboles en los SSP para la conservación de especies de fauna y flora, mantenimiento de las poblaciones de especies y procesos ecológicos en los paisajes agropecuarios. La influencia va a depender de la estructura, composición, manejo y arreglo espacial que se encuentran en el paisaje agropecuario (Ibrahim et al., 2006).

## 2.4.2 Interacciones dentro del sistema silvopastoril

### 2.4.2.1 Influencia de la sombra en la morfología, calidad e IAF de la pastura

Una de las desventajas frecuentemente asociadas a la combinación de árboles con pasturas es que las copas de los primeros interfieren en el paso de la radiación lumínica hacia el estrato herbáceo, lo cual redundaría 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.

Muchas especies de pasturas a la sombra se modifican a través del aumento de longitud de las hojas y el área foliar específica para incrementar la adquisición de la luz, mientras que al mismo tiempo disminuyen la producción de tallos y/o de propagación vegetativa, poniendo en peligro la persistencia de la pastura (Mónaco y Briske, citados por Belesky, 2005).

Es probable que para *Dactylis glomerata* el área foliar de las láminas de las hojas sombreadas se mantienen o aumentan para maximizar la intercepción de la luz a expensas del espesor de la hoja, lo que resulta en hojas más largas, más estrechas, y más delgadas que cuando se cultivan en condiciones de luz solar completa (Peri et al., 2007).

El índice de área foliar depende de la tasa de aparición de la hoja, del crecimiento, la muerte de tallos y hojas individuales y de los cambios morfológicos, además se ha informado que depende de la condición de temperatura, irradiación, agua y calidad de la luz. Un cambio en la cantidad de luz y de la calidad (sobre todo la disminución de la relación rojo - rojo lejano) bajo los árboles puede modificar el índice de área foliar (IAF) porque la elongación del tallo se puede promover y el macollaje y la ramificación se ven inhibidos (Garnier y Roy, citados por Peri et al., 2007).

Los cambios en la relación rojo – rojo lejano son percibidos por las plantas del sotobosque a través del fitocromo que puede cambiar los caracteres morfogenéticos de las plantas (Smith, citado por Peri et al., 2007).

Según Olmos et al. (2011) desde el punto de vista de la calidad de la pastura se registró una leve tendencia a un mayor contenido de proteína en las pasturas mejoradas sembradas bajo los árboles; siendo los valores de 11,9 %, 12,5 % y 13,1 % para la pastura abierta, con menor densidad y mayor densidad de árboles respectivamente.

Dale y Causton, citados por Cruz (1997), reportaron una mayor acumulación de N en las plantas que crecen bajo sombra y llegaron a la conclusión de que esto fue debido a la mayor absorción de nitrógeno (N), que supera los requisitos metabólicos y había un desequilibrio entre la asimilación de carbono (C).

Cuando la sombra ha tenido efectos beneficiosos sobre el crecimiento de la pastura y la concentración de N, se ha sugerido que la mejora de la disponibilidad de N

del suelo es una consecuencia de una más alta tasa de mineralización debido a la temperatura ventajosa y regímenes de humedad en el suelo (Wilson y Wild, citados por Cruz, 1997).

De hecho, hay una interacción entre la luz y la disponibilidad de N en la distribución de la biomasa de las pasturas (Gastal y Saugier, citados por Cruz, 1997). Estos autores han demostrado claramente que, en el caso de *Festuca arundinacea*, la alta irradiación aumenta el porcentaje de materia seca radical, mientras que baja irradiación la disminuye. Además, han atestado que el efecto del estrés por falta de N en el crecimiento diferencial de brotes y raíces depende de la cantidad de C suministrada por la planta. Además, Olf, citado por Cruz (1997) demostró que la asignación de materia seca de las hojas y raíces fue influenciada principalmente por el nivel de irradiación mientras que los nutrientes tuvieron un efecto más pequeño.

Belesky (2006), concluyó que el contenido de carbohidratos no estructurales en la base de la vaina varía en función del grado de disminución de la luz, pero esto no es así cuando se evalúa el contenido en las hojas, no obteniéndose diferencias significativas. Para el caso del contenido de N expresado como contenido de proteína cruda este fue menor para las plantas ubicadas a cielo abierto y mayor para las ubicadas bajo el dosel de árboles. Determinaron que el rendimiento de *Dactylis glomerata* y su valor nutritivo eran aceptables cuando no presentó una disminución mayor a 45-50 % de atenuación de luz en relación al tratamiento de cielo abierto.

En un estudio realizado por Burner y Belesky, citados por Kirchner et al. (2010) con *Dactylis glomerata* cultivado en un sistema silvopastoril, concluyeron que en ambientes sombreados ocurre un incremento de la proteína bruta de 27 a 33 %; 1 % a 25% de la digestibilidad; el rendimiento de la producción de materia seca disminuyó entre 28 a 34 % y hubo reducción entre 27 a 34 % de carbohidratos no estructurales. Según Ribasky, citado por Kirchner et al. (2010), la reducción de la fotosíntesis en los ambientes sombreados causa una mayor eficiencia de conversión de energía solar en energía química.

Kallenbach (2006) en un ensayo donde se sembró raigrás anual (*Lolium multiflorum*) y centeno (*Secale cereale*) bajo un dosel de 6 a 7 años de edad de *Pinus taeda* y *Juglans nigra* evidenció que la calidad del forraje bajo el dosel de los árboles tenía menor o igual FDA y FDN y contenido de proteína mayor o igual que el forraje del testigo (cielo abierto).

#### 2.4.2.2 Influencias del árbol sobre la productividad de la pastura

Según Belesky (2005) fechas de siembra temprana para *Dactylis glomerata* en la primavera en comparación con tardías en el verano debajo del dosel de *Quercus* spp, obtuvieron diferencias en el peso (expresado como % MS) y número de tallos, en siembras tempranas de primavera se encontró un mayor número de tallos con bajo peso.



Por el contrario, en siembras tardías se encontró menor número de tallos, pero de mayor peso. A su vez el mismo autor encontró como constante que independientemente de que la siembra se realizara en distintos sitios (al aire libre, bajo los árboles, y al borde de los árboles) siempre el peso de los tallos fue menor para siembras tempranas que para tardías.

Kallenbach (2006), usando *Lolium multiflorum* y *Secale cereale* obtuvieron que la producción de forraje acumulada en el tratamiento bajo el dosel de *Pinus Taeda* y *Juglans nigra* se redujo aproximadamente un 20 % en comparación con el tratamiento realizado a cielo abierto.

Peri et al. (2007) encontraron que la reducción en la cantidad de luz disponible para la pastura del sotobosque de *Pinus radiata* cambia con los días nublados y las diferencias en el ángulo de elevación solar a lo largo de las estaciones. Como consecuencia, la tasa de crecimiento de *Dactylis glomerata* disminuyó un 13 % en el tratamiento a la sombra del listón (estructura tipo parilla de una cama, en este caso obviamente pasa más PAR) al aire libre, un 22 % a la sombra del árbol y un 48 % (todos los valores expresados como porcentaje de MS) debajo de los árboles + listones en comparación con las pasturas ubicadas a cielo abierto.

Fassola (2006) en un estudio del comportamiento de *Axonopus compressus* bajo un dosel de *Pinus taeda* L observó que la acumulación anual promedio de biomasa aérea tendió a hacerse máxima con un 40 % de sombra con valores cercanos a las 3 t MS. ha<sup>-1</sup>. año<sup>-1</sup>, aunque manteniéndose en niveles similares con valores de sombra entre el 30 % y el 50 %; pero con niveles de 70 % de sombra la acumulación se aproximó a las 2 t de MS. ha<sup>-1</sup>. año<sup>-1</sup>.

Kirchner et al. (2010) obtuvieron una producción media de seis especies de gramíneas invernales de 6.095 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en el tratamiento a cielo abierto, en tanto que en el espaciamiento de 15x3 m (30 % de restricción de radiación) fue de 2.595 Kg MS. ha<sup>-1</sup> y el de 9x3 m (60 % de restricción de radiación) fue de 1.150 Kg MS. ha<sup>-1</sup>. Estos resultados confirman el efecto negativo en la restricción de la irradiancia, a pesar de las mejores condiciones de temperatura, humedad, vientos y otros indicadores que se dan bajo el dosel de los árboles.

Peri et al., citados por Kirchner et al. (2010) concluyen que la producción de forraje de *Dactylis glomerata* en condiciones de 100 % y 24 % de disponibilidad de radiación fotosintéticamente activa (RFA) diaria en una plantación de *Pinus radiata* con 10 años fue significativamente afectada por la restricción lumínica. Dichos autores observaron producciones de 8.200 Kg de MS. ha<sup>-1</sup> a cielo abierto y de 3.800 Kg de MS. ha<sup>-1</sup> bajo sombreado que corresponde a 46 % de rendimiento obtenido en cielo abierto. Las consecuencias de restricción en la irradiación en las plantas difieren entre especies.

Fassola et al. (2005) con el fin de evaluar la producción de biomasa forrajera de *Axonopus jesuiticus* bajo dosel de *Pinus taeda* con diferentes intensidades de poda (0 %, 30 %, 50 %, 70 % de remoción de copa verde) constataron una correlación entre la producción de biomasa herbácea con la sección transversal debajo de la copa verde. Ajustó también modelos de predicción de biomasa forrajera para lo cual utilizó como variable independiente el producto del área basal de la copa verde por la longitud de copa verde y el producto del área basal del rodal y la altura del árbol medio. El mismo autor presentó los resultados de un periodo de evaluación de 6 años, tomado a partir del 5º año de edad del monte.

Cuadro No. 1. Valores promedios de la biomasa forrajera y de las variables de estado de un rodal de *Pinus taeda* entre los 5 y 10 años de edad en un sistema silvopastoril en el NE de Corrientes, Argentina

Edad (Años)	Biomasa (Kg MS.ha)	Densidad (Plantas/ha)	DAP (cm)	Dbcv (cm)	H (m)	Hdom (m)	Hbcv (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	Gbcv (m <sup>2</sup> /ha)	Lcv (Km/ha)	LCR (Km/ha)
5	2264	593	15,5	11,1	8,9	9,6	3,5	11,6	6,8	2,8	0,6
6	1934	482	17,7	11,4	10,6	11,4	5,8	12,2	6,3	22,2	0,5
7	2486	480	18,5	12	12,1	12,8	7,1	13,2	5,3	2,4	0,4
8	1666	453	22	16,5	14,4	15,2	7,2	16,1	8,7	3,1	0,5
9	1670	263	25,8	20	15,9	16,3	7,1	13,2	8	2,2	0,6
10	695	263	28,7	22,7	17,3	17,6	7,2	16,1	10,3	2,7	0,6

Edad: edad de la plantación; Dbcv: diámetro en la base de la copa verde, Hdom: altura dominante, Hbcv: altura a la base de la copa verde, G: área basal, Gbcv: área basal en la base de la copa verde, lcv: longitud de copa verde, LCR: largo de copa relativa.

Fuente: adaptado de Fassola et al. (2005).

De acuerdo con la edad del rodal estas relaciones generan diferentes niveles de producción, de los cuales surgió que a partir de los 7 años de edad pequeñas variaciones en las condiciones del rodal afectan sustantivamente la producción forrajera. Por esta razón se debe prestar especial atención a las prácticas silvícolas si se pretende mantener altos niveles de biomasa en el estrato herbáceo (Fassola et al., 2005).

#### 2.4.2.3 Efectos de las acículas

Kirchner et al. (2010) en un ensayo con seis gramíneas invernales bajo distintos espaciamientos de *Pinus taeda*, llegan a la conclusión que una de las posibles explicaciones para la diferencia en la producción de las gramíneas bajo el dosel en comparación con testigo (cielo abierto) es la deposición de acículas. Durante el experimento la deposición fue de 270 Kg MS. ha<sup>-1</sup> de acículas en las entrelineas para el espaciamiento de 15x3 m y de 1034 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en el espaciamiento de 9x3 m.

Los factores que interfieren en la velocidad de descomposición del mantillo son la presencia de altos tenores de resina y lignina de la pared celular de las acículas y la elevada relación carbono nitrógeno. El tiempo medio de descomposición del mantillo compuesto por 90 % de acículas es de 3,5 años (Bóer et al., citados por Kirchner et al., 2010). Así la mayor producción de acículas en los menores espaciamientos arbóreos podría estar perjudicando la producción de materia seca de las plantas forrajeras por dos mecanismos: 1. el aumento de secuestro de nitrógeno del suelo para su descomposición y posibles deficiencias del elemento para las plantas; y 2. la intercepción de la poca radiación que llega a las plantas por la deposición de acículas sobre el dosel forrajero (Kirchner et al., 2010).

#### 2.4.2.4 Microclima bajo el dosel

Belesky (2005), evaluando las condiciones microclimáticas debajo de dosel y a cielo abierto encontró que la densidad de flujo de fotones fotosintéticos (dFF) para determinados intervalos de crecimiento fueron diferentes a cielo abierto que bajo el dosel. Para el caso de la ETP, ésta es mayor a cielo abierto que bajo el dosel. La temperatura del aire fue similar entre los sitios, pero todos los días las temperaturas medias del suelo (a 5 cm de profundidad) fueron alrededor de 5° C menores bajo los árboles que a cielo abierto.

Silva et al., citados por Kirchner et al. (2010) constataron que la presencia de la especie arbórea *Grevillea robusta* en pasturas de la región noroeste del Paraná tuvo influencias sobre algunas variables microclimáticas como la temperatura, la humedad del aire y la presión del vapor de agua. La modificación del microclima con la presencia del componente arbóreo repercute sobre el balance hídrico del suelo, contribuyendo a la elevación de la humedad disponible, además de la disminución de la radiación fotosintética y la velocidad del viento, reduciendo así la evapotranspiración de las plantas.

Bajo el dosel de *Pinus taeda* a diferentes densidades, Kirchner et al. (2010) concluyen que existen diferencias en el microclima con respecto a cielo abierto. La temperatura del aire en invierno fue mayor en las parcelas ubicadas debajo del dosel 1,05 y 0,75 °C en los espaciamientos de 15x3 m y 9x3 m respectivamente. La velocidad del viento disminuyó 47 % y 58 %, así como también la radiación total incidente, 48 y 88 %; la radiación fotosintéticamente activa, 48,5 y 71,5 %; la temperatura del suelo, 1,2 y 1,7 °C y la humedad relativa media del aire 6 y 0,75 % en las parcelas de 15x3 m y 3x9 m respectivamente en relación a aquellas a cielo abierto. La humedad del suelo aumentó en relación al testigo, en 5,7 y 4,1 % en los espaciamientos de 15x3 m y 9x3 m respectivamente.

Las coníferas potencialmente proporcionan mucho menos luz en la porción de espectro rojo lejano en comparación con árboles de hoja caduca, debido a que reflejan y dispersan mucho menos la luz de este tipo. Como resultado la luz rojo lejana enriquecida

que llega bajo el dosel del árbol tendrá un probable impacto en el rendimiento y valor nutritivo del forraje (Gates, citado por Perry et al., 2009).

#### 2.4.2.5 Efecto sobre los animales

El efecto de la sombra de árboles sobre las pasturas está asociada a incrementos en la producción de leche y ganancia de peso entre el 13 y 28 % (Souza de Abreu, Betancourt et al., Restrepo et al., citados por Ibrahim et al., 2006); lo cual se atribuye a la reducción del estrés calórico e incrementos en el consumo voluntario de los animales (Souza de Abreu, citado por Ibrahim et al., 2006).

Saldanha et al. (2003) evaluando el efecto del acceso a sombra natural (sin límite de agua) durante el verano, sobre el comportamiento de pastoreo de 12 vaquillonas Jersey y Holando, concluyeron que los animales sin acceso a sombra bebieron más agua y en días de índices de temperatura y humedad elevados (principalmente en enero) reducían el tiempo destinado a pastorear y bebían más agua.

En términos generales, la contribución de los árboles en la prevención o reducción del estrés de calor, es mayor a medida que se eleva la temperatura ambiental cuando se trabaja con animales de razas europeas, como Holando, Jersey o Pardo Suizo, cuya zona de termo neutralidad está entre 5 y 20 °C (Cowan et al., citados por Ibrahim y Pezo, 1998).

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 (Ibrahim y Pezo, 1998).

La presencia de árboles en sistemas ganaderos puede contribuir de manera directa a la productividad del sistema, regulando o contrarrestando la intensidad de factores climáticos adversos para el animal, e indirectamente creando un microclima que favorece el crecimiento y la calidad de las pasturas que los animales cosechan (Torres, citado por Ibrahim y Pezo, 1998).

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 (Weston, citado por Ibrahim y Pezo, 1998). Se dan también otros efectos detrimentales potenciales, como ser sobre el cáncer de piel y desórdenes de fotosensibilidad (Djimde et al., citados por Ibrahim y Pezo, 1998).

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 (Ibrahim y Pezo, 1998).

La sombra provista por los árboles contribuye a reducir la temperatura ambiental, lo que tiene implicaciones directas sobre el comportamiento animal, su productividad, comportamiento reproductivo y sobrevivencia (Ibrahim y Pezo, 1998).

Entre los efectos benéficos atribuidos a la sombra como reguladora del estrés térmico, sobre el comportamiento y productividad de los animales en pastoreo, se citan los siguientes (Ibrahim y Pezo, 1998):

- 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.

En general, la producción de ganado en sistemas silvopastoriles (SSP) es igual a la de pasturas a cielo abierto, durante los primeros años de crecimiento de los árboles. Sin embargo, una vez que la copa del árbol se cierra, la producción de forraje disminuye y por lo tanto también lo hace de la producción ganadera, sobre todo en sistemas silvopastoriles que incluyen *Pinus spp.* (Kallenbach, 2006).

#### 2.4.2.6 Efecto del pisoteo de los animales en los SAF

La compactación del suelo es quizás una de las principales preocupaciones de los investigadores en los SAF, porque es la crítica más grande al SSP. Sin embargo, la compactación depende del número de animales por unidad de área (dotación), de su edad y del tipo de suelo (Daniel y Omar, 1998). Adams, citado por Daniel y Omar (1998) hizo amplia revisión del tema y concluyó que la mayoría de las veces la compactación es dañina a los suelos del bosque y afecta su conservación, en perjuicio al crecimiento de los árboles.

La compactación debido al tránsito de los animales causa una disminución en la cantidad de macroporos, reduciendo la infiltración de agua y el crecimiento radicular, y aumentando la actividad de los microorganismos desnitrificadores, y por ende reduciendo la disponibilidad de nitrógeno. El resultado neto de todo esto es el efecto adverso sobre el crecimiento de los árboles, lo que dificulta el establecimiento de los sistemas agrosilvopastoriles (Bezkorowajnyj et al., citados por Daniel y Omar, 1998).

## 2.5 CARACTERIZACIÓN DEL COMPONENTE FORESTAL

### 2.5.1 *Pinus taeda*

Esta especie es de uso tanto forestal como ornamental, es rústica y de fácil aclimatación, su centro de origen comprende la zona Sur y sureste de Estados Unidos, abarcando los estados de: Nueva Jersey, Delaware, Maryland, Virginia, Arkansas, Oklahoma, Tennessee, Carolina del Norte, Carolina del Sur, Georgia, Alabama, Mississippi, Louisiana, Texas y Florida (Zobel y Dorman, 1973).

Por su extensa distribución geográfica en su centro de origen es una especie genéticamente compleja y consta de varias razas geográficas, a su vez hibridiza fácilmente con otras especies (Zobel y Dorman, 1973).

Crece hasta los 700 m sobre el nivel del mar en zonas templadas - cálidas y cálidas, húmedas, con veranos largos, cálidos e inviernos suaves. Precipitaciones de 1000 a 1500 mm anuales y temperaturas anuales de 13 - 24 °C soportando mínimas de - 20 °C y máximas hasta 38 °C. En su amplia área crece en una gran variedad de suelos, desde pantanosos hasta arenosos de zonas relativamente secas. Es pionera en zonas húmedas donde forma bosques puros o mixtos. Presenta variaciones clinales, siendo la relevancia en los aspectos productivos de la especie: los árboles de zonas próximas a la costa crecen usualmente más rápido que aquellos de zonas interiores. La altura del árbol, forma de la copa y resistencia a patógenos parecen tener un patrón clinal (Bazzano et al., 2007).

#### 2.5.1.1 Características específicas

Árboles de 20 - 30 (menos de 46) m de altura. Copa anchamente cónica a redondeada, amplia. Troncos rectos, cilíndricos, hasta de 1,6 m de diámetro, sin ramas en la mitad inferior. Corteza grisácea a castaño amarillenta primero, con la edad se vuelve fisurada, se desprende en placas rectangulares planas, castaño rojizo y oscuro hacia la base, rojizo a anaranjada hacia el ápice. Ramas largas, expandidas, las superiores ascendentes. Ramitas castaño rojizas o anaranjadas, se vuelven castaño oscuro y rugoso con la edad, glabro o ligeramente pubescente, hasta de 1 cm de ancho. Yemas ovoide-cilíndrica, de 0,6 - 1,5 (menos de 2) cm de largo, agudas, castaño rojizas claras, ligeramente resinosas. Hojas 3 por braquiblasto, persistente por 3-4 años, rígidas, expandidas o ascendentes, rectas, de 10 a 23 (menos de 30) cm de largo por 1 - 2 mm de

ancho, verde amarillentas, brillantes, ápice agudo o subulado, borde finamente aserrado, sección triangular; bandas estomáticas en todas las caras; canales resiníferos internos o medios. Conos polínicos cilíndrico - ovoides o elipsoides, de 2 - 4 cm de largo, amarillentos. Conos seminados solitarios o en grupos de 2 - 5, sésiles a subsésiles, persistentes 1 - varios años, los cerrados más menos cilíndricos, castaño amarillento, brillantes, los abiertos cónicos, simétricos, de 5 - 15 cm de largo, castaño rojizo; escamas gruesas, apófisis rómbica, prominente, carinada, umbodorsal, pequeña, mucron breve, epinescente, recurvado. Semillas deltoide - ovoides, de 5 - 7 mm de largo por 3 - 6 mm de ancho, castaño rojizas, moteadas; ala articulada, de 2 - 3 cm de largo por 0,4 - 1 cm de ancho, castaña (Bazzano et al., 2007).

Su madera es de color blanco amarillenta a amarillo ocre, brillo mediano, textura fina homogénea y grano derecho vetado pronunciado con olor resinoso. Es una madera liviana de un peso específico promedio de 0,460 Kg. dm<sup>-3</sup> (Bazzano et al., 2007).

## 2.6 CARACTERIZACIÓN AGRONÓMICA DE LAS ESPECIES FORRAJERAS

### 2.6.1 Gramíneas

#### Generalidades

Las gramíneas constituyen indudablemente el volumen más importante de forraje para los animales. La elección adecuada de la gramínea que deberá ser asociada a la o las leguminosas para formar mezclas forrajeras en pasturas sembradas, será fundamental no solo para alcanzar un buen balance entre familias en el forraje producido sino para promover una mejor entrega en épocas críticas, una mejor estabilidad por control de malezas y en un todo una mayor persistencia productiva por parte de las pasturas (Carámbula, 2002).

Carámbula (2002) al contrastar las leguminosas contra las gramíneas, estas últimas tiene las siguientes ventajas:

- se adaptan muy bien a la mayoría de los suelos
- no producen meteorismo
- presentan muy poco ataque de plagas y enfermedades
- provén alta persistencia a la pastura
- permiten controlar las malezas de hoja ancha más fácilmente
- provén materia seca a la pastura a lo largo de todo el año

### 2.6.1.1 Gramíneas perennes

Estas son un componente central cuando forman parte de un sistema productivo en rotaciones de más de tres a cuatro años. Una de las características más relevantes de estas especies con ciclo invernal son la longevidad de sus plantas, que permiten entregar una producción sostenible luego de implantadas siempre y cuando se favorezca su multiplicación vegetativa. Las especies más utilizadas en la región como cultivo puro o con mezcla son *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata* y *Phalaris acuatika*, otras gramíneas de menor relevancia son *Lolium perenne* y *Bromus auleticus*. Todas ellas tienen un ciclo otoño –invierno- primaveral acentuándose la producción en una estación según la especie a considerar (Carámbula, 2002).

### 2.6.1.2 *Dactylis glomerata*

Es una gramínea perenne, de ciclo invernal, con un hábito de crecimiento cespitoso, con macollos achatados e intravaginales. Presenta lígula blanca, truncada, sin aurículas, con hojas y vainas glabras y lámina navicular. La inflorescencia es una panoja con espiguillas en manojos apretados. Florece a fines de noviembre y la semilla madura a fines de diciembre (García, 1995a).

El cultivar Oberón es de porte intermedio a semierecto cuando se lo deja crecer, bajo pastoreo frecuente se vuelve más postrado. Tiene buen crecimiento invernal y no tiene latencia estival, es decir produce forraje durante el verano (García, 1995a).

Los rangos de adaptación de esta especie van desde suelos de textura arenosa a pesados, aunque su desempeño es mejor en suelos francos y de fertilidad media. Es una especie poco tolerante a los excesos hídricos, una de sus características principales es una buena resistencia a la sequía; dentro de las gramíneas perennes invernales, el *Dactylis glomerata* (Pasto azul) es una de las que utiliza mejor el agua (García, 1995a).

La implantación es aceptable y rápida en comparación con *Festuca arundinacea*, adaptándose a la sombra y por lo tanto respondiendo adecuadamente a siembras asociadas (García, 1995a).

En mezclas con leguminosas García (1995a) recomienda densidades de siembra de 6 a 10 Kg. ha<sup>-1</sup>.

El *Dactylis glomerata* como especie y particularmente el cultivar Oberón por su hábito de crecimiento intermedio a semierecto, requiere un manejo rotativo para expresar su potencial de producción. En experimentos realizados en INIA La Estanzuela, García (1995a) encontró que con manejos rotativos con períodos de descanso de 52 días y 7 cortes por año había una disponibilidad promedio de 1173 Kg MS. ha<sup>-1</sup>. Al estudiar la producción estacional para *Dactylis glomerata* García (2003) en INIA La Estanzuela obtuvo producciones de, 346 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en otoño, 1209 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en invierno, 3462 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en primavera y 1834 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en verano, para el primer año de vida de



la pastura. En la misma evaluación para el segundo año se obtuvieron producciones de 1743 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en otoño, 1658 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en invierno, 2738 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en primavera y 1282 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en verano.

Se comporta muy bien en asociaciones con *Trifolium repens*, *Trifolium pratense* y *Lotus corniculatus*. Es de destacar que tiene tolerancia a enfermedades foliares como las royas *ssp* (García, 1995a).

#### 2.6.1.3 *Festuca arundinacea*

Es una gramínea perenne de ciclo invernal que presenta un hábito de crecimiento cespitoso, con rizomas cortos, sus macollas son rollizas y poco comprimidas, la vaina es glabra, de lámina verde oscuro, con la cara exterior brillante y la interior con nervaduras prominentes siendo la lígula corniforme. La inflorescencia es una panoja laxa en la cual cada espiguilla tiene de 3 a 10 flores que caen al madurar (Formoso, 1995, 2010).

Se adapta a un amplio rango de suelos, aunque su mejor desempeño es en suelos medios a pesados, tiene un buen crecimiento en lugares húmedos. Presentando a su vez una buena resistencia a la sequía debido a su sistema radicular fibroso, profundo y muy extendido (Carámbula 2002, Formoso 2010).

Es una de las gramíneas más importantes utilizadas en la región como componente de las pasturas sembradas. Si bien es muy demandada tiene la desventaja de una lenta implantación debido a que sus plantas son poco vigorosas y esto hace que sea muy vulnerable a la competencia con otras plantas durante el primer año. Pero luego en el segundo año se ve su potencial de producción en el otoño al no tener latencia estival, esto siempre y cuando se haya hecho un buen manejo previo en las estaciones de primavera y verano permitiendo un buen desarrollo radicular (Carámbula, 2002).

Resultados obtenidos por Formoso (2010) en un semillero de tercer año de *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé indica una producción de materia seca anual de 9.903 y 9.965 Kg MS. ha<sup>-1</sup> para dos momentos de corte: cada 90 y 45 días respectivamente. El cv. Tacuabé es una variedad sintética creada en la estación experimental de INIA “La Estanzuela”.

García (2003) obtuvo para *Festuca arundinacea* en INIA La Estanzuela producciones de, 386 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en otoño, 1241 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en invierno, 3982 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en primavera y 2047 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en verano, para el primer año de vida de la pastura. En la misma evaluación para el segundo año se obtuvieron producciones de 2105 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en otoño, 1565 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en invierno, 2760 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en primavera y 843 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en verano.

La fecha óptima de siembra es a principio de otoño en donde se obtienen las mejores respuestas, recomendándose una densidad de siembra de 10 a 15 Kg. ha<sup>-1</sup> en cultivos puros y 9 a 12 Kg. ha<sup>-1</sup> en mezclas (Carámbula, 2002).

#### 2.6.1.4 *Lolium perenne*

Especie originaria de la zona templada de Asia y norte de África, de persistencia media a alta, alto potencial de rendimiento, alta palatabilidad y digestibilidad. Presenta buenas aptitudes de resistencia al pisoteo, alta agresividad (Langer 1981, Carámbula 2002).

Es perenne de ciclo invernal presentando un hábito de crecimiento cespitoso de fácil establecimiento, con alto potencial para macollar y puede ser considerada como la gramínea perenne más precoz. Tiene hojas glabras y envés brillante, de color oscuro, las hojas que son abundantes aparecen plegadas en forma de V, tienen aurículas pequeñas y lígula glabra, membranosa, transparente, y pegada al tallo (Langer, 1981).

Tiene un sistema radical denso, como consecuencia de la presencia de raíces de menor diámetro que otras plantas, lo que le otorga una mayor capacidad de exploración del suelo, superior a la de otras gramíneas. Sin embargo, estas no exploran en profundidad el suelo por lo que no le confieren resistencia a el déficit hídrico (Muslera y Ratera, 1992).

Se adapta a un amplio rango de ambientes siempre y cuando las temperaturas medias sean moderadas y el régimen pluviométrico uniforme, prefiere áreas con climas templados y húmedos sobre todo aquellos frescos nubosos y sombríos, no tolerando la sequía. Su producción es máxima en suelos fértiles, bien drenados y mínima en suelos arenosos. En mezclas forrajeras se comporta mejor con *Trifolium repens* y *Trifolium pratense*. Las densidades de siembra para cultivos puros son de 20 a 24 Kg. ha<sup>-1</sup> y para mezcla dosis menores, de acuerdo cual sea la especie asociada (Carámbula, 2006).

El comportamiento de *Lolium perenne* (raigrás perenne) es muy pobre durante el verano, dadas sus exigencias de humedad; la especie no tolera la sequía. En pasturas de vida larga muchas veces necesita ser resembrado. Varias de las condiciones ecológicas que presenta la región y particularmente Uruguay son limitantes para que esta especie prospere o al menos lo hagan la mayoría de los cultivares disponibles. La persistencia del raigrás perenne depende del cultivar, de la intensidad de utilización y de las condiciones climáticas (Carámbula, 2002).

En particular, el cultivar Horizon posee como principales características y ventajas, el ser un cultivar tetraploide con una muy alta producción primaveral, al igual que una elevada calidad del forraje producido, por lo cual es muy apetecible para los animales. Además, también presenta una muy buena capacidad de rebrote, así como muy buena sanidad de sus hojas. Por último, es de destacar la muy alta tasa de sobrevivencia

que posee éste cultivar durante el verano, lo cual es una de las limitantes del *L. perenne* como se mencionó anteriormente (Agustoni et al., 2008).

García (2003) evaluó la producción estacional de gramíneas perennes en INIA La Estanzuela, obteniendo para *Lolium perenne* producciones de, 430 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en otoño, 2507 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en invierno, 4391 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en primavera y 1283 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en verano, para el primer año de vida de la pastura. En la misma evaluación para el segundo año se obtuvieron producciones de 798 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en otoño, 1574 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en invierno, 2499 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en primavera y 539 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en verano.

Su rendimiento potencial en siembras puras es de 7.933 Kg MS. ha<sup>-1</sup>, 9.742 Kg MS. ha<sup>-1</sup>, 6.833 Kg MS. ha<sup>-1</sup> obtenidos en el primer, segundo y tercer año de evaluación respectivamente (INIA e INASE, 2012).

## 2.6.2. LEGUMINOSAS

### 2.6.2.1 Género Lotus

Este género está constituido en el entorno de doscientas especies anuales o perennes, distribuidas a lo largo del mundo. La cuenca del Mediterráneo europeo es donde hay mayor diversidad específica por lo cual sea probablemente su centro de origen. Este género y (5) de sus especies correspondientes se encuentran bien adaptadas a las condiciones climáticas y edáficas de la región (Ayala y Carámbula, 2009).

Sus hojas están formadas por tres folíolos y dos estípulas de forma similar a los folíolos lo que da como resultado un aspecto de pentafoliada. Las flores son de color amarillo a rojizo formando una inflorescencia de tipo umbela compuesta (1 a 12 flores) (Carámbula 2006, Ayala y Carámbula 2009).

Las principales especies de este género se caracteriza por presentar una alta tolerancia a suelos de baja fertilidad (en especial deficientes en fósforo), a niveles elevados de acidéz, así como también a condiciones extremas de humedad, todas estas características le permiten a este género prosperar en la región y en gran parte de las aéreas destinadas a la ganadería extensiva de nuestro país (Ayala y Carámbula, 2009)

La luz es un factor especialmente importante en el género *Lotus* ya que estas sufren de manera considerable, los efectos negativos de una baja intensidad de luz disponible. Esto sucede cuando la semilla debe de germinar como cuando las plántulas se encuentran bajo una vegetación densa. En estos estados de desarrollo primarios las plantas son extremadamente susceptibles a la sombra, lo cual puede diezmar las poblaciones iniciales (Ayala y Carámbula, 2009)

Según Ayala y Carámbula (2009) los estudios realizados en estas leguminosas demuestran que las intensidades de luz bajas inhiben tanto el crecimiento de la parte aérea como la de las raíces, incrementan la relación tallo-hoja y disminuyen el área foliar total

de cada planta. No obstante, es importante mencionar el hecho de que los efectos negativos registrados en respuesta a intensidades bajas de luz, se expresan con un mayor destaque que cuando se encuentran en estado de plántulas expuestas a condiciones lumínicas por debajo de su nivel crítico de supervivencia.

Dicho género al pertenecer a la familia de las leguminosas tiene como característica relevante ser plantas fijadoras de nitrógeno atmosférico (FBN) que es aportado al suelo y al resto de la pastura en la mezcla, lo cual se debe a la asociación simbiótica con los rizobios en nódulos radiculares (Ayala y Carámbula, 2009).

Este género se caracteriza por brindar adecuados rendimientos de materia seca y de buena calidad, así como también la presencia de taninos condensados en sus tejidos los cuales les otorgan cualidades a estas especies leguminosas de no generar meteorismo y favorecer el pasaje de proteínas sobre pasantes (sobrepasa el rumen, Ayala y Carámbula, 2009).

#### *Lotus corniculatus*

Especie perenne de ciclo estival, nativa de Europa y parte de Asia, tolerante al frío. No es exigente en cuanto a requerimientos de suelo, es sumamente plástica pudiendo presentar buen desarrollo tanto en suelos arenosos como en arcillosos (Ayala y Carámbula, 2009).

*L.corniculatus* presenta una raíz pivotante y una corona leñosa de la cual parten numerosos tallos aéreos, la raíz pivotante posee numerosas ramificaciones laterales ubicadas principalmente en los primeros 30-60 cm del suelo. Tiene una relación raíz /tallo superior a la del *T. repens* independientemente del ambiente (Ayala y Carámbula, 2009).

Florece y fructifica profusamente desde mediados de primavera en adelante en latitudes menores a 40 °C, y con temperaturas menores a la que se registran en verano en la región las que coinciden con los fotoperíodos más largos. Los frutos son vainas dehiscentes de 2,5 a 4 cm de largo que poseen 10 a 15 semillas cada una. Las semillas son pequeñas de forma oval a esférica de color castaño claro oscuro con pequeñas manchas más oscuras (Ayala y Carámbula, 2009).

Esta especie se adapta a diferentes condiciones de implantación, Carámbula et al., citados por Ayala y Carámbula (2009) demostraron que esta especie se comportó como una leguminosa de amplia adaptación a métodos de acondicionamiento de la pastura nativa: tanto al arrase intenso con rotativa como a la aplicación de herbicida.

Según García, citado por Carámbula (2002), es una de las especies más sensibles a las prácticas de manejo. En general se beneficia con pastoreo controlado permitiéndole alcanzar alturas de 20 - 25 cm antes de ser defoliado. Cuando se pastorea

en forma continua deberá mantenerse de manera aliviada y rastros no menores a 7,5 cm. Admite pastoreos frecuentes y poco intensos.

Estudios efectuados por el Programa Pasturas de INIA Treinta y Tres en el que se compararon cuatro cultivares de *L. corniculatus* bajo un régimen controlado de corte que no permiten la semillazón y resiembra natural, se observó que en la primera temporada completa de producción (segundo año del cultivo) los distintos cultivares mostraron su potencial real de producción con valores superiores a 9 ton. ha<sup>-1</sup> de MS. año<sup>-1</sup> (Ayala y Carámbula, 2009).

Esta especie es susceptible a enfermedades de tallo y corona, Ayala y Carámbula (2009) aconsejan la siembra en mezcla con alguna gramínea perenne que ocupe los lugares que deje esta especie a medida que se produce la mortandad de plántulas atacadas por alguna de estas enfermedades.

La densidad de siembra sugerida es de 4 - 10 Kg. ha<sup>-1</sup> en mezclas y 10 - 12 Kg. ha<sup>-1</sup> en siembras puras (Ayala y Carámbula, 2009).

#### 2.6.2.2 Género *Trifolium*

##### *Trifolium repens*

El centro de origen de dicha especie es Europa, principalmente la región mediterránea extendiéndose al resto de Europa y oeste de Asia. Se desarrolla sobre suelos fértiles y con alto contenido de agua disponible (García, 1995b).

Es una especie que se encuentra tanto en el Ártico, zonas frías, templadas y montañas tropicales; esta amplia distribución sumada a su característica algófila ha dado origen a una amplia adaptación y respuesta a factores climáticos (García, 1995b).

Los cultivares de *Trifolium repens* (trébol blanco) se agrupan de acuerdo al tamaño de hoja y se reconocen tres grandes grupos: de hoja pequeña, de hoja intermedia y de hoja grande (García, 1995b).

Se adapta a suelos medianos a pesados fértiles y húmedos, no tolerando suelos superficiales (Carámbula, 2002).

*T. repens* se caracteriza por ser perenne, pero se puede comportar como anual, bienal o de vida corta (perenne de vida corta), dependiendo de las condiciones del verano, siendo su ciclo invernal. Sufre enormemente la falta de agua y muchas plantas pueden morir durante el verano, en estos casos se comportaría como una especie anual (Carámbula, 2002).

Presenta raíz pivotante y un tallo principal, pasado cierto período comienza a producir estolones que se desarrollan radialmente los que a su vez desarrollan raíces adventicias en sus nudos. La raíz principal muere en el transcurso del primer y segundo

año quedando solo las raíces adventicias las cuales se distribuyen normalmente en los primeros 15 cm de suelo. Su hábito de crecimiento es estolonífero (García, 1995b).

Esta especie posee la capacidad de persistir tanto vegetativamente como por semillas, característica valiosa para ocupar nichos vacíos en la pastura. La vida productiva de esta especie en una pastura está condicionada a un proceso eficiente de formación y enraizamiento de estolones y a la aparición de plantas nuevas como consecuencia de la resiembra natural (Westbrooks y Tesar, citados por Carámbula, 2002).

Presenta una gran plasticidad a pastoreos con manejos intensivos y frecuentes al poseer porte rastrero, meristemas contra el suelo, índice de área foliar bajo, hojas jóvenes ubicadas (de máxima eficiencia fotosintética) en el estrato inferior y hojas maduras en el superior (Carámbula, 2002).

En condiciones de pastoreo en áreas rechazadas por el ganado, el ambiente lumínico cambia a medida que la pastura crece, afectando negativamente el crecimiento de *T. repens*. Este cambio en las áreas rechazadas podría ser consecuencia de una reducción en la radiación fotosintéticamente activa (PAR o RFA) y la calidad de la luz o de la relación R: FR (rojo: rojo lejano) (Teuber y Laidlaw, citados por Olmos et al., 2004). La morfología de la planta y el crecimiento pueden ser afectados negativamente por el ambiente lumínico (Robin et al., Lótscher y Nösberger, citados por Olmos, 2004).

Entre los caracteres que hacen del *T. repens* una de las especies más importantes para utilizar en la pastura, los son su elevado valor nutritivo, y su habilidad para fijar cantidades muy apreciables de nitrógeno (FBN). Sin embargo, los riesgos por meteorismo en la época de producción primaveral son elevados. La densidad de siembra recomendada: puro 4 Kg. ha<sup>-1</sup> y en mezclas de 2 - 4 Kg. ha<sup>-1</sup> (Carámbula, 2006).

El *T. repens* es usado en zonas donde las temperaturas del verano son moderadas y donde la falta de humedad del suelo no es limitante. Adaptándose de esta manera a suelos fértiles, húmedos y medianos a pesados, no tolerando suelos superficiales. De lo contrario sufre la falta de agua y muchas plantas pueden morir en el verano. Además, presenta bajo vigor inicial y establecimiento lento, y no tolera la sombra (Smethan, 1981).

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El área donde se realizó el experimento se ubicó en la Estación Experimental Prof. Bernardo Rosengurt (Longitud 54° 26'40.45'' Oeste, Latitud 32° 20'37.91'' Sur), la cual se encuentra en la sexta sección policial del departamento de Cerro Largo, paraje Bañados Medina, a 28 Km de la ciudad de Melo. Se arriba por ruta nacional No. 26 Brigadier Gral. Leandro Gómez Km. 408. El periodo experimental estuvo comprendido entre el 5 de octubre del 2011 y 30 de junio del 2012.

#### 3.2 CLIMA

El clima se caracteriza como templado cálido (subtropical Húmedo) el cual es denominado Cf (Cfa); sistema de clasificación de clima de Köppen-Geiger (Kottek et al., 2006). El promedio de precipitación mensual para la zona es de 109,35 mm (MDN. DNM, citado por Silveira, 2005). La temperatura media anual es de 17,4 °C, mientras que la temperatura máxima media corresponde a 30,2 °C en el mes de enero, y la mínima media es de 6 °C en los meses de junio y julio, para la serie histórica 1961-2012.

<sup>1</sup>

#### 3.3 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA EXPERIMENTAL

##### 3.3.1 Topografía y área del ensayo

El área del ensayo abarca un total de 0,45 ha, las cuales se caracterizan por tener un terreno convexo, con lomadas y la pendiente oscila de 4 a 6 por ciento.

##### 3.3.2 Unidad de suelo

En la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay 1:1.000.000 (Altamirano et al., 1976) la unidad de suelo que le corresponde al área de estudio es la unidad Zapallar. La misma presenta como suelo dominante Luvisoles Melánicos Albicos Ar (hidromórfico) que ocupan en general todas las lomas y laderas excepto las zonas de relieve más fuerte, donde aparecen los suelos asociados que son Luvisoles Umbricos Albicos Ar (hidromórfico). Los suelos accesorios son Brunosoles Eutricos y Haplicos superficiales y Planosoles Districos Oricos Ar húmicos hidromórfico. Esta unidad ocupa 57.207 ha, lo que representa el 0,32 % de la superficie total del país.

---

<sup>1</sup> MDN. DNM (Ministerio de Defensa Nacional. Dirección Nacional de Meteorología, UY). 2012. Datos mensuales de precipitaciones, temperaturas, evapotranspiración para la serie histórica 1961 – 2012. Montevideo. s.p. (sin publicar).

### 3.3.2.1 Suelo dominante

Según Durán (1991) los suelos Luvisoles se caracterizan por la presencia invariable de cantidades sustanciales de aluminio intercambiable, que en promedio pueden alcanzar un 20 % tanto en el horizonte A como en el B. Son suelos de muy buena profundidad de arraigamiento por su horizonte A de textura liviana y considerable espesor y porque el horizonte B no posee características físicas desfavorables para la penetración de las raíces. La capacidad de retención de agua es elevada debido a su horizonte A liviano y profundo y al horizonte B de textura más fina. El drenaje natural es moderadamente bueno.

El contenido de fósforo asimilable es muy bajo, nivel de potasio medio a bajo y son fuerte a medianamente ácidos. El contenido de materia orgánica es bajo. El nivel medio de potasio es de 0,2 me.  $100\text{g}^{-1}$  para Luvisoles y Acrisoles pero la variación alrededor de este promedio es muy grande (CV 80,7 %) (Durán, 1991).

La saturación de bases es media en el horizonte superficial y se mantiene constante o disminuye hacia el B. El porcentaje de aluminio intercambiable es alto desde la superficie o aumenta muy rápidamente por debajo de los primeros 20 cm. La acidez es bastante elevada pero no excesiva, en el horizonte superficial, en el que el pH promedio es de aproximadamente 5,6; en profundidad la reacción puede ser más ácida (Durán, 1991).

El suelo dominante de esta unidad corresponde con el grupo CONEAT 8,5 el mismo se divide en dos asociaciones, la segunda se localiza entre los arroyos Zapallar y Sarandí del departamento de Cerro Largo. El material geológico lo constituyen arenisca rojas de la formación Yaguarí o arenisca redepositadas sobre estas, el relieve es de colinas sedimentarias no rocosas y lomadas fuerte con pendientes del 5 al 10 %. Los suelos dominantes son Luvisoles Melánico Albico (Praderas Arenosas) moderadamente profundo, de color pardo oscuro, textura franco arenosa, imperfectamente drenados y fertilidad muy baja. Los suelos asociados se encuentran Luvisoles Umbricos Albicos (Praderas Arenosas), muy profundos de color pardo oscuro, textura franco arenosa, imperfectamente drenado y fertilidad extremadamente baja (MGAP. CONEAT, 2010).

### 3.3.3 Caracterización de los primeros 20 cm de suelo del área experimental

Se realizó un muestreo de suelo en el área experimental tanto bajo el dosel del rodal, así como también en el área a cielo abierto de donde se extrajeron muestras de suelo, las cuales fueron fraccionadas cada 2,5 cm hasta los 5 cm de profundidad y las siguientes fracciones se realizaron cada 5 cm.



En los cuadros No. 2 y No. 3 se presentan los resultados obtenidos del análisis químico de las muestras.

Cuadro No. 2. Análisis de suelo experimento1 (a cielo abierto)

Profundidad (cm)	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	Acidez Intercambiable cmolc. Kg <sup>-1</sup>	Ca cmolc. kg <sup>-1</sup>	Mg cmolc. Kg <sup>-1</sup>	K cmolc. Kg <sup>-1</sup>
0-2,5	4,72	3,89	1,1	3,31	1,73	0,43
2,5-5,0	4,8	3,93	0,94	3,7	1,04	0,39
5,0-10,0	4,91	4,03	0,75	5	1,21	0,38
10,0-15,0	4,8	3,99	0,69	5,73	2,26	0,55
15,0-20,0	5,03	4,03	0,72	5,95	2,23	0,5

Cuadro No. 3. Análisis de suelo experimento 2 (bajo dosel arbóreo)

Profundidad (cm)	pH H <sub>2</sub> O	pH KCl	Acidez Intercambiable cmolc. Kg <sup>-1</sup>	Ca cmolc. Kg <sup>-1</sup>	Mg cmolc. Kg <sup>-1</sup>	K cmolc. Kg <sup>-1</sup>
0-2,5	4,6	3,9	1,3	5,36	1,49	0,39
2,5-5,0	4,6	3,9	1,04	5,53	1,41	0,24
5,0-10,0	4,8	4	1,1	5,97	1,39	0,4
10,0-15,0	4,9	4	0,82	6,49	1,41	0,23
15,0-20,0	5,2	4	0,64	6,69	1,34	0,32

Los análisis obtenidos son congruentes con lo descrito por Durán (1991) para los suelos del Gran Grupo Luvisoles. En las tablas anteriores se visualiza un desenso de la acidez al aumentar la profundidad, estos valores son representativos de suelos con presencia de aluminio, lo cual se expresa como acidez intercambiable, la cual disminuye junto con el pH.

Se evidencia entre ambos análisis la diferencia en calcio, el cual es superior en los primeros centímetros de suelo bajo el dosel arbóreo.

### 3.4. DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

#### 3.4.1 Componente forestal

El experimento se situó bajo un rodal semillero de *Pinus taeda* el cual fue instalado a partir de semillas selectas procedentes de Estados Unidos y Sudáfrica. Este se plantó en el año 1979, al momento de la instalación del ensayo silvo pastoril (SSP) el rodal tenía una edad de 33 años. La densidad original fue de 333 árboles. ha<sup>-1</sup>, con un espaciamiento de 10 m x 3 m. Al momento de instalar el experimento la densidad promedio fue de 136 árboles. ha<sup>-1</sup>, luego de raleos de selección y sanitarios. La cuantificación de la deposición de acículas sobre el tapiz del suelo arrojó un promedio de 591 Kg MS. ha<sup>-1</sup> para los tres bloques.

En el cuadro No. 4 se describe el rodal semillero componente del experimento ubicado bajo el dosel arbóreo, caracterizándolo a través de sus variables dasométricas.

Cuadro No. 4. Variables dasométricas del rodal forestal ubicado en el área experimental

Bloques	DAP x̄ (cm)	Altura Total x̄ (m)	AB x̄ (m <sup>2</sup> )	Vol. Tot. á. x̄ m <sup>3</sup>	Sup. de copa viva m <sup>2</sup>	% de cobertura	AB m <sup>2</sup> . ha <sup>-1</sup>	Árboles. ha <sup>-1</sup>
1	59,10	21,26	0,28	2,35	548,56	48,63	31,91	115
2	57,18	22,15	0,26	2,29	716,86	63,55	38,94	151
3	54,31	19,84	0,24	1,89	627,69	55,65	33,42	142
<b>Promedios</b>	56,72	21,10	0,26	2,17	631,04	55,94	34,76	136

DAP x̄ cm: diámetro a la altura del pecho promedio en centímetros; Altura total x̄ m: altura total promedio en metros; AB x̄ m<sup>2</sup>: área basal promedio en metros cuadrados; AB m<sup>2</sup> . ha<sup>-1</sup>: área basal promedio en metros cuadrados por hectárea; Vol. tot. á. x̄ m<sup>3</sup> . ha<sup>-1</sup>: volúmen total promedio en metros cúbicos; % de cobertura: proporción del área del bloque cubierta por la copa de los árboles.

### 3.4.2 Componente pasturas

#### 3.4.2.1 Especies forrajeras, siembra y manejos posteriores

Se sembraron tres mezclas estando constituidas cada una de ellas por una gramínea perenne y dos leguminosas perennes como base. Las especies de gramíneas utilizadas fueron: *Dactylis glomerata*, *Festuca arundinacea*, *Lolium perenne*; siendo las leguminosas *Lotus corniculatus*, y *Trifolium repens*. La siembra se realizó entre los días 5 y 6 de mayo de 2011 utilizando una sembradora de siembra directa marca Baldan modelo Speedbee 3000 de 16 líneas con una distancia de 18 cm entre surcos

Las mezclas sembradas fueron

1. *Dactylis glomerata*, *Lotus corniculatus*, y *Trifolium repens*.
2. *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus*, y *Trifolium repens*.
3. *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus*, y *Trifolium repens*.

Los cultivares y densidades de siembra fueron los siguientes

Cuadro No. 5. Cultivares y densidades de siembra

Especies	Cultivar	Densidad de siembra
<i>Dactylis glomerata</i>	Oberón	10 Kg. ha <sup>-1</sup>
<i>Festuca arundinacea</i>	Tacuabé	12 Kg. ha <sup>-1</sup>
<i>Lolium perenne</i>	Horizon	24 Kg. ha <sup>-1</sup>
<i>Lotus corniculatus</i>	San Gabriel	9 Kg. ha <sup>-1</sup>
<i>Trifolium repens</i>	Zapicán	2,5 Kg. ha <sup>-1</sup>

Las leguminosas fueron inoculadas con sus respectivas cepas de rhizobium previamente a la siembra.

#### 3.4.2.2 Manejo pre plantación (barbecho)

Se realizó una primera aplicación de herbicida el día 2 de marzo del 2011, la misma es de carácter diferencial aplicándose en el área bajo monte a razón de 5 litros. ha<sup>-1</sup>, y a cielo abierto 3,5 litros. ha<sup>-1</sup>.

El día 3 de mayo del 2011 se realiza la segunda aplicación a razón de 3,5 litros. ha<sup>-1</sup> solamente en el área a cielo abierto.

#### 3.4.2.3 Manejo pos plantación

Los manejos llevados a cabo fueron la fertilización con fosfato diamónico (DAP) (18 - 46 - 46 - 0), aplicados al voleo en una primera intervención a la siembra el día 7 de mayo del 2011, utilizándose una dosis de 120 Kg. ha<sup>-1</sup> a cielo abierto y 150 Kg. ha<sup>-1</sup> bajo el monte.

Se refertilizó con urea a razón de 70 Kg. ha<sup>-1</sup> en toda el área experimental, los días 23/7/11 en área cielo abierto y 25/7/11 en el área bajo monte.

El día 27 de julio del 2011 se realiza una aplicación de Preside, utilizándose una dosis de 320 ml. ha<sup>-1</sup>.

El día 28/11/11 se refertilizó con urea a razón de 70 Kg. ha<sup>-1</sup> en toda el área experimental.

La segunda refertilización se realizó con 150 Kg. ha<sup>-1</sup> de (DAP) (18 - 46 - 46 - 0), en la totalidad del ensayo el 6 de marzo de 2012.

### 3.4.3 Componente animal

Para los pastoreos se utilizó un lote de 46 novillos de dos años y medio de edad con un promedio de 340 Kg. Los animales durante el período de evaluación no fueron los mismos, pero siempre se mantuvo la misma categoría y peso promedio.

La utilización de la pastura presentó como criterio de inicio de los pastoreos una altura de entrada del entorno a los 20 cm y como criterio de salida de los animales una altura del remanente entre 5 - 7,5 cm, siendo diferentes los tiempos de pastoreo (tiempos de ocupación) en cada estación del año debido a la disponibilidad de forraje.

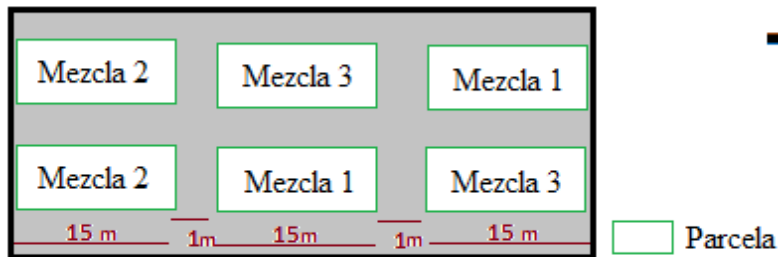
## 3.5 CARACTERIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

### 3.5.1 Croquis y arreglo espacial del ensayo

El arreglo espacial de los ensayos consistió en la demarcación de dos áreas contiguas, en la primera de ellas un área cercana al huerto semillero de *P. taeda* se instaló el ensayo a cielo abierto donde se evaluaron las mezclas fuera de la interferencia del bosque (figura No. 3).

### **Experimento I** DCA

A cielo abierto



#### **Tratamientos:**

Mezcla 1 (*Dactylis glomerata*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens*.)

Mezcla 2 (*Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens*.)

Mezcla 3 (*Lolium perenne*, *Lotus corniculatus*, *Trifolium repens*.)

Figura No. 3. Croquis del experimento a cielo abierto

El segundo experimento se instaló bajo la cobertura del dosel arbóreo del huerto semillero con un diseño de bloques completos al azar (figura No. 4).

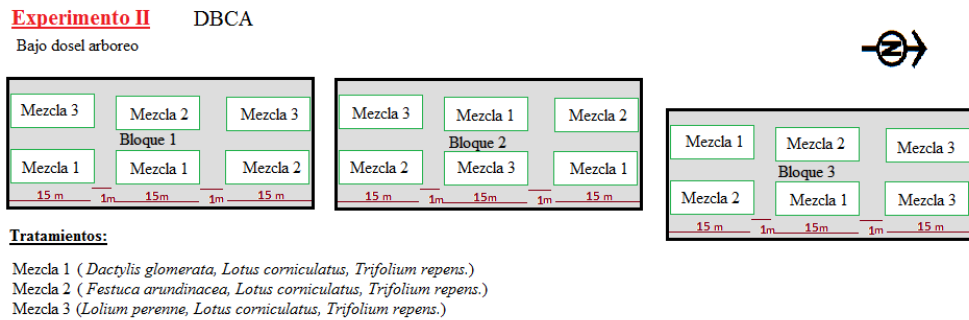


Figura No. 4. Croquis del experimento bajo dosel arbóreo

### 3.6 MEDICIÓN Y ESTIMACIÓN DE LOS COMPONENTES

#### 3.6.1 Medición de los árboles

La medición se realizó en la primera etapa de campo. En los árboles se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP), diámetro basal de copa, altura de inserción de la primer rama verde y altura total.

Los instrumentos utilizados fueron, una forcípula graduada en cm para DAP, Dendrómetro de Blume-Leiss para medir altura de inserción de la primera rama verde y altura total, una cinta métrica para el diámetro de copa. Los individuos relevados son los que se ubicaban dentro y en el borde de las parcelas.

#### 3.6.2 Cuantificación de acículas

La cuantificación de la caída de acículas sobre el estrato herbáceo fue efectuada al final del período experimental, consistió en un muestreo al azar por bloque bajo la copa de los pinos. El bloque es recorrido por sus diagonales, cada 15 pasos se ubica en el suelo un marco de 0.5 m x 0.5 m, se recogió toda la pinocha que se encontró por encima del suelo y la que no formaba parte del mantillo. Se tomaron un promedio de 4 a 6 muestras por bloque. Las muestras fueron llevadas al laboratorio, donde fueron pesadas antes de ingresar a la estufa de aire forzado, procediéndose a su secado por 48 horas a una temperatura de 60 ° C. Cumplidas las 48 horas se procedió a pesar cada muestra (peso seco), y así estimar la cantidad de MS acículas depositadas.

#### 3.6.3 Medición de la pastura y dinámica poblacional

La técnica utilizada a los efectos de cuantificar la disponibilidad de forraje fue la descrita por Haydock y Shaw (1975) denominada como doble muestreo.



Figura No. 5. Escalas de referencia marcadas en uno de los muestreos realizados en el área experimental

Las muestras provenientes de campo se pesaron (peso verde) y se las secó mediante la utilización de una estufa de aire forzado, durante 48 horas a una temperatura de 60 ° C. Cumplidas las 48 horas dentro de la estufa se pesó cada muestra (peso seco).



Figura No. 6. Muestras prontas para pesar

Esta metodología de trabajo nos permitió estimar la disponibilidad de forraje previo y posteriormente a cada pastoreo.

La medición de dinámica poblacional de macollos en la pastura, consistió en contabilizar la cantidad de tallos y pseudotallos de las gramíneas sembradas en la mezcla, presentes en cinco transectas de un metro lineal en todas las parcelas.

Las transectas se ubicaron a los 30 días después de la siembra de la pastura, 5 por parcela lo que contabiliza un total de 30 metros lineales por bloque y un total de 120 en todo el experimento. Para marcar el metro lineal se utilizó un caño de plástico de un metro el cual se engancha en una base de hierro en los extremos de cada transecta.



Figura No. 7. Medición de dinámica poblacional en una transecta

Esta medición se realiza antes del pastoreo y en los momentos críticos dentro de cada estación en la que transcurrió el experimento. La estimación y medición de esta variable permitió estimar el número de macollas por metro lineal y evaluar la sobrevivencia de las mismas a través de los pastoreos y estaciones.

#### 3.6.4 Variables estimadas

##### 3.6.4.1 Producción de forraje

La producción de forraje ( $\text{Kg MS. ha}^{-1}$ ) se estimó como la sumatoria del disponible al primer pastoreo y de las diferencias entre el forraje disponible al iniciar un pastoreo y el remanente del pastoreo anterior.

##### 3.6.4.2 Producción estacional

La producción estacional ( $\text{Kg MS. ha}^{-1}$ ) se determinó a partir de los datos relevados en los muestreos realizados agrupando a estos por estación. La producción se corrigió y estimó por la tasa de crecimiento de la pastura y los días de pastoreo para asignar a cada estación un valor, ya que cada estación abarcó más de un pastoreo.

El período O-I-P se corresponde a la producción desde la implantación de la pastura hasta el 30 de noviembre (engloba los dos primeros pastoreos).

El período verano se corresponde con el crecimiento de los meses de diciembre, enero y febrero (tercer pastoreo).

La estación de otoño abarca los meses de marzo a mayo (cuarto pastoreo).

El período de invierno se cuenta los primeros 15 días del mes de junio hasta que se realizó el quinto pastoreo.

#### 3.6.4.3 Composición botánica

Correspondió a la proporción (%) de cada fracción (gramíneas, leguminosas, malezas) en la mezcla forrajera. Esta se determinó visualmente al momento de realizar las determinaciones de materia seca disponible y rechazada. En algunos muestreos se realizaron determinaciones a nivel de laboratorio separando las fracciones y pesando las muestras y transformándolas en porcentaje tanto en el disponible como en el rechazo.

#### 3.6.4.4 Cobertura del suelo

Se estimó visualmente a nivel de campo la proporción (%) relativa de las fracciones verde, restos secos, suelo descubierto más mantillo y pinocha para los respectivos diseños.

#### 3.6.4.5 Materia seca presente

La misma se estimó a través del método denominado de doble muestreo (Haydock y Shaw, 1975), el cual consistió en la observación de las diferentes disponibilidades de forraje y se marcó (en cada uno de los experimentos) una escala visual de 5 puntos, ordenándolos según la disponibilidad de forraje presente. Luego se procedió a realizar el muestreo, donde se combinó cada 5 apreciaciones visuales de la pastura un corte, completando de cada punto de la escala tres muestras. Cada corte se realizó al ras del suelo (sin levantar el mantillo), se utilizó una tijera de aro y se procedió a cortar todo el forraje dentro del cuadro de 0,50 m de largo por 0,20 m de ancho. De esta forma se obtuvieron un total de 15 muestras de forraje, las cuales fueron llevadas al laboratorio. Se utilizó este método tanto para calcular la materia seca en el forraje disponible así como en el remanente. Se totalizó un número de 35 apreciaciones visuales, adjudicando a cada uno un valor de escala (1 al 5) según la disponibilidad de forraje presente.

Luego de obtenidos los datos al culminar el proceso de secado de las muestras, se procedió a el cálculo de la disponibilidad de forraje por hectárea. La metodología utilizada fue el ajuste de una ecuación de regresión, para la misma se utilizaron los datos de altura (cm) y los datos obtenidos de las muestras en Kg de MS. ha<sup>-1</sup>, entre valor de escala (1 al 5) y los Kg de MS. ha<sup>-1</sup> se determinó cuál de ambas variables tenía mayor correlación con la disponibilidad. Mediante la función obtenida fue calculada la disponibilidad de forraje por hectárea. Para esto se utilizaron los promedios de escala y altura de cada parcela sustituyendo en la función a la incógnita, luego el valor obtenido se multiplica por la superficie de cada parcela, obteniendo así la disponibilidad de forraje por parcela. Se realizó el procedimiento antes mencionado tanto para la estimación del forraje presente (disponible), así como para el remanente (rechazo).



#### 3.6.4.6 Altura del forraje disponible y remanente

Esta se determinó como la altura promedio en cm del forraje en cada parcela antes de comenzar y finalizar el pastoreo, se determinó al momento de realizar el método de doble muestreo. Las alturas fueron medidas con regla en tres puntos en la diagonal del marco utilizado para el muestreo (0,50 \* 0,20 m), donde el criterio empleado fue el punto de contacto de la regla con la punta de la hoja verde más alta. La altura del remanente es la altura promedio en cm del forraje que queda en la parcela luego del pastoreo. Las estimaciones se efectuaron recorriendo las diagonales de la parcela, cada 15 pasos se realizó una medición.

#### 3.6.4.7 Materia seca desaparecida

Es la cantidad de materia seca desaparecida durante el pastoreo. Se calculó como la diferencia entre el forraje disponible y el remanente pos pastoreo.

#### 3.6.4.8 Porcentaje de forraje desaparecido

Es la cantidad de forraje desaparecido en relación al que había disponible. Se calculó como la relación entre materia seca desaparecida y el forraje disponible antes del pastoreo, multiplicado por 100.

#### 3.6.4.9 Tasa de crecimiento promedio

La tasa promedio de crecimiento de forraje ( $\text{Kg MS. ha}^{-1} \cdot \text{día}^{-1}$ ) se calculó como la producción de forraje entre dos pastoreos sucesivos dividido por el número de días transcurridos entre los mismos.

### 3.7 HIPÓTESIS

#### 3.7.1 Hipótesis biológicas

Las variables estudiadas son iguales para todas las mezclas forrajeras

Existe al menos una diferencia entre las mezclas para algunas de las variables en estudio.

#### Hipótesis sobre el componente pasturas

Las tres gramíneas implantadas bajo el dosel se comportan diferentes en su crecimiento y en su producción ( $\text{Kg MS. ha}^{-1}$ ).

Las gramíneas elegidas tienen o no una tolerancia diferencial al sombreadamiento.

La densidad de macollas por metro lineal es menor bajo el dosel que a cielo abierto.

La sobrevivencia de macollas por metro lineal es mayor a cielo abierto que bajo el dosel.

En períodos de déficit hídrico la sobrevivencia de macollas es mayor bajo el dosel que la registrada a cielo abierto.

### 3.7.2 Hipótesis estadísticas

Ho:  $T_1 = T_2 = T_3$

Ha: existe al menos un  $T_i$  diferente

## 3.8 DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento se compone de dos áreas como fuera mencionado anteriormente.

Experimento 1: diseño completamente al azar (DCA), a cielo abierto.

Experimento 2: diseño en bloques completamente al azar (DBCA) situación bajo el dosel arbóreo.

### 3.8.1 Experimento 1 (DCA)

El diseño del experimental es completamente al azar, constituido por un área experimental de 1128 m<sup>2</sup> (47 m x 24 m), se compone de 3 tratamientos con 2 repeticiones cada uno.

El modelo propuesto para el diseño fue:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + e_{ij}$$

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

$$j = 1, 2,$$

Siendo:

Y = variable aleatoria observable

$\mu$  = media poblacional

$\tau_{ij}$  = efecto del i-esimo tratamiento

$e_i$  = error experimental

### 3.8.2 Experimento 2 (DBCA)

El diseño del experimento fue en Bloques completos al azar, constituido por 3 repeticiones, de 1128 m<sup>2</sup> c/u (47 m x 24 m), totalizando un área de 0,33 há donde se dispusieron 3 tratamientos con 2 repeticiones por bloque en parcelas de 180 m<sup>2</sup> (15 m x 12 m) totalizando 18 parcelas, situadas bajo el huerto semillero de *P. taeda*.

El modelo propuesto para el diseño es:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + e_{ij}$$

$$i = 1, 2, 3$$

$$j = 1, 2, 3$$

Siendo:

Y = variable aleatoria observable

$\mu$  = media poblacional

$\tau_{ij}$  = efecto del i-esimo tratamiento

$\beta_j$  = efecto de j-esimo bloque

$e_{ij}$  = error experimental

### 3.8.3 Análisis estadísticos

#### 3.8.3.1 Procedimiento estadístico

Las variables medidas fueron analizadas por medio del análisis de varianza para cada modelo estadístico con un criterio de  $\alpha = 0,05$ . En caso de detectarse diferencias estadísticas se estudiarán las medias mediante análisis comparativo de medias de LSD Fisher con una probabilidad del 0,05 %. Se utilizó el paquete estadístico Infostat para los análisis estadísticos realizados (Di Renzo et al., 2013).

#### 3.8.3.2 Intervalos de confianza

Para las variables en estudio se realizó estimación de intervalos de confianza (mediante estimación por Bootstrap), con la finalidad de comparar los datos obtenidos en ambos experimentos.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 CARACTERÍSTICAS AMBIENTALES DEL PERÍODO EXPERIMENTAL

#### 4.1.1 Temperatura

A partir de los datos obtenidos de la estación meteorológica de Melo los rangos de temperatura para la serie 1971 - 2012 fueron de 23,8 °C para la temperatura media máxima, 11,8 °C para la temperatura mínima y 17,8 °C para la temperatura media.<sup>1</sup>

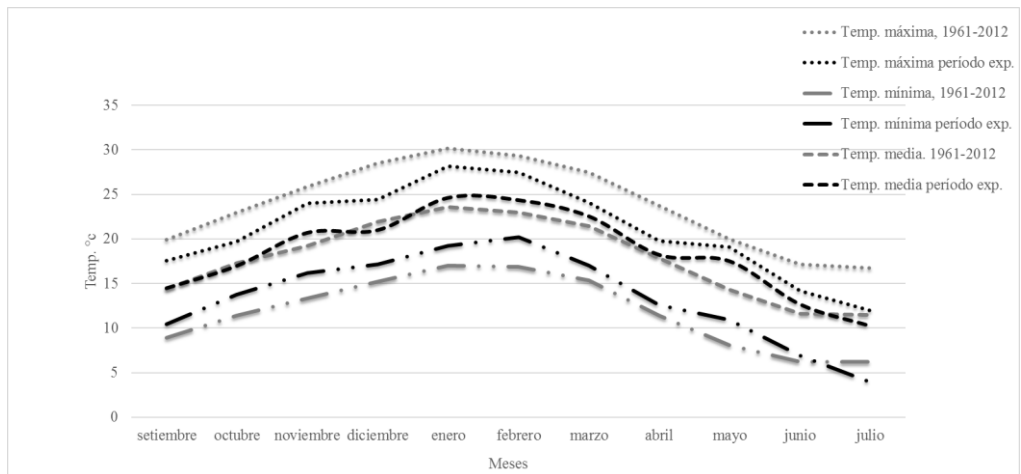


Gráfico No. 1. Temperatura máxima, mínima, y promedio histórico nacional para el período experimental

Las temperaturas mínimas y promedio en los meses correspondientes al período experimental fueron mayores y las máximas menores a las registrados en la serie histórica 1971 - 2012.

Durante los meses de verano las temperaturas máximas fueron menores en el período de evaluación con respecto a la serie, para las temperaturas mínimas ocurre la situación opuesta. La amplitud térmica en el período de estudio fue menor a la registrada en el período 1971 - 2012.

#### 4.1.2 Precipitaciones

Uruguay se caracteriza por tener un régimen de precipitación isohigro, sin embargo en el período estival la necesidad de agua de los cultivos es superior a la oferta de lluvia, en el invierno sucede lo contrario la necesidad es inferior a la oferta (Corsi, 1978).

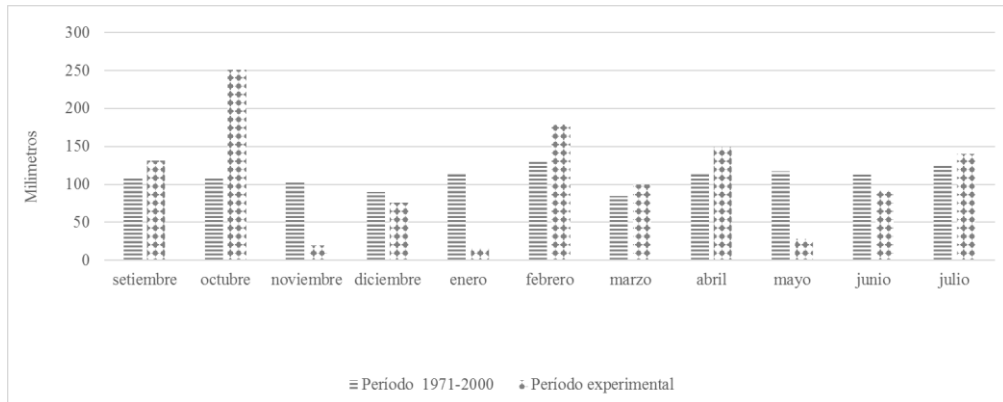


Gráfico No. 2. Precipitaciones mensuales registradas durante el período experimental y para la serie histórica 1971-2000

Desde fines de la primavera y hasta mediados del verano el régimen de precipitaciones fue menor en el período experimental que el observado para la serie histórica. Se observó un muy bajo régimen pluviométrico en noviembre y enero, pero en los meses de octubre y febrero las precipitaciones superaron a la media de la serie.

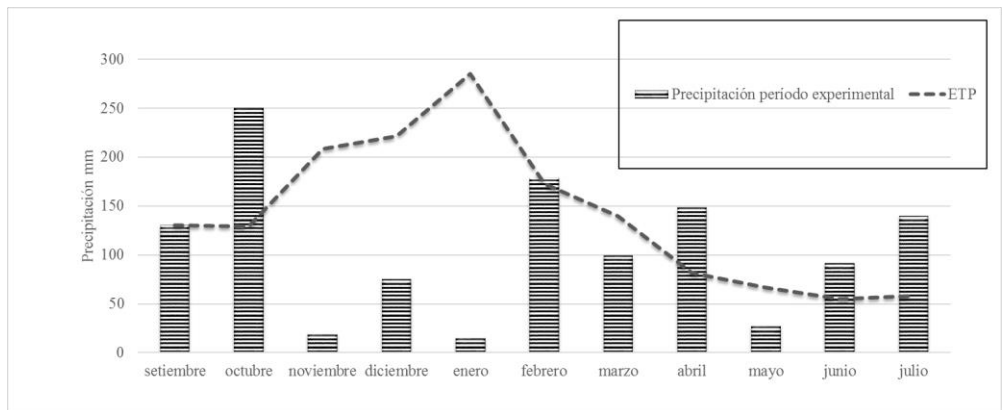


Gráfico No. 3. Precipitación y evapotranspiración potencial (ETP) durante período experimental

En el gráfico anterior se observa que en el período de noviembre a febrero se produjo un déficit hídrico, el cual fue provocado por una mayor ETP lo cual sumado a una menor precipitación registrada en el período provocó el mencionado déficit. Este déficit pudo haber afectado negativamente la productividad de las pasturas y con mayor intensidad en el mes de enero.

## 4.2 DEPOSICIÓN DE LAS ACÍCULAS SOBRE EL SUELO

En los sistemas que incluyen pinos, las acículas que caen naturalmente y aquellas ramas productos de podas o de raleos interfieren en el crecimiento del estrato herbáceo. Estos efectos son menos marcados cuando las hojas caídas son de fácil descomposición o son palatables para el ganado, Pérego, citado por Almada y Garat (2010).

El comportamiento estacional del área foliar de los pinos refleja una clara diferenciación entre el período de máxima expansión de acículas hacia el final del verano y el período de máxima pérdida foliar acumulada hacia el final del invierno, Beadle et al., Dalla et al., Gholz et al., Allen et al., citados por Munka (2010).

En el cuadro No. 6 se presenta la cantidad de acículas depositadas sobre la superficie del suelo al concluir el período experimental.

Cuadro No. 6. Materia seca (Kg de MS. ha<sup>-1</sup>) de acículas precipitadas o depositadas sobre la superficie del suelo

Bloque	Kg.Ms.ha <sup>-1</sup>	árboles.ha <sup>-1</sup>
1	570,37	115
2	592,59	151
3	674,07	142

La cantidad de acículas obtenidas en el presente estudio fue similar al obtenido por Kirchner et al. (2010) los cuales en un experimento de seis meses de duración reportan una deposición de acículas para una densidad de 222 árboles. ha<sup>-1</sup> valores de 270 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en las entrelineas de un monte de *Pinus taeda*. En el presente estudio los resultados presentados corresponden a la acumulación de acículas en un período de un año y medio, período que abarcó desde la siembra de la pastura hasta la finalización del presente ensayo.

Los efectos de la deposición de acículas, conos y ramas sobre la composición química del suelo bajo el dosel arbóreo podrían haber ocasionado que en los primeros diez centímetros de suelo se diera un aumento de la acidez y un aumento del contenido de calcio en profundidad al compararlo con los resultados obtenidos a cielo abierto.

Schlatter y Otero (1995), afirman que bajo los montes de *Pinus radiata* se observó un claro límite entre mantillo y suelo mineral dado por una disminución de la actividad de la fauna del suelo y a un ritmo de descomposición más lento. La causa se debe a las características químico - nutritivas de las acículas de pino, las cuales son pobres en el contenido de calcio y nitrógeno y ricas en compuestos inhibidores como resinas, ceras y lignina. Estas características y la mayor actividad fungosa en el mantillo

de pino son promotores de un medio más ácido, que se proyecta en su efecto sobre suelo y en profundidad.

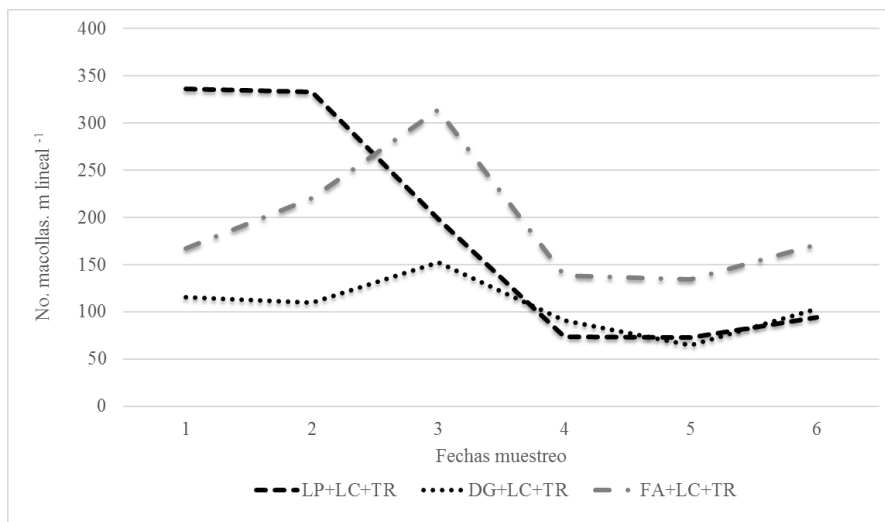
### 4.3 DINÁMICA POBLACIONAL

A continuación, se presentan los resultados para la variable número de macollas por metro lineal. Ésta cuantificó la población de macollas desde la primavera del primer año de cada mezcla forrajera hasta el invierno del segundo año época en la cual culminó el período de evaluación. La primera fecha de medición para este período de evaluación comprendió el censo del número de macollas acumulado desde la siembra al primer pastoreo.

#### 4.3.1 Experimento a cielo abierto

Seguidamente se presentará la evaluación del número de macollas por metro lineal correspondiente al experimento a cielo abierto, para cada una de las seis fechas muestreadas para las tres mezclas forrajeras en evaluación que tienen como gramíneas acompañantes a *D. glomerata*, *F. arundinacea* y *L. perenne*.

Para esta variable no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (mezclas forrajeras). Se pueden apreciar diferencias de carácter agronómico en cuanto al número de macollas por metro lineal.



FA+LC+TR: *Festuca arundinacea* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*; LP+LC+TR: *Lolium perenne* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*, DG+LC+TR: *Dactylis glomerata* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*

Gráfico No. 4. Número de macollas por metro lineal para los tratamientos en el período experimental

Como se puede apreciar en la gráfica se pueden dividir las fechas de muestreo en primavera (fechas 1 y 2) verano (3 y 4) otoño (fecha 5) e invierno (fecha 6).

En primavera se observó un mayor número de macollos de *Lolium perenne* que supero a *F. arundinacea* y *D. glomerata*. Langer (1981) caracterizó a *Lolium perenne* como la gramínea perenne más precoz, de fácil establecimiento y alto potencial para macollar, lo que le permite a la pastura una mayor cobertura del suelo, evidenciado en el estudio del porcentaje de cobertura para la fracción verde en la mezcla ya implantada. Entre fines de la primavera y la fecha de muestreo tres (verano) se evidenció un marcado descenso en el número de macollas por metro lineal llegando casi al 50 %, en esta etapa la temperatura máxima promedio fue de 24,4 y 28,1 °C para los meses de diciembre y enero respectivamente. Cook et al., citados por Almada y Garat (2010) en referencia a *Lolium perenne* observaron que se desarrolló de mejor manera entre los regímenes de temperatura de 16 °C diurnos / 10 °C nocturnos y 23 °C diurnos / 17 °C nocturnos, declinado su producción y habilidad competitiva a temperaturas mayores. Por esto último estaría explicado el descenso sostenido en el número de macollas por metro lineal en dicho período.

Durante la fecha tres (fines de la primavera y principios de verano) *Festuca arundinacea* aumentó el número de macollas por metro lineal de aproximadamente 220 a 310, entre dichas estaciones, *Dactylis glomerata* incrementó el número de macollas, pero en un menor grado (110 a 152 macollas por metro lineal).

Entre las fechas de muestreo tres y cuatro correspondientes a verano, se produce un descenso marcado en el número de macollas para las tres gramíneas, Formoso (1996) menciona que en esta estación independientemente del manejo impuesto durante el ciclo de crecimiento de cada especie se verifican los menores números de meristemas refoliadores por unidad de superficie, constituyendo en consecuencia el período de máxima fragilidad desde el punto de vista morfológico.

Los efectos de dicho período fueron distintos para las diferentes gramíneas, para *Lolium perenne* y *Festuca arundinacea* fue más marcado el descenso en el número de macollas por metro lineal, lo cual determinó un grado diferente en la adaptabilidad a dichas condiciones ambientales. Langer (1981), Carámbula (2002) identifican a *Lolium perenne* como una especie no tolerante a la sequía y a temperaturas altas durante el verano. Para el caso de *Festuca arundinacea* Carámbula (2002) menciona que se mantiene verde todo el año siempre que disponga de suficiente humedad, ya que en verano la falta de agua limita su crecimiento más que la temperatura, Formoso (1996) para dicha especie define que el número de macollas aumenta en fase vegetativa durante otoño e invierno, registrándose valores máximos a fines de invierno, para luego disminuir durante primavera. *Dactylis glomerata* demostró que agrónomicamente responde a esta estación y al déficit hídrico con un descenso menos marcado en comparación al resto de las gramíneas, esta especie tiene buena tolerancia a la sequía y



dentro de las gramíneas perennes invernales *Dactylis glomerata* es una de las que mejor utiliza el agua (García, 1995a).

Desde la fecha cuatro hasta la cinco se mantuvo estable el número de macollas por metro lineal para *Festuca arundinacea* y *Lolium perenne* en tanto que *Dactylis glomerata* mostró aun, una continuación en su tendencia de descenso en el número de macollos por metro lineal.

De la fecha cinco a seis las tres gramíneas mostraron una evolución positiva en el número de macollas por metro lineal, clara respuesta de las gramíneas a la estación de otoño en la cual se producen condiciones ambientales que promueven el macollaje (Carámbula, 2002).

#### 4.3.2 Experimento bajo dosel

A continuación, se presenta la información de la evaluación del número de macollas por metro lineal correspondiente al experimento bajo dosel del rodal semillero de *Pinus taeda*, para cada una de las seis fechas muestreadas y para las tres mezclas forrajeras en evaluación que tienen como gramíneas acompañantes a *D. glomerata*, *F. arundinacea* y *L. perenne*.

Cuadro No. 7. Número de macollas por metro lineal para cada fecha de muestreo

FECHA 1		FECHA 2	
Tratamiento	No. macollas/m lineal	Tratamiento	No. macollas/m lineal
LP+LC+TR	168,2 a	LP+LC+TR	172,97 a
FA+LC+TR	163,92 a	FA+LC+TR	163,5 a
DG+LC+TR	87,17 b	DG+LC+TR	108,9 b
FECHA 3		FECHA 4	
Tratamiento	No. macollas/m lineal	Tratamiento	No. macollas/m lineal
LP+LC+TR	150,27 a	DG+LC+TR	81,77 a
FA+LC+TR	139,4 a	FA+LC+TR	68,77 a
DG+LC+TR	118,59 b	LP+LC+TR	38,62 b
FECHA 5		FECHA 6	
Tratamiento	No. macollas/m lineal	Tratamiento	No. macollas/m lineal
DG+LC+TR	105,6 a	DG+LC+TR	143,23 a
FA+LC+TR	71,77 b	FA+LC+TR	92,4 b
LP+LC+TR	17,27 c	LP+LC+TR	19,9 c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

FA+LC+TR: *Festuca arundinacea* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*; LP+LC+TR: *Lolium perenne* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*, DG+LC+TR: *Dactylis glomerata*+*Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*.

A partir de los resultados presentados (cuadro No. 7) se observó que para todas las fechas de muestreos se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos.

En las fechas uno y dos correspondientes a la primavera se observan las mismas diferencias estadísticamente significativas, donde las especies *Lolium perenne* y *Festuca arundinacea* presentaron un mayor número de macollas por metro lineal que *D. glomerata*.

Según lo observado para las dos fechas anteriores sería más probable que *Dactylis glomerata* superara a *Festuca arundinacea*, debido a la lenta implantación de la misma, en cambio *Dactylis glomerata* si bien no se destaca por una gran precocidad es la que se adapta a ambientes con restricciones lumínicas (Carámbula, 1977). Esto último concuerda con los resultados presentados para la variable cobertura del suelo en la fracción verde para las mezclas integradas por las dos gramíneas mencionada bajo el dosel arbóreo, variable que será tratada mas adelante.

Para la fecha tres la mezcla compuesta por *L. perenne* y por *D. glomerata* son estadísticamente diferentes, la primera presentó el mayor número de macollas por metro lineal y la segunda fue la que registró el menor número, *Festuca arundinacea* no se diferencia estadísticamente de la mezcla integrada por *Lolium perenne* y *Dactylis glomerata*.

*Lolium perenne* se destaca sobre *Dactylis glomerata* en las primeras tres fechas, cuantificándose un número mayor de macollas por metro lineal, lo que podría estar relacionado con la precocidad de dicha especie (Carámbula, 2002).

En la fecha cuatro (medición correspondiente al período donde se presentó déficit hídrico) las mezclas compuestas por *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea* son estadísticamente superiores y no presentan diferencias entre sí, en cambio *Lolium perenne* registró el menor número de macollas para la fecha cuatro. De la fecha tres a la cuatro se dio un marcado descenso en el número de macollas por metro lineal, la cual aún es más marcada para la gramínea de *L. perenne*, que llegó incluso hasta más del 70 % pasando de 150 a 38 macollas por metro lineal. Esto pudo estar relacionado al período de déficit hídrico registrado en esas fechas de muestreo.

Para las fechas de muestreo cinco y seis pertenecientes al otoño los resultados obtenidos nos permiten afirmar que se presentan diferencias estadísticamente significativas entre las tres gramíneas generándose un ordenamiento de mayor a menor donde *Dactylis glomerata* fue el que presentó el mayor número de macollas seguido por

*Festuca arundinacea* y en última instancia *Lolium perenne* con el menor número de macollas por metro lineal.

#### 4.3.3 Comparación entre experimentos

Los resultados obtenidos mediante la comparación de medias de los tratamientos a través de intervalos con un 95 % de confianza expresaron que hubo diferencias entre los experimentos para la tercera fecha de evaluación correspondiente al tercer pastoreo, para la variable número de macollas por metro lineal.

Analizando los dos experimentos se pudo observar que en el experimento a cielo abierto el número de macollas por metro lineal fue superior para todos los tratamientos que en el experimento bajo dosel, en este último se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las tres mezclas, la mezcla superior fue la que contenía a *L. perenne* y la mezcla que registró un menor número de macollas fue la de *D. glomerata*, la mezcla de *F. arundinacea* no se diferenció estadísticamente de ninguna de las mencionadas mostrando un comportamiento intermedio.

Los resultados obtenidos para dicha variable pueden estar directamente relacionado a las diferencias en cuanto a la cantidad y calidad de luz que reciben las pasturas en uno u otro experimento lo que a su vez concuerda con Garnier y Roy, citados por Peri et al. (2007), los mismos encontraron que un cambio en la cantidad de luz y de la calidad (sobre todo la disminución de la relación rojo -rojo lejano) bajo los árboles puede modificar el IAF porque la elongación del tallo se puede promover y el macollaje y la ramificación se ven inhibidos.

### 4.4 PRODUCCIÓN TOTAL Y POR PASTOREOS

#### 4.4.1 Producción total de materia seca a cielo abierto

A continuación, se analizará la producción total de cada mezcla forrajera cultivada a cielo abierto.

El cuadro No. 8 se presenta la producción acumulada obtenida a través de los cinco pastoreos (producción total) según tratamiento durante el período experimental.

Cuadro No. 8. Producción de materia seca de las tres mezclas sembradas a cielo abierto (Kg. ha<sup>-1</sup>)

Tratamiento	Producción Kg MS.ha. <sup>-1</sup> Disponibile	
	<i>Dactylis glomerata</i> + <i>Trifolium repens</i> + <i>Lotus corniculatus</i>	7287,88
<i>Festuca arundinacea</i> + <i>Trifolium repens</i> + <i>Lotus corniculatus</i>	5992	ab
<i>Lolium perenne</i> + <i>Trifolium repens</i> + <i>Lotus corniculatus</i>	4880,82	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

En el cuadro anterior se puede observar diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. La mezcla forrajera que incluyó a *Dactylis glomerata* fue la que presentó una mayor producción de materia seca durante todo el período experimental, la mezcla que presentó menor productividad fue la que incluyó a *Lolium perenne*, mientras que la mezcla que integraba la gramínea *Festuca arundinacea* presentó un comportamiento intermedio en producción, pero que no se diferenció estadísticamente de las dos mezclas antes mencionadas.

Según García (2003) *Dactylis glomerata* es una especie que se adapta a un amplio rango de suelos, salvo aquellos mal drenados y tiene menores requerimientos de fertilidad que *Festuca arundinacea* y *Lolium perenne*. Este último necesita de alta fertilidad y buena humedad para expresar su potencial, se adapta principalmente sobre suelos pesados a medios. Las condiciones climáticas del Uruguay no son apropiadas para su óptimo desarrollo, por preferir climas templados, húmedos, nubosos y sombríos (García, 2003).

Las apreciaciones anteriores concuerdan con los resultados obtenidos, donde la producción total de la mezcla integrada por *Dactylis glomerata* fue superior a la registrada por la mezcla que incluyó *Lolium perenne*, lo esperable sería que la mezcla de *Lolium perenne* fuera la que presentara una mayor producción debido a que es la gramínea perenne más precoz, macolladora y de fácil establecimiento (Carámbula, 2002). Estas diferencias podrían explicarse por la preferencia edáfica de cada especie. Los suelos del área del experimento se caracterizan por ser de fertilidad media a baja y moderadamente bien drenados y con un horizonte A de textura liviana. *Festuca arundinacea* por ser una especie plástica se adapta bien a los suelos presentes en el área experimental, la producción registrada se explicaría por su lento establecimiento en mezclas de primer año (Carámbula, 2002).

García (2003) evaluando cultivares de gramíneas perennes en la Estanzuela, obtuvo para el primer año de evaluación producciones de 7.420, 7.270 y 8.020 Kg MS. ha<sup>-1</sup> para *D. glomerata* y *F. arundinacea* y *L. perenne*, respectivamente. Los ensayos fueron instalados sobre un suelo Brunosol, sub-éutrico, profundo, de textura franco-

limosa en el horizonte superficial con un contenido de materia orgánica de 3,3 % y pH en agua del 5,8 %. El suelo del experimento ubicado a cielo abierto se corresponde con un Luvisol de textura liviana con presencia de aluminio según Durán (1991), en el análisis presentado previamente el mismo presenta un pH en el horizonte superficial de 4,9. Los suelos de las dos evaluaciones son diferentes, sin embargo, las producciones para *D. glomerata* fueron similares, esto podría reflejar que *D. glomerata* como ya se ha mencionado no necesita suelos de elevada fertilidad para expresar su potencial. Según García (1995a) los rangos de adaptación de esta especie van desde suelos de textura arenosa a pesados, aunque su desempeño es mejor en suelos francos y de fertilidad media.

La producción obtenida para la mezcla de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* fue de 4.529 Kg MS. ha<sup>-1</sup> lo cual se asemeja a lo descrito por Agustoni et al. (2008), donde evaluando la misma mezcla obtuvieron una producción de 5.199 Kg MS. ha<sup>-1</sup>.

#### 4.4.2 Producción total de materia seca bajo el dosel arbóreo

Seguidamente se presenta la producción total por cada mezcla forrajera cultivada bajo el dosel arbóreo (cuadro No. 9), en el mismo se presenta la producción acumulada obtenida a través de los cinco pastoreos según tratamiento (mezcla forrajera) durante el período experimental.

Cuadro No. 9. Producción de materia seca de las tres mezclas sembradas bajo dosel arbóreo (Kg. ha<sup>-1</sup>)

Tratamiento	Producción Kg MS.ha. <sup>-1</sup> Disponible	
	<i>Dactylis glomerata</i> + <i>Trifolium repens</i> + <i>Lotus corniculatus</i>	2925,47
<i>Festuca arundinacea</i> + <i>Trifolium repens</i> + <i>Lotus corniculatus</i>	2643,21	a
<i>Lolium perenne</i> + <i>Trifolium repens</i> + <i>Lotus corniculatus</i>	2508,89	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

A partir de los resultados obtenidos no obserbaron diferencias estadísticamente significativas en la producción total de materia seca de las mezclas (tratamientos), sembradas bajo el dosel arbóreo de *Pinus taeda* a una densidad de 136 árboles. ha<sup>-1</sup> promedio del experimento.

Peri et al. (2007) para *Dactylis glomerata* obtuvo producciones de 3.800 Kg MS. ha<sup>-1</sup> bajo el dosel de *Pinus radiata* de 10 años de edad a una densidad de 200 árboles. ha<sup>-1</sup>; este valor corresponde a una disminución del 46 % ya que obtuvieron un rendimiento de 8.200 kg MS. ha<sup>-1</sup> a cielo abierto.

Kirchner et al. (2010) obtuvieron una producción media para *Lolium multiflorum*, de 8.191 Kg MS. ha<sup>-1</sup> para el tratamiento a cielo abierto. Bajo una densidad de 220 árboles. ha<sup>-1</sup> (70% de radiación total lumínica) la producción media de la gramínea fue de 3.478 Kg MS. ha<sup>-1</sup>, el tercer tratamiento también bajo dosel a una densidad de 370 árboles. ha<sup>-1</sup> (40% de radiación total lumínica) la producción media fue de 1.814 Kg MS. ha<sup>-1</sup>.

#### 4.4.3 Comparación entre experimentos mediante intervalos de confianza (IC)

Los resultados obtenidos mediante la comparación de las medias de los tratamientos a través de intervalos con un 95 % de confianza expresaron que hubo diferencias entre los dos experimentos (a cielo abierto y bajo el dosel arbóreo).

A cielo abierto la mezcla forrajera que contiene a *Dactylis glomerata* como gramínea acompañante produjo 7.287,88 Kg MS. ha<sup>-1</sup> superando a la producción obtenida para la misma mezcla en el experimento localizado bajo el dosel en el cual produjo 2.925,47 Kg MS. ha<sup>-1</sup>, esto fue 4.374 Kg MS. ha<sup>-1</sup> menos bajo dosel.

La mezcla forrajera compuesta por *Festuca arundinacea* como gramínea acompañante produjo a cielo abierto 5.992 Kg MS. ha<sup>-1</sup>, en cambio debajo de dosel la producción fue menor obteniéndose valores de 2.643,21 Kg MS. ha<sup>-1</sup> disminuyendo la producción en 3.355 Kg MS. ha<sup>-1</sup>.

Para la mezcla que integró *Lolium perenne* como gramínea acompañante produjo en el experimento a cielo abierto 4.880,82 Kg MS. ha<sup>-1</sup>, mientras que debajo de dosel produjo 2.508,89 Kg MS. ha<sup>-1</sup>, resultando en un descenso de 2.391 Kg MS. ha<sup>-1</sup>.

Los resultados obtenidos denotan que al cultivar dichas especies bajo el dosel arbóreo a una densidad promedio de 136 árboles. ha<sup>-1</sup> con un porcentaje de cobertura de la copa viva promedio de 55,94 % se produce un decrecimiento del potencial de producción. Para las tres mezclas evaluadas se observó que la mezcla que tenía a *Lolium perenne* como gramínea acompañante fue la que registró el menor descenso, siendo un 48,6 % menor la producción bajo el dosel arbóreo, para la mezcla con *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea* en cambio el descenso en la producción fue mayor siendo de 59,9 % y 55,9 % respectivamente.

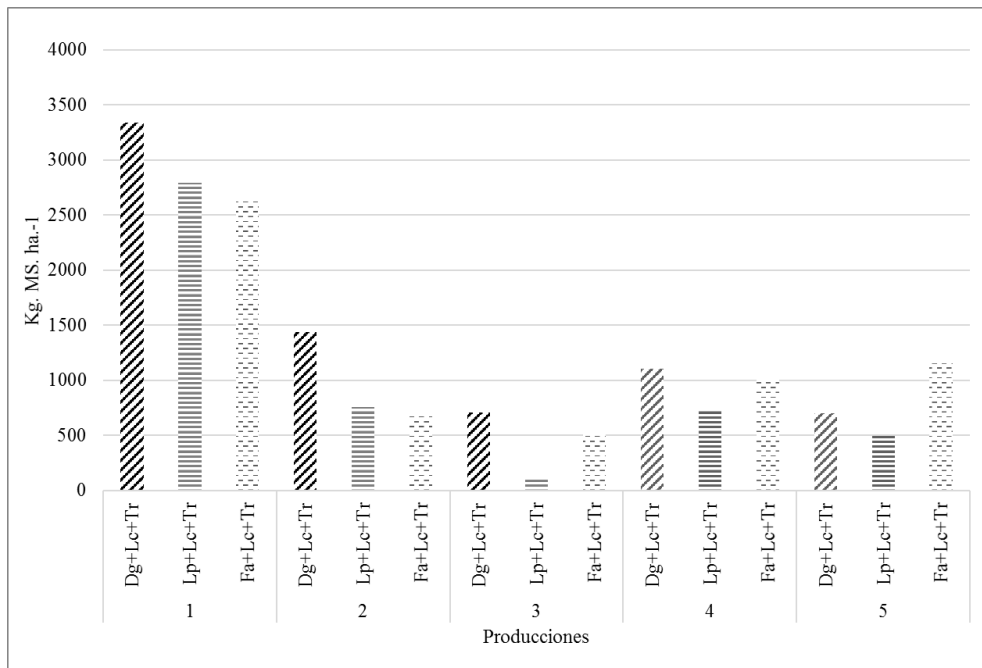
Lo mencionado en el párrafo anterior podría estar relacionado directamente con la disminución de la intensidad lumínica, lo cual concuerda con lo reportado por Peri et al. (2007), Kirchner et al. (2010), y que fuera mencionado anteriormente.

#### 4.4.4 Producción de materia seca acumulada por pastoreo a cielo abierto

La producción a analizar a continuación comprende la acumulada desde el establecimiento de la pastura al primer pastoreo y entre los pastoreos sucesivos dentro del período experimental.

El análisis estadístico concluyó que no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para la variable producción para cada uno de los pastoreos evaluados.

El gráfico No. 5 presenta resume de la producción de materia seca Kg. ha<sup>-1</sup> al primer pastoreo y el producido entre pastoreos sucesivos para cada tratamiento durante el período experimental a cielo abierto.



Fa+Lc+Tr: *Festuca arundinacea* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*; Lp+Lc+Tr: *Lolium perenne* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*, Dg+Lc+Tr: *Dactylis glomerata*+*Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*

Gráfico No. 5. Producción de materia seca Kg. ha<sup>-1</sup> al primer pastoreo y lo producido entre pastoreos sucesivos

Desde el punto de vista agronómico se puede observar una tendencia entre las tres mezclas, desde la primera fecha hasta la cuarta, la mezcla de *Dactylis glomerata* fue la que presentó la mayor producción y menor descenso en la misma, pero para el último pastoreo se observó que la mezcla con *Festuca arundinacea* supera a la anterior.

La mezcla con *L. perenne* tuvo menores rendimientos para el tercer, cuarto y quinto pastoreo en comparación con las mezclas que tenían a *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata* como gramínea acompañante, el descenso de la producción del tercer al cuarto y quinto pastoreo se podría relacionar con lo mencionado por Carámbula (2006) quien define a *L. perenne* como una gramínea que prefiere climas templados y húmedos con temperaturas moderadas y régimen pluviométrico uniforme.

La mezcla compuesta por *Festuca arundinacea* en los primeros dos pastoreos evaluados fue la que presentó la menor producción de las tres mezclas, a partir del tercer pastoreo mostró una evolución positiva aumentando la producción superando incluso a *Dactylis glomerata* en el quinto pastoreo, lo dicho anteriormente podría relacionarse al lento establecimiento para el primer año de vida de *Festuca arundinacea* manifestado por Carámbula (2002).

#### 4.4.5 Producción de materia seca acumulada por pastoreo bajo dosel

La producción a considerar a continuación comprende la acumulada desde el establecimiento de la pastura al primer pastoreo y entre los pastoreos sucesivos dentro del período experimental.

Para las evaluaciones de la producción 3 y 4 el análisis estadístico concluyó que se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para la variable producción de materia seca entre pastoreos.

El cuadro No. 10 presenta la producción registrada entre el segundo y tercer pastoreo obtenida bajo el dosel, en el mismo se presenta los Kg de materia seca acumulada desde el remanente del segundo pastoreo al inicio del tercero, según tratamiento (mezcla forrajera) durante el periodo experimental.

Cuadro No. 10. Producción de materia seca Kg. ha<sup>-1</sup> registrada entre el segundo y tercer pastoreo

Tratamiento	Producción Kg MS. ha. <sup>-1</sup> Disponible	
<i>Dactylis glomerata</i> + <i>Trifolium repens</i> + <i>Lotus corniculatus</i>	217,67	a
<i>Festuca arundinacea</i> + <i>Trifolium repens</i> + <i>Lotus corniculatus</i>	53,79	b
<i>Lolium perenne</i> + <i>Trifolium repens</i> + <i>Lotus corniculatus</i>	34,58	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

Los resultados presentados en el cuadro anterior se visualizan diferencias estadísticamente significativas entre los tres tratamientos (mezclas forrajeras).

La mezcla que tiene como gramínea acompañante a *D. glomerata* fue la que registró la mayor producción y fue estadísticamente superior a las mezclas compuesta por *F. arundinacea* y *L. perenne*, las cuales son estadísticamente iguales entre sí y registran una menor producción a *D. glomerata*.

Como se puede apreciar en el cuadro anterior, las diferencias en producción entre las mezclas se podrían relacionar con la adaptabilidad de estas al sombreado. Morfológicamente se observó a campo que las láminas y vainas de *D. glomerata* eran



más largas y anchas que las de *L. perenne*, y *F arundinacea*, lo cual podría resultar en un mayor peso de planta para *Dactylis glomerata*. Para este pastoreo se contabilizó el número de macollas por metro lineal y se obtuvieron diferencias estadísticamente significativas que demostraron que *Dactylis glomerata* tenía un menor número de macollas por metro lineal que *Lolium perenne* y este último era estadísticamente igual a *F. arundinacea*. Lo cual explicaría el mayor peso de las vainas y láminas de *D. glomerata*.

El cuadro No. 11 presenta la producción registrada entre el tercer y cuarto pastoreo obtenida bajo el dosel, en el mismo se presentará los Kg de materia seca acumulada desde el remanente del tercer pastoreo al inicio del cuarto, según tratamiento (mezcla forrajera) durante el período experimental.

Cuadro No. 11. Producción de materia seca Kg. ha<sup>-1</sup> registrada entre el tercer y cuarto pastoreo

Tratamiento	Producción Kg MS. ha. <sup>-1</sup> Disponible	
	<i>Dactylis glomerata</i> + <i>Trifolium repens</i> + <i>Lotus corniculatus</i>	380,95
<i>Festuca arundinacea</i> + <i>Trifolium repens</i> + <i>Lotus corniculatus</i>	234,73	ab
<i>Lolium perenne</i> + <i>Trifolium repens</i> + <i>Lotus corniculatus</i>	29,02	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

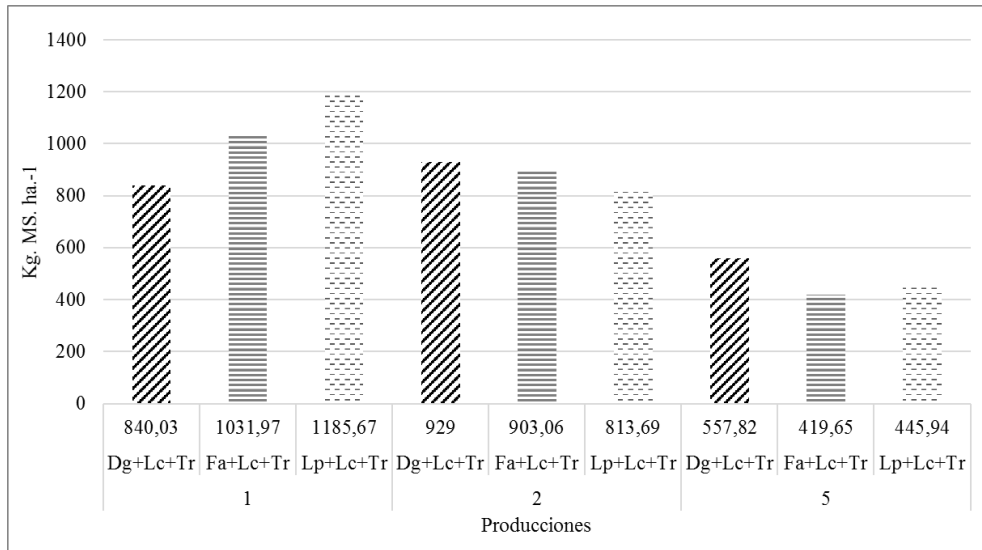
En los resultados presentados en el cuadro anterior se visualizan diferencias estadísticamente significativas entre las tres mezclas forrajeras.

Los análisis correspondientes a la producción al cuarto pastoreo mantienen diferencias estadísticamente significativas entre las mezclas de *D. glomerata* y *L. perenne* al igual que en la producción registrada al tercer pastoreo, siendo la mezcla con *D. glomerata* superior a *L. perenne*. La mezcla compuesta por *F. arundinacea* no se diferenció estadísticamente de la mezcla de *D. glomerata* y *L. perenne* registrando una producción intermedia entre las mezclas antes mencionadas.

Observando las diferencias obtenidas entre las mezclas forrajeras se pudo constatar la baja producción de la mezcla compuesta *L. perenne*. Comparando dicho resultado con los obtenidos para dinámica poblacional se pudo apreciar también el descenso del número de macollas por metro lineal para esta especie entre las fechas cuatro y cinco de muestro (realizadas previo al cuarto pastoreo). El análisis en conjunto de estas dos variables explicaría la menor habilidad de esta gramínea invernal para soportar déficit hídrico y altas temperaturas.

Para las producciones 1, 2 y 5 no se detectaron diferencias estadísticamente significativas.

El gráfico No. 6 se presenta resumen de la producción de materia seca en Kg. ha<sup>-1</sup> al primer pastoreo y el producido entre pastoreos sucesivos para cada tratamiento durante el período experimental bajo el dosel.



Fa+Lc+Tr: *Festuca arundinacea* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*; Lp+Lc+Tr: *Lolium perenne* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*, Dg+Lc+Tr: *Dactylis glomerata*+*Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*.

Gráfico No. 6. Producción de materia seca en Kg. ha<sup>-1</sup>

Como se aprecia en el gráfico anterior para la primer, segunda y quinta producción se obtuvieron valores de producción (Kg MS. ha<sup>-1</sup>) similares. Al no detectarse diferencias significativas, las amplitudes de las variaciones en los valores son reducidos, por lo cual no permiten cuantificar diferencias agronómicas entre las tres mezclas forrajeras.

#### 4.4.6 Comparación entre experimentos mediante intervalos de confianza (IC)

Los resultados obtenidos mediante la comparación de medias de los tratamientos a través de intervalos con un 95 % de confianza expresaron que hubo diferencias significativas entre los experimentos (a cielo abierto y bajo dosel arbóreo) para el primer, tercer y cuarto pastoreo.

Para el primer pastoreo la mezcla que tenía como gramínea acompañante a *Dactylis glomerata* registró la mayor producción a cielo abierto que la obtenida bajo el dosel arbóreo con valores de 3.340,41 y 840,03 Kg MS. ha<sup>-1</sup> respectivamente. La mezcla que estaba compuesta por *Festuca arundinacea* produjo a cielo abierto 2.633,21 Kg MS. ha<sup>-1</sup> superando la producción obtenida bajo el dosel arbóreo, siendo esta última de 1.031,97 Kg MS. ha<sup>-1</sup>. La mezcla compuesta por *L. perenne* produjo a cielo abierto

2.792,43 Kg MS. ha<sup>-1</sup> siendo ésta mayor a la obtenida para el experimento bajo dosel donde se obtuvo una producción de 1.185,67 Kg MS. ha<sup>-1</sup>.

Para el tercer pastoreo se obtuvo un valor de 709,61 Kg MS. ha<sup>-1</sup> para la producción a cielo abierto de la mezcla que se integraba por *D. glomerata* superando a lo obtenido para dicha mezcla bajo el dosel en donde se registró un valor de 217,67 Kg MS. ha<sup>-1</sup>. La mezcla compuesta por *Festuca arundinacea* a cielo abierto presentó una producción de 509,18 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en cambio bajo el dosel la producción fue menor registrando un valor de 53,79 Kg MS. ha<sup>-1</sup>. Para la mezcla de *L. perenne* se obtuvo valores de 97,68 Kg MS. ha<sup>-1</sup> a cielo abierto, en tanto que para el experimento bajo dosel los valores obtenidos fueron de 34,58 Kg MS. ha<sup>-1</sup>.

En el cuarto pastoreo la producción obtenida para la mezcla integrada por *Festuca arundinacea* tuvo un valor de 1.117,24 Kg MS. ha<sup>-1</sup> para el experimento a cielo abierto mientras que en bajo el dosel la producción obtenida fue menor registrándose un valor de 234,73 Kg MS. ha<sup>-1</sup>. La producción de la mezcla de *Dactylis glomerata* a cielo abierto fue de 1.103,69 Kg MS. ha<sup>-1</sup>, la producción bajo el dosel arbóreo fue menor rindiendo 380,95 Kg MS. ha<sup>-1</sup>. En último lugar los datos obtenidos para la producción a cielo abierto para la mezcla compuesta por *L. perenne* fue de 732,67 Kg MS. ha<sup>-1</sup>, resultando superior a la obtenida bajo dosel siendo esta de 29,02 Kg MS. ha<sup>-1</sup>.

#### 4.5 PRODUCCIÓN ESTACIONAL

##### 4.5.1 Producción estacional de materia seca a cielo abierto

A continuación, se analizará el comportamiento de la producción de materia seca obtenida a cielo abierto para las estaciones de otoño, invierno, verano y el acumulado para otoño-invierno-primavera, la misma será cuantificada en Kg (de materia seca) por hectárea y para cada uno de los tres tratamientos (mezclas forrajeras).

En el siguiente cuadro se presentará la producción acumulada para otoño, invierno, primavera y la estacional obtenida, en el experimento a cielo abierto.

Cuadro No. 12. Producción estacional y acumulada para otoño, invierno, primavera

O-I-P		Verano		Otoño		Invierno	
Tratamiento	Kg MS.ha <sup>-1</sup>	Tratamiento	Kg MS.ha <sup>-1</sup>	Tratamiento	Kg MS.ha <sup>-1</sup>	Tratamiento	Kg MS.ha <sup>-1</sup>
DG+LC+TB	5006,66	DG+LC+TB	1284,6	FA+LC+TB	1239,68	FA+LC+TB	184,58
FA+LC+TB	3477,86	FA+LC+TB	1089,48	DG+LC+TB	883,52	DG+LC+TB	112,6
LP+LC+TB	3232,71	LP+LC+TB	606,23	LP+LC+TB	611,31	LP+LC+TB	79,48
CME	340713,87	CME	75650,29	CME	94153,45	CME	2627,91
CV %	14,94	CV	27,69	CV %	33,66	CV %	40,83

FA+LC+TR: *Festuca arundinacea* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*; LP+LC+TR: *Lolium perenne* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*, DG+LC+TR: *Dactylis glomerata*+*Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*; CME: cuadrado medio del error; CV%: coeficiente de variación.

Analizando los resultados presentados se puede observar que las producciones de los diferentes tratamientos no presentaron diferencias estadísticamente significativas al 5%. Para las estaciones en estudio se dio una tendencia al aumento del coeficiente de variación (CV) a medida que se avanza en el tiempo.

Se observó un comportamiento de la mezcla de *Dactylis glomerata* para el período O-I-P semejante a lo obtenido por García (2003) quien obtuvo rendimientos de 5.700 Kg MS. ha<sup>-1</sup> desde marzo a diciembre. En cambio, para las mezclas con *Festuca arundinacea* y *Lolium perenne* las producciones están por debajo de lo esperado. Se esperaría incluso que *L. perenne* presentase una producción mayor a la mezcla que contiene *Dactylis glomerata* lo cual no ocurre, este resultado se podría explicar por los problemas de adaptabilidad a las condiciones ambientales (suelo-clima). *Lolium perenne* prefiere ambientes con temperaturas medias moderadas y régimen pluviométrico uniforme, áreas con climas templados y húmedos sobre todo aquellos frescos nubosos y sombríos, no tolerando la sequía (Carámbula, 2002).

La producción obtenida en verano refleja el período crítico de déficit hídrico que tuvo que sortear la pastura. En el cuadro se puede observar la tendencia a la baja en la producción de materia seca de las tres mezclas durante dicho período y en los subsiguientes, otoño e invierno. Esta baja en producción para la siguiente estación se debe a que la mortandad de plantas, lo cual coincide por Formoso (1996) el cual afirma que en esta estación es donde se pierden el mayor número de unidades de producción (tallos y macollos), dejando espacios libres en el tapiz los cuales fueron ocupados por especies no sembradas (malezas). Como consecuencia las mezclas no pudieron resistir la competencia, así como tampoco recuperar el número de plantas perdidas, lo que da como resultado la no recuperación de la pastura y disminución de la producción.

#### 4.5.2 Producción estacional de materia seca bajo el dosel arbóreo

A continuación, se presentará en el cuadro No. 13 la información de la producción obtenida bajo el dosel arbóreo para las estaciones de otoño, invierno, verano y el acumulado para otoño-invierno-primavera cuantificada en Kg de materia seca por hectárea y para cada uno de los tres tratamientos (mezclas forrajeras).

Cuadro No. 13. Producción estacional acumulada de O-I-P y para las estaciones de verano, otoño e invierno según tratamiento, en el experimento bajo el dosel arbóreo

O-I-P			Verano			Otoño			Invierno		
Tratamiento	Kg MS.ha <sup>-1</sup>		Tratamiento	Kg MS.ha <sup>-1</sup>		Tratamiento	Kg MS.ha <sup>-1</sup>		Tratamiento	Kg MS.ha <sup>-1</sup>	
LP+LC+TR	1989,89	a	DG+LC+TR	425,49	a	DG+LC+TR	570,51	a	DG+LC+TR	89,86	a
FA+LC+TR	1881,4	a	FA+LC+TR	208,98	b	FA+LC+TR	414,58	ab	LP+LC+TR	71,57	a
DG+LC+TR	1839,77	a	LP+LC+TR	44,41	c	LP+LC+TR	382,13	b	FA+LC+TR	67,35	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p>0,05).

FA+LC+TR: *Festuca arundinacea* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*; LP+LC+TR: *Lolium perenne* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*, DG+LC+TR: *Dactylis glomerata*+*Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*.

En los resultados presentados en el cuadro anterior se visualizan diferencias estadísticamente significativas para las producciones de verano y otoño.

Para verano las diferencias son contrastantes, la mezcla con *D. glomerata* es la que presentó la mayor producción, seguido por *F. arundinacea* y *L. perenne* respectivamente. Los resultados obtenidos por la mezcla con *D. glomerata* están en consonancia con lo expresado por García (1995a), quien le atribuye como tolerante a los déficits hídricos estivales, siendo de las gramíneas perennes invernales una de las especies que utiliza mejor el agua, no tiene latencia estival y produce buena cantidad de forraje en dicho período. Lo antes dicho confirma que si bien *Festuca arundinacea* tiene tolerancia a la sequía no presenta una gran producción en verano, época en la cual se debe de hacer un manejo cuidadoso de dicha pastura.

El comportamiento de *Lolium perenne* para este período se podría explicar en parte de acuerdo a lo descrito por Carámbula (2002), quien caracteriza a esta especie como no tolerante a la sequía y las altas temperaturas, situaciones que ocurrieron durante el verano del período experimental, las cuales llevaron a que dicha especie presentara una disminución en su población y consiguiente decremento en la producción. En el otoño esta especie presentó una marcada recuperación, pero aun así continuó siendo la que presentó la menor producción. Para la mezcla que integraba *Festuca arundinacea* no se diferenció estadísticamente de las mezclas compuestas por *Dactylis glomerata* y *Lolium perenne* pudiendo producir como una u otra.

En el período O-I-P desde la implantación al primer pastoreo la producción fue igual para todas las mezclas no detectándose diferencias estadísticamente significativas, esto estaría reflejando que se podría haber a un efecto en común que afectó dichas especies, durante el período de implantación y establecimiento. Las explicaciones podrían ser: 1- la caída de acículas sobre la pastura (la cual interfiere en la penetración de la radiación al estrato herbáceo y deja una menor cantidad de nitrógeno disponible por ser secuestrado para la descomposición de estas por su alta relación carbono nitrógeno (Kirchner et al., 2010); 2- el suelo, para el caso de *Lolium perenne* como ya fue discutido anteriormente estaría disminuyendo su potencial al mismo nivel que *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea*, recordemos que *Lolium perenne* es catalogado por su gran precocidad y volumen de forraje producido en su primer año (Carámbula, 2002).

Para el período invernal es importante destacar que se tomaron solo 14 días de crecimiento de la pastura por llegar a la fecha límite de evaluación, lo cual refleja la baja producción para esta estación, la misma fue estimada por la tasa de crecimiento y no se

detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos (mezclas forrajeras).

#### 4.5.3 Comparación entre experimentos mediante intervalos de confianza (IC)

Los resultados obtenidos mediante la comparación de medias de los tratamientos a través de intervalos con un 95 % de confianza expresaron que hubo diferencias entre los experimentos (a cielo abierto y bajo dosel arbóreo) para las cuatro estaciones evaluadas (otoño-invierno-primavera, verano, otoño, invierno).

Para la variable de producción acumulada durante las estaciones de otoño-invierno-primavera para el primer año de las mezclas las producciones fueron mayores a cielo abierto que bajo el dosel para las tres mezclas. La mezcla compuesta por *Dactylis glomerata* produjo a cielo abierto 5.006,66 Kg MS. ha<sup>-1</sup> mientras bajo el dosel el rendimiento fue inferior con un valor de 1.839,77 Kg MS. ha<sup>-1</sup>. La producción para la mezcla integrada por *Festuca arundinacea* fue de 3.477,86 Kg MS. ha<sup>-1</sup> a cielo abierto, en cambio para el experimento bajo dosel se obtuvo una producción menor, con un valor de 1.881,4 Kg MS. ha<sup>-1</sup>. La última mezcla evaluada correspondiente a la gramínea *L. perenne* registró una producción de 3.232,71 Kg MS. ha<sup>-1</sup> a cielo abierto superando la obtenida bajo el dosel, esta última tuvo un valor de 1.989,89 Kg MS. ha<sup>-1</sup>.

Durante la estación verano las producciones obtenidas para las mezclas fueron menores estadísticamente bajo el dosel arbóreo que las obtenidas a cielo abierto. La mezcla compuesta por *Dactylis glomerata* registró un valor de 1.284,06 Kg MS. ha<sup>-1</sup> para el experimento a cielo abierto superando la producción de esta mezcla en el experimento bajo dosel la cual fue de 425,89 Kg MS. ha<sup>-1</sup>. La siguiente mezcla compuesta por *Festuca arundinacea* produjo a cielo abierto 1.089,48 Kg MS. ha<sup>-1</sup>, valor que fue superior a lo obtenido para el experimento bajo dosel que fue de 208,98 Kg MS. ha<sup>-1</sup>. La mezcla compuesta por *L. perenne* registró una producción a cielo abierto de 606,23 Kg MS. ha<sup>-1</sup> mientras que bajo el dosel presentó una producción menor, siendo esta de 44,41 Kg MS. ha<sup>-1</sup>.

Para la estación de otoño las mezclas en las cuales se observó diferencias estadísticamente significativas en sus medias, fueron las mezclas integradas por *Festuca arundinacea* y *Lolium perenne*. Para la primera mezcla se obtuvo una producción con un valor de 1.239,68 Kg MS. ha<sup>-1</sup> en el experimento a cielo abierto, superando al valor de 414,58 Kg MS. ha<sup>-1</sup> obtenidos para el experimento bajo dosel arbóreo. *Lolium perenne* registró un valor de 611,31 Kg MS. ha<sup>-1</sup> para el experimento a cielo abierto, en cambio para el experimento bajo dosel arbóreo se registró un valor inferior siendo este 382,13 Kg MS. ha<sup>-1</sup>.

En la estación de invierno solo se obtuvo diferencias significativas en sus medias, para la mezcla compuesta por la gramínea acompañante *Festuca arundinacea* la

cual presentó una producción a cielo abierto de 154,58 Kg MS. ha<sup>-1</sup>, y bajo el dosel arbóreo una producción inferior con un valor de 67,35 Kg MS. ha<sup>-1</sup>.

#### 4.6 COBERTURA DEL SUELO

##### 4.6.1 Porcentaje de la cobertura del suelo en el forraje disponible a cielo abierto

A continuación, se presentan los resultados correspondientes a los porcentajes de cobertura del suelo para las fracciones verde, restos secos (RS), suelo descubierto más mantillo (SD+MAN), para las tres mezclas forrajeras evaluadas.

Al no reportarse diferencias estadísticamente significativas se pasará a presentar los datos en los siguientes gráficos. Se representan las proporciones de las diferentes fracciones que componen la cobertura del suelo por tratamiento y a través de los pastoreos.

En el gráfico No. 7 se presenta la información de la mezcla (tratamiento) que tiene como gramínea acompañante a *L. perenne* a través de los cinco pastoreos para las fracciones verde, restos secos y suelo descubierto más mantillo.

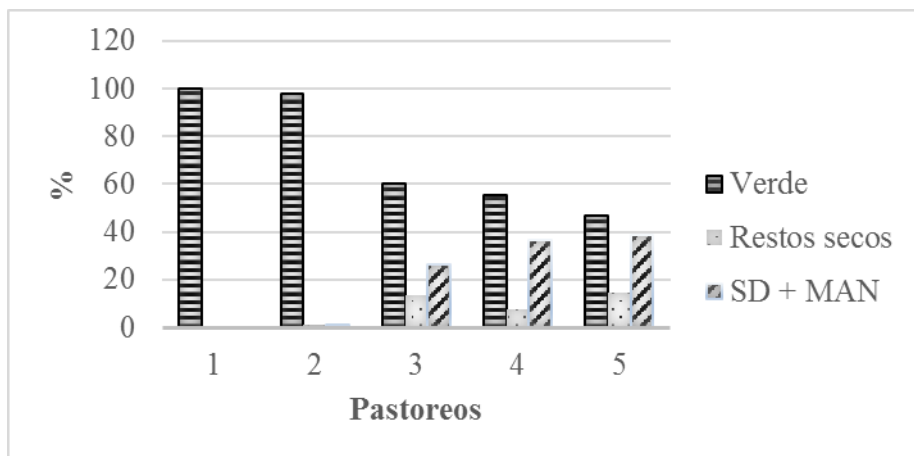


Gráfico No. 7. Porcentaje de fracciones para la mezcla (tratamiento) que tiene como gramínea acompañante a *L. perenne* a través de los cinco pastoreos

En el gráfico anterior se observa en los dos primeros pastoreos una cobertura del suelo del entorno del 100 por ciento en cuanto a la fracción verde. En los pastoreos siguientes la fracción restos secos y suelo descubierto más mantillo, se incrementan como porcentaje de cobertura, a instancias de una disminución del porcentaje de la fracción verde, esto se puede relacionar al ciclo productivo de la pastura, a las condiciones edáficas y meteorológicas. Analizando individualmente la fracción suelo descubierto (SD+MAN) esta fracción se incrementa en mayor proporción a partir del tercer al cuarto pastoreo en el entorno del 20 %, hasta alcanzar el 40 % en el quinto

pastoreo, esto se relaciona con el período de déficit hídrico, lo que ocasionó mortandad de plantas de las especies sembradas, así como también de las especies espontáneas, con lo cual el área ocupada por la fracción SD+MAN se incrementa.

En el gráfico No. 8 se presenta la información de la mezcla (tratamiento) que tiene como gramínea acompañante a *D. glomerata* a través de los cinco pastoreos para las fracciones verde, restos secos y suelo descubierto más mantillo.

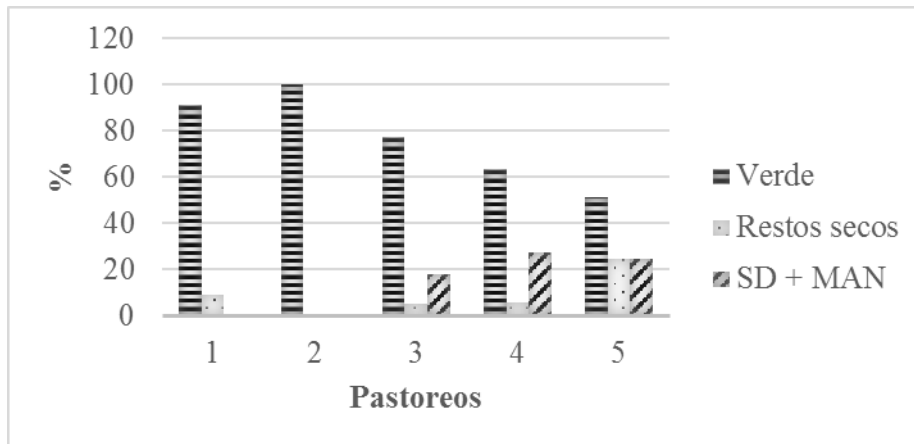


Gráfico No. 8. Porcentaje de fracciones para la mezcla que tiene como gramínea acompañante a *D. glomerata* en los cinco pastoreos

La fracción verde en el gráfico para los pastoreos uno y dos tiene una proporción superior al 90 % llegando al 100 % en el segundo pastoreo. En el primer pastoreo se observaron restos secos los cuales podrían estar asociados a la mortandad de plántulas, ocurridas por la competencia de estas por la propia acumulación natural que se da desde la implantación a la primera fecha de pastoreo, un período que comprende 5 meses sin realizar pastoreos. Luego para el segundo pastoreo no se relevan datos de esta fracción reafirmando lo antes mencionado, de un pastoreo a otro se renueva la pastura y se da acceso a luz a los nuevos puntos de crecimiento, disminuyendo la competencia y mortandad de las macollas. Carámbula (2002) menciona que el efecto de la luz tiene gran incidencia en poblaciones densas como consecuencias de manejo de defoliación desacertada, esto puede determinar valores suficientemente bajos de luz los cuales impiden el crecimiento normal de las plantas.

El gráfico No. 9 presentado muestra la información para el tratamiento (mezcla forrajera) que tiene como gramínea acompañante a *F. arundinacea* a través de los cinco pastoreos para las fracciones verde, restos secos y suelo descubierto más mantillo.



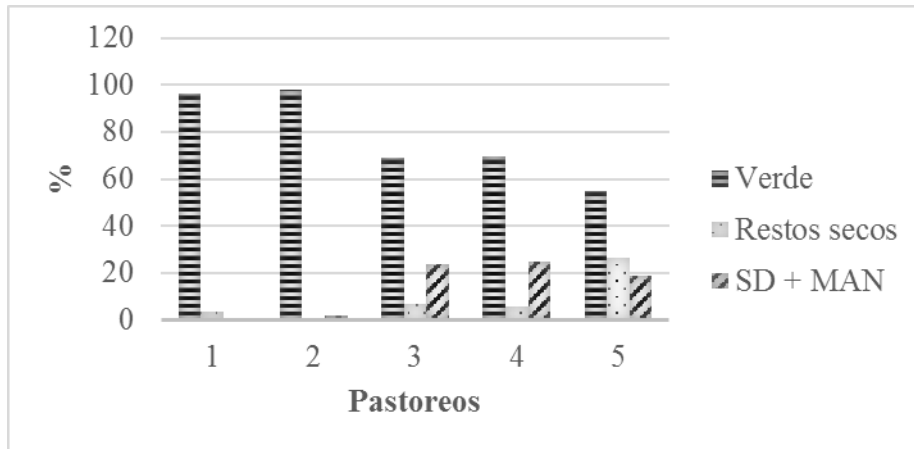


Gráfico No. 9. Porcentaje de fracciones para la mezcla forrajera que tiene como gramínea acompañante a *F. arundinacea* a través de los cinco pastoreos

Para esta mezcla la cobertura del suelo en el primer y segundo pastoreo tiene un comportamiento muy similar al comentado previamente para *Dactylis glomerata*, con la diferencia que en el segundo pastoreo aparece un porcentaje menor de suelo descubierto mas mantillo.

Los pastoreos tres, cuatro y cinco para los tratamientos *D. glomerata* y *F. arundinacea* para las fracciones SD+MAN y RS tiene un comportamiento muy similar con valores promedios del orden de 20 % y 12 %, respectivamente. Para la fracción SD+MAN, se mantiene en los tres pastoreos, con valores aproximados del 25 %, no sucediendo lo mismo con la fracción RS, la cual presentó valores cercanos al 5 % en el tercer y cuarto pastoreo para luego registrar un aumento considerable en el último pastoreo (quinto pastoreo) con un valor promedio de 25 %. El aumento de esta fracción (RS) podría ser explicado por el incremento de la senescencia de las hojas adultas, según Carámbula (2002) en otoño y primavera la velocidad de senescencia de las hojas es mayor que en invierno, debido a que en esas estaciones la velocidad de aparición de hojas es mucho mayor que en el resto del año, generalmente la velocidad de mortalidad de las hojas es igual a la de su aparición, sin embargo las condiciones ambientales pueden hacer variar esta relación.

#### 4.6.2 Porcentaje de la cobertura del suelo en el forraje disponible bajo dosel

A continuación, se desarrollarán los resultados correspondientes a los porcentajes de cobertura del suelo para las fracciones verde, restos secos (RS), pinocha, para las tres mezclas forrajeras evaluadas.

En el cuadro No. 14 se presentan los resultados para el primer pastoreo para las fracciones verde, restos secos y pinocha, expresada como porcentaje para cada una de las tres mezclas.

Cuadro No. 14. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el primer pastoreo por tratamiento

Verde			Restos secos			Pinocha		
Tratamiento	%		Tratamiento	%		Tratamiento	%	
LP+LC+TR	94,9	a	FA+LC+TR	9,94	a	DG+LC+TR	10,7	a
FA+LC+TR	81,7	b	DG+LC+TR	9,52	a	FA+LC+TR	8,36	a
DG+LC+TR	79,8	b	LP+LC+TR	1,34	b	LP+LC+TR	3,75	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

En el cuadro anterior se aprecian diferencias estadísticas significativas para las fracciones verde y resto seco. La mezcla de *Lolium perenne* es estadísticamente superior y distinta a las mezclas de *D. glomerata* y *F. arundinacea* (estadísticamente iguales) respecto a la fracción verde, a su vez esto es coherente si observamos la fracción restos secos en donde *L. perenne* fue estadísticamente inferior y presentó los menores porcentajes de esta mencionada fracción, superado por las mezclas de *D. glomerata* y *F. arundinacea* las cuales son estadísticamente superiores. La fracción pinocha no presentó diferencias estadísticas, si bien el número de árboles por bloque es diferente no hubo incidencia en la cobertura por pinocha en los diferentes tratamientos.

Estos resultados reflejan la potencialidad macolladora y precocidad que tiene *Lolium perenne*, lo que hace que sea una especie muy productiva desde su implantación, ya que es de fácil establecimiento a pesar de ser una especie perenne (Carámbula, 2002).

El cuadro No. 15 presenta los resultados obtenidos para el segundo pastoreo para las fracciones verde, restos secos y pinocha, expresada como porcentaje para cada una de las tres mezclas.

Cuadro No. 15. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el segundo pastoreo por tratamiento

Verde			Restos secos			Pinocha		
Tratamiento	%		Tratamiento	%		Tratamiento	%	
LP+LC+TR	94,9	a	FA+LC+TR	3,33	a	DG+LC+TR	14,6	a
FA+LC+TR	91,8	ab	DG+LC+TR	0	a	LP+LC+TR	5,13	a
DG+LC+TR	85,4	b	LP+LC+TR	0	a	FA+LC+TR	4,88	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

En el cuadro presentado correspondiente al segundo pastoreo se observó la existencia de diferencias estadísticamente significativas en la fracción verde únicamente. Los tratamientos integrados por *Lolium perenne* y *Dactylis glomerata* se pueden considerar distintos, el primero fue el que presentó el mayor valor porcentual (94,87 %), y el último el que presentó el menor valor de fracción verde, el cual correspondió a 85,4

%. El tratamiento correspondiente a la gramínea acompañante *Festuca arundinacea* no se diferenció de los dos anteriores presentando un porcentaje de cobertura de la fracción verde intermedio (91,79 %).

Los resultados anteriores son coincidentes con los del primer pastoreo ya que las fracciones para cada tratamiento se expresan de forma similar. Para las fracciones restos secos y pinocha no se aprecian diferencias estadísticas entre los tratamientos, la tendencia observada es similar, sin embargo, para la fracción verde se observan diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos y al igual que en el primer pastoreo la mezcla que contiene como gramínea acompañante a *L. perenne* continuó siendo la mayor con un porcentaje de fracción verde de 94,87 %.

El gráfico No. 10 se presentan los resultados para el tercer pastoreo para las fracciones verde, restos secos y pinocha, expresadas como porcentaje para cada una de las tres mezclas en el cual no se detectaron diferencias estadísticas.

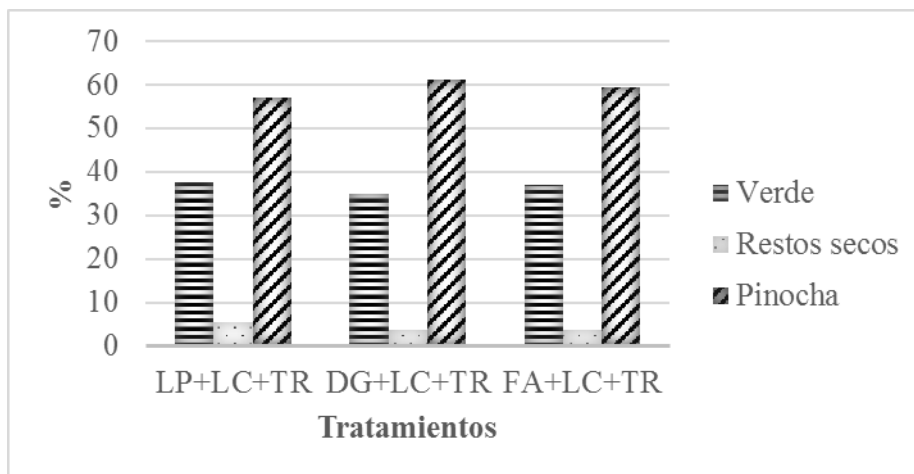


Gráfico No. 10. Porcentaje de fracciones de la cobertura del suelo por tratamiento en el tercer pastoreo

Los resultados presentados para el tercer pastoreo, si bien no se constataron diferencias estadísticamente significativas, agrónomicamente se observó que la fracción pinocha fue la que presentó mayores valores del orden del 60 % para cada tratamiento. La fracción verde ocupó el segundo lugar tomando valores promedios del entorno del 37 %, los restos secos fueron menores no superando el 6 %.

En el cuadro No. 16 se presentan los resultados para el cuarto pastoreo para las fracciones verde, restos secos y pinocha, expresadas como porcentaje para cada una de las tres mezclas.

Cuadro No. 16. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el cuarto pastoreo por tratamiento

Verde			Restos secos			Pinocha		
Tratamiento	%		Tratamiento	%		Tratamiento	%	
FA+LC+TR	26,5	a	DG+LC+TR	0,04	a	LP+LC+TR	93,1	a
DG+LC+TR	23,9	a	LP+LC+TR	0,04	a	DG+LC+TR	76	b
LP+LC+TR	6,88	b	FA+LC+TR	0	a	FA+LC+TR	73,5	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

Analizando el cuadro anterior se puede observar diferencias estadísticamente significativas para la fracción verde y pinocha.

Las mezclas que tienen como gramíneas acompañantes a *F. arundinacea* y *D. glomerata*, en la fracción verde son estadísticamente iguales y superiores a la mezcla que tiene a *L. perenne* como gramínea acompañante.

En la fracción pinocha también se detectaron diferencias estadísticamente significativas, la mezcla que tiene a *L. perenne* como gramínea acompañante es estadísticamente superior a las mezclas que tiene como gramínea acompañante a *D. glomerata* y *F. arundinacea*, las cuales le siguen en orden y no se diferencian estadísticamente entre sí.

Los resultados expresados para las fracciones verde y pinocha están relacionados, como se pudo apreciar la mezcla que presentó el menor porcentaje de verde fue la que tuvo mayor porcentaje de pinocha.

Para la fracción restos secos no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

El cuadro No. 17 presenta los resultados para el quinto pastoreo para las fracciones verde, restos secos y pinocha, expresadas como porcentaje para cada una de las tres mezclas.

Cuadro No. 17. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el quinto pastoreo por tratamiento

Verde			Restos secos			Pinocha		
Tratamiento	%		Tratamiento	%		Tratamiento	%	
DG+LC+TR	43,3	a	DG+LC+TR	1,34	a	LP+LC+TR	75,8	a
FA+LC+TR	42	a	FA+LC+TR	0,76	a	FA+LC+TR	57,3	b
LP+LC+TR	24	b	LP+LC+TR	0,22	a	DG+LC+TR	55,4	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

Las mezclas que contienen como gramínea acompañante a *D. glomerata* y *F. arundinacea* para la fracción verde son estadísticamente iguales entre sí, la mezcla que tiene como gramínea acompañante a *L. perenne* fue la que presentó el menor porcentaje de los tres tratamientos presentando diferencias estadísticamente significativas frente a las mencionadas anteriormente.

Para la fracción restos secos no se detectaron diferencias estadísticas entre los tres tratamientos.

La fracción pinocha tiene un tratamiento estadísticamente superior, siendo ésta la mezcla que contiene como gramínea acompañante a *Lolium perenne*. Las mezclas que contienen como gramínea acompañante a *D. glomerata* y *F. arundinacea* son estadísticamente igual y menores a la mezcla integrada por *Lolium perenne*.

Los resultados del quinto pastoreo en el cual se visualiza una recuperación de la fracción verde (aumento de su porcentaje de cobertura) y disminución concomitante de la fracción pinocha, podría estar relacionado a las mejoras en las condiciones ambientales, coincidiendo con el período otoñal el cual ofrece las condiciones ambientales más apropiadas para que se realice un proceso activo de macollaje (Carámbula, 2002), así como aumento de la tasa de aparición de hojas y expansión foliar.

Analizando el comportamiento de la fracción pinocha para los cinco pastoreos se manifestó una evolución ascendente de la misma desde el tercer al cuarto pastoreo y luego un descenso del cuatro al quinto. Esta distribución está en estrecha relación con lo sucedido en la fracción verde, en donde los porcentajes bajan del tercero al cuarto para luego aumentar del cuarto al quinto pastoreo. Esto podría relacionarse con las condiciones ambientales ocurridas en esta etapa del experimento (verano), en donde se produjo un período de déficit hídrico lo que resultó en un bajo porcentaje de agua disponible en el suelo y sumado a altas temperaturas propias de la época, dieron como resultado un detrimento en la producción y proporciones de las fracciones verde para dichos pastoreos.

#### 4.6.3 Comparación entre experimentos mediante intervalos de confianza (IC)

Los resultados obtenidos mediante la comparación de medias de los tratamientos a través de intervalos con un 95 % de confianza expresaron que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los experimentos (a cielo abierto y bajo dosel arbóreo) para las fracciones verde, restos secos, suelo descubierto y pinocha para los cinco pastoreos evaluados. Para la comparación de las áreas no cubiertas por el tapiz sembrado entre los dos experimentos se comparan entre suelo descubierto más mantillo (SD+MAN) correspondiente al experimento a cielo abierto y pinocha que corresponde al experimento bajo el dosel.

Seguidamente se presentarán los resultados para el primer pastoreo y las fracciones evaluadas. Para la fracción porcentaje de verde las medias calculadas para los intervalos de confianza mostraron el mismo grado de cobertura para ambos experimentos, no observándose diferencias entre las medias. Para la fracción restos secos los resultados obtenidos fueron mayores en el experimento bajo dosel, en el que se obtuvieron para las mezclas diferencias estadísticamente significativas, la mezcla compuesta por *F. arundinacea* y *D. glomerata* fueron (iguales entre sí) superiores a la de *L. perenne*. En la fracción SD+MAN y pinocha se registraron mayores valores en el experimento bajo el dosel en donde no se registraron diferencias estadísticamente significativas para las tres mezclas. Lo último refleja que las tres mezclas a cielo abierto a la fecha del primer pastoreo (180 días después de la siembra) lograron un establecimiento aceptable y buena cobertura del suelo, mientras que bajo el dosel no ocurrió lo mismo.

En el segundo pastoreo se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los dos experimentos para las medias calculadas de las fracciones en evaluación. Para la fracción verde los porcentajes de cobertura fueron superiores en el experimento a cielo abierto, para el experimento bajo dosel se registraron diferencias estadísticamente significativas para los tres tratamientos (mezclas forrajeras), la mezcla que contenía a *L. perenne* fue superior a la mezcla de *D. glomerata*, la mezcla con *F. arundinacea* tuvo una cobertura similar a la mezcla compuesta por *D. glomerata* y/o *L. perenne*. En la fracción restos secos se constató que las magnitudes de los valores no permiten detectar diferencias entre los experimentos, no obteniendo diferencias estadísticas entre las tres mezclas forrajeras en ambos casos. Para las fracciones que representan el porcentaje de espacios libres no cubierto por las mezclas bajo el dosel arbóreo se constató mayores porcentajes que a cielo abierto y no detectándose diferencias estadísticamente significativas para las tres mezclas evaluadas en los experimentos.

Para el pastoreo tres la fracción verde y restos secos tuvieron una mayor proporción de dichas variables para cielo abierto, y no se detectaron diferencias estadísticamente significativas para ninguno de los tres tratamientos para ambos experimentos. Para las fracciones que representan el porcentaje de espacios libres no cubierto por las mezclas, bajo dosel arbóreo se constató mayores porcentajes de las mismas (pinocha) no detectándose diferencias estadísticamente significativas para las tres mezclas evaluadas en los experimentos.

Para el cuarto pastoreo los valores obtenidos para el porcentaje de verde fueron mayores a cielo abierto, se detectaron diferencias estadísticamente significativas para las mezclas en el experimento bajo dosel, la mezcla con *D. glomerata* y *F. arundinacea* resultaron estadísticamente iguales y superiores a la mezcla con *L. perenne*. La fracción restos secos los valores obtenidos a cielo abierto fueron mayores y no se detectaron diferencias entre las mezclas para ninguno de los dos experimentos. Para las fracciones que representan el porcentaje de espacios libres no cubierto por las mezclas, bajo el

dosel arbóreo, se constató mayores porcentajes de las mismas (pinocha) y se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las tres mezclas evaluadas para el experimento bajo dosel arbóreo, la mezcla compuesta por *L. perenne* resultó estadísticamente superior a la de *D. glomerata* y *F. arundinacea* que son estadísticamente iguales entre sí.

En el quinto pastoreo los resultados obtenidos para la fracción verde fueron mayores para el experimento a cielo abierto, se detectaron diferencias estadísticamente significativas para el experimento bajo dosel donde las mezclas compuestas por *F. arundinacea* y *D. glomerata* (estadísticamente iguales entre sí) resultaron mayores a la mezcla compuesta por *L. perenne*. En la fracción restos secos, los porcentajes obtenidos para ésta fueron superiores en el experimento bajo dosel que a cielo abierto. Los porcentajes en este último experimento fueron muy inferiores al primero. Para las fracciones que representan el porcentaje de espacios libres no cubierto por las mezclas, bajo el dosel se constató mayores porcentajes de las mismas (pinocha) y se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las tres mezclas evaluadas para el experimento bajo dosel. La mezcla compuesta por *L. perenne* resultó estadísticamente superior a la de *D. glomerata* y *F. arundinacea* que son estadísticamente iguales entre sí. Si bien los resultados obtenidos son iguales que para el cuarto pastoreo, se observó un descenso en los porcentajes detectados para la variable pinocha en el experimento bajo dosel arbóreo.

#### 4.6.4 Porcentaje de cobertura en el rechazo pos pastoreo a cielo abierto

A continuación se presentarán los resultados obtenidos para las fracciones verde, suelo descubierto más mantillo y restos secos, para las mezclas evaluadas a través de los pastoreos.

El gráfico No. 11 presenta la evolución de las diferentes fracciones para la mezcla que tiene como gramínea acompañante a *L. perenne*, para el primer, tercer y cuarto pastoreo, en los cuales no se detectaron diferencias estadísticamente significativas.

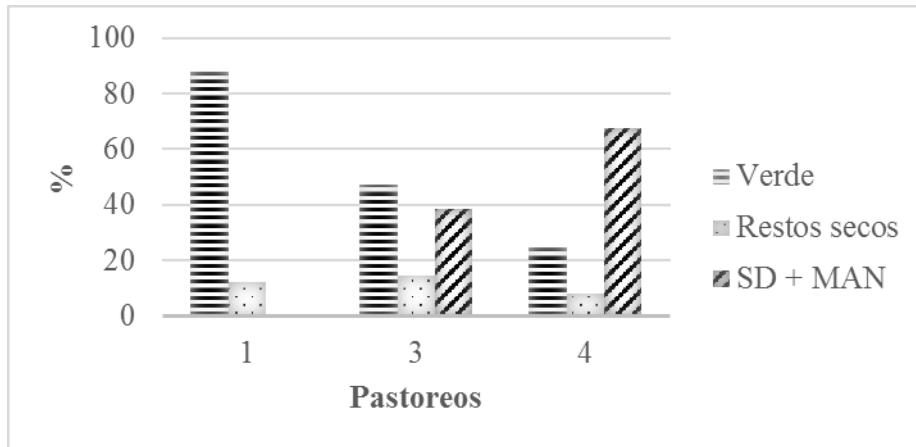


Gráfico No. 11. Porcentaje de fracciones para la mezcla forrajera (tratamiento) que tiene como gramínea acompañante a *L. perenne*, para el primer, tercer y cuarto pastoreo

El gráfico No. 12 presenta la evolución de las diferentes fracciones para la mezcla que tiene como gramínea acompañante a *D. glomerata*, para el primer, tercer y cuarto pastoreo, en los cuales no se detectaron diferencias estadísticamente significativas.

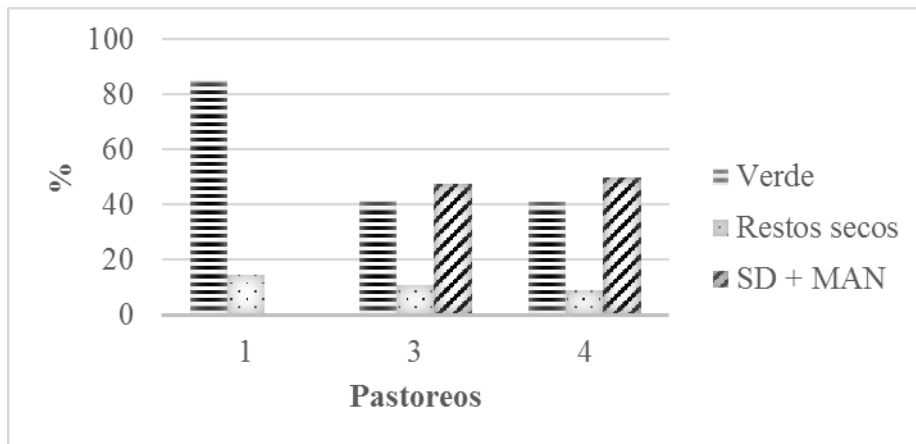


Gráfico No. 12. Porcentaje de fracciones para la mezcla forrajera (tratamiento) que tiene como gramínea acompañante *D. glomerata*, para el primer, tercer y cuarto pastoreo

El gráfico No. 13 presenta la evolución de las diferentes fracciones para la mezcla que tiene como gramínea acompañante a *F. arundinacea*, para el primer, tercer y cuarto pastoreo, en los cuales no se detectaron diferencias estadísticamente significativas.



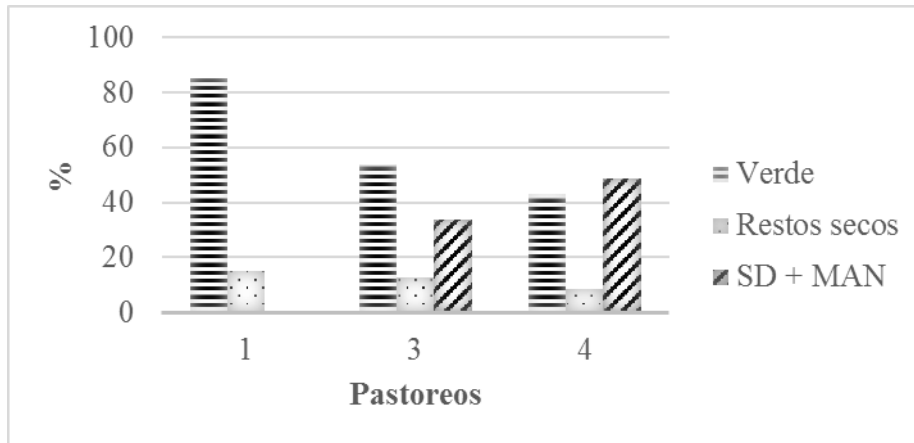


Gráfico No. 13. Porcentaje de fracciones para la mezcla forrajera (tratamiento) que tiene como gramínea acompañante a *F. arundinacea*, para el primer, tercer y cuarto pastoreo

Se puede apreciar en los gráficos anteriores para el primer pastoreo la distribución de las fracciones verde y restos secos donde se presentaron valores semejantes en los tres tratamientos. La fracción verde es la que se encuentra en mayor proporción obteniéndose un porcentaje promedio mayor al ochenta por ciento para los tres tratamientos, le sigue en importancia la fracción restos secos para la que se obtuvo valores promedios cercanos al 15 % para todos los tratamientos, no se obtuvieron datos para la fracción SD+MAN.

Para los pastoreos tres y cuatro se observó en los tres tratamientos un descenso sostenido de la fracción verde y un aumento muy importante de la fracción suelo descubierto más mantillo. Esto podría ser explicado por el cambio de estación (primavera a verano) y por tratarse de especies perennes invernales, por lo cual la pastura no se encontraba en una fecha óptima para su desarrollo. En el período de verano en donde generalmente ocurren condiciones adversas (déficit hídrico y altas temperatura) las gramíneas inhiben su macollaje y desarrollo pudiendo incluso llegar a ocasionar alta mortalidad de plantas (Carámbula, 1977). Este efecto descrito por Carámbula (1977) fue observado para cada mezcla en diferente grado según sus aptitudes particulares.

El cuadro No. 18 presenta los resultados para el segundo pastoreo para las fracciones verde y restos secos, expresadas en porcentajes para cada una de las tres mezclas.

Cuadro No. 18. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el segundo pastoreo para cada tratamiento

Verde			Restos secos		
Tratamiento	%		Tratamiento	%	
LP+LC+TR	87	a	DG+LC+TR	29,8	a
FA+LC+TR	72,5	b	FA+LC+TR	27,5	a
DG+LC+TR	70,3	b	LP+LC+TR	13	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

En los resultados obtenidos en el cuadro anterior se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las fracciones verdes y restos secos. Se aprecia la superioridad y diferencia estadística del tratamiento que tiene como gramínea acompañante a *Lolium perenne* sobre los tratamientos que tienen como gramíneas acompañantes en la mezcla a *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata* los cuales no muestran diferencias (estadísticamente iguales). Lo expresado está en estrecha relación con lo que sucede con la fracción restos secos, en la cual la mezcla con *Lolium perenne* es estadísticamente inferior siendo superado por la mezcla con *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea* (estadísticamente iguales).

Los resultados comentados en el párrafo anterior no son diferentes a los obtenidos anteriormente, estos se relacionan con la etapa fenológica en cual se encuentra la pastura, etapa en la cual se alargan entrenudos, la tasa de aparición de hojas es mayor y la de senescencia también Carámbula (2002), por lo que la fracción de restos secos aumenta.

El cuadro No. 19 presenta los resultados para el quinto pastoreo para las fracciones verde, restos secos y suelo descubierto más mantillo expresadas como porcentaje para cada una de las tres mezclas.

Cuadro No. 19. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el quinto pastoreo para cada tratamiento

Verde			Restos secos			SD+Man		
Tratamiento	%		Tratamiento	%		Tratamiento	%	
FA+LC+TR	42,5	a	DG+LC+TR	22,1	a	LP+LC+TR	64,5	a
DG+LC+TR	37,5	a	LP+LC+TR	12,1	a	FA+LC+TR	45,7	ab
LP+LC+TR	23,4	a	FA+LC+TR	11,7	a	DG+LC+TR	40,4	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

En el cuadro anterior se observan diferencias estadísticamente significativas únicamente en la fracción suelo descubierto. Estadísticamente superior y el mayor porcentaje lo presentó la mezcla del tratamiento con *Lolium perenne*, en cambio la

mezcla que tenía a *D. glomerata* fue la que presentó el menor valor (SD+MAN), mientras que *F. arundinacea* tuvo una cobertura intermedia no diferenciándose de ninguna de ellas.

Carámbula (2002) afirma que para el caso de *Lolium perenne* esta especie se comporta modestamente durante el verano dadas sus exigencias de humedad. Esta es una especie que no tolera la sequía, muy afectada por las altas temperaturas y se adapta mejor a climas templados y húmedos. Esto hace que en el presente trabajo y en las condiciones particulares dadas durante la evaluación, la mezcla de *Lolium perenne*, sufrió una disminución importante en el número plantas, reflejadas en el aumento de la fracción suelo descubierto más mantillo.

La mezcla sembrada con *Dactylis glomerata* como gramínea acompañante mostró el menor porcentaje de suelo descubierto en el quinto pastoreo. La especie aprovechó las condiciones ambientales del otoño debido a su persistencia en el verano ya que es una gramínea que no presenta latencia estival y se mantiene activa durante todo el año Carámbula (2002).

#### 4.6.5 Porcentaje de cobertura en los rechazos pos pastoreo bajo dosel arbóreo

A continuación se presentarán los resultados obtenidos para las fracciones verde, restos secos y pinocha, para las tres mezclas evaluadas a través de los pastoreos.

El cuadro No. 20 presenta los resultados para el primer pastoreo para las fracciones verde y pinocha, expresadas como porcentaje para cada una de las tres mezclas.

Cuadro No. 20. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el primer pastoreo para cada tratamiento

Verde			Pinocha		
Tratamiento	%		Tratamiento	%	
LP+LC+TB	68,7	a	DG+LC+TR	59,8	a
FA+LC+TR	65,3	a	FA+LC+TR	34,7	b
DG+LC+TR	40,2	b	LP+LC+TB	31,3	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

En el primer pastoreo se observó diferencias estadísticamente significativas para las fracciones verde y pinocha. Para la fracción porcentaje de verde las mezclas que tienen como gramíneas acompañantes a *L. perenne* y *F. arundinacea*, fueron estadísticamente iguales y superiores a la mezcla con *D. glomerata*. En la fracción pinocha se diferenció estadísticamente como superior la mezcla que contiene como gramínea acompañante a *D. glomerata*, seguido por las mezclas que tienen a *L. perenne* y *F. arundinacea* las cuales son menores a la primera e iguales entre si estadísticamente.

El cuadro No. 21 presenta los resultados para el segundo pastoreo para las fracciones verde y pinocha expresadas como porcentaje para cada una de las tres mezclas.

Cuadro No. 21. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el segundo pastoreo para cada tratamiento

Verde			Pinocha		
Tratamiento	%		Tratamiento	%	
FA+LC+TR	71,8	a	DG+LC+TR	45,5	a
LP+LC+TB	62,5	ab	LP+LC+TR	37,5	ab
DG+LC+TR	54,5	b	FA+LC+TR	28,2	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

En el cuadro anterior se observó diferencias estadísticamente significativas. Para la fracción verde la mezcla con *F. arundinacea* fue superior estadísticamente a la mezcla de *D. glomerata*, siendo esta última menor a la primera, la mezcla que contiene como gramínea acompañante a *L. perenne* no se diferenció estadísticamente de las dos mezclas anteriores.

En la fracción pinocha se diferenció estadísticamente como la mezcla con mayor área cubierta por acículas, la que tiene como gramínea acompañante a *D. glomerata*, la mezcla con *F. arundinacea* es la que tuvo menor área cubierta por deposición de acículas, siendo la primera superior y la última la menor estadísticamente. La mezcla que tiene a *L. perenne* como gramínea acompañante no se diferenció estadísticamente, de las mezclas que contienen a *D. glomerata* y *F. arundinacea*.

El cuadro No. 22 presenta los resultados para el tercer pastoreo para las fracciones verde, restos secos y pinocha expresadas como porcentaje para cada una de las tres mezclas.

Cuadro No. 22. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el tercer pastoreo por tratamiento

Verde			Restos secos			Pinocha		
Tratamiento	%		Tratamiento	%		Tratamiento	%	
LP+LC+TR	28,7	a	LP+LC+TR	6,89	a	DG+LC+TR	79,5	a
FA+LC+TR	26	a	FA+LC+TR	5,36	ab	FA+LC+TR	68,7	b
DG+LC+TR	17,5	b	DG+LC+TR	2,98	b	LP+LC+TR	64,4	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

En el cuadro presentado se pudo constatar diferencias estadísticamente significativas para las fracciones verde, restos secos y pinocha. Para la fracción verde las

mezclas que tienen a *L. perenne* y *F. arundinacea* como gramínea acompañante, fueron iguales estadísticamente entre si y superiores a la mezcla que tiene a *D. glomerata* como gramínea acompañante.

En la fracción restos secos la mezcla con *L. perenne* fue superior estadísticamente a la mezcla de *D. glomerata*, siendo esta última menor a la primera, la mezcla que contiene como gramínea acompañante a *F. arundinacea* no se diferenció estadísticamente de las dos mezclas anteriores.

En la fracción pinocha se diferenció estadísticamente como superior la mezcla que contiene como gramínea acompañante a *D. glomerata*, seguido por las mezclas que tienen a *L. perenne* y *F. arundinacea* las cuales son menores a la primera e iguales entre si estadísticamente.

En los cuadros anteriormente presentados se observaron diferencias estadísticamente significativas, para las fracciones verde y pinocha en los tres primeros pastoreos. La mezcla de *Dactylis glomerata* es el tratamiento que presentó los menores porcentajes de fracción verde. Esto último se relaciona con lo obtenido en el disponible para la fracción verde en cuanto a la cobertura del suelo. Analizando el número de macollas por metro lineal para los mismos tratamientos se puede advertir que hasta el tercer pastoreo inclusive, el número de macollas para la mezcla de *Dactylis glomerata* fue menor estadísticamente que en el resto de los tratamientos.

Las mezclas de *F. arundinacea* y *L. perenne* son estadísticamente iguales, y superiores a *Dactylis glomerata* para el primer, segundo y tercer pastoreo en cuanto al porcentaje de la fracción verde. Se evidenció la precocidad de *L. perenne* y un buen comportamiento de *F. arundinacea* en la cobertura del suelo. Es coherente el resultado obtenido para el caso de *L. perenne* ya que se mencionan las buenas aptitudes y gran precocidad de esta gramínea, por el contrario, no fue esperable en el caso de *F. arundinacea* que superó a *D. glomerata*, debido a que la primera es una gramínea invernal de lento establecimiento que podría estar relacionado a una baja movilización de reservas de la semilla y en consecuencia el crecimiento lento de la raíz (Carámbula, 2002).

La fracción correspondiente a la cobertura de acículas (pinocha) expresa los espacios libres que no ocupa la fracción verde en la cobertura del suelo, al haber menos cobertura del suelo, mayor es la fracción de pinocha en proporción. Como se evidenció en los tratamientos anteriores cuando aumenta la proporción de la fracción verde disminuye la cobertura de acículas sobre el suelo.

Para restos secos se observan diferencias estadísticamente significativas en el tercer pastoreo, pero en una baja proporción el cual no supera el 7 % en el caso del tratamiento superior, que se corresponde con la mezcla de *Lolium perenne*. El menor porcentaje de restos secos se corresponde con tratamiento que compone la mezcla

*Dactylis glomerata* el cual no llega al 3 %, estas diferencias se pueden explicar por el carácter morfológico de las especies, se pudo comprobar en el trabajo de campo la presencia de mayor grado de restos secos en la vaina foliar en las plantas de *Lolium perenne*.

El cuadro No. 23 presenta los resultados para el cuarto pastoreo para las fracciones verde, restos secos y pinocha expresadas como porcentaje para cada una de las tres mezclas.

Cuadro No. 23. Fracciones de la cobertura del suelo (%) para el cuarto pastoreo por tratamiento

Verde			Restos secos			Pinocha		
Tratamiento	%		Tratamiento	%		Tratamiento	%	
FA+LC+TR	29,3	a	LP+LC+TR	1,21	a	LP+LC+TR	90,1	a
DG+LC+TR	17,2	b	FA+LC+TR	0,27	a	DG+LC+TR	82,6	b
LP+LC+TR	8,67	c	DG+LC+TR	0,21	a	FA+LC+TR	70,4	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

La fracción verde para los diferentes tratamientos presentó diferencias estadísticamente significativas, la mezcla de *Festuca arundinacea* es estadísticamente superior seguida de *Dactylis glomerata* y *Lolium perenne* en orden decreciente. Para fracción cobertura de pinocha era esperable y observable que la relación fuera inversa para cada tratamiento, siendo *Lolium perenne* la de mayor porcentaje y *Festuca arundinacea* la menor. Para restos secos no se observaron diferencias significativas y los valores obtenidos no muestran una tendencia.

Para el tratamiento de la mezcla con *Lolium perenne* como gramínea acompañante los resultados obtenidos eran esperables ya que esta especie sufre en las estaciones de verano como lo afirma Carámbula (2002), la misma prefiere veranos frescos, tiene alta exigencia de humedad lo que ocasiona que muchas veces en pasturas de vida larga necesita ser resembrado. Lo antes dicho se confirma si se observan los porcentajes de la fracción pinocha que equivaldría a espacios de suelo descubiertos donde se perdieron plantas de dicha especie.

La mezcla de *Festuca arundinacea* si analizamos los pastoreos anteriores en conjunto observamos que aumenta su proporción en la fracción verde, en cambio la mezcla con *Dactylis glomerata* mantiene su cobertura incambiada, el hecho de que se ubique en segundo lugar es simplemente por el gran descenso que tuvo la mezcla de *Lolium perenne* a causa de las condiciones climáticas las cuales ocasionaron mortandad de plantas.

El gráfico No. 14 ilustra los resultados obtenidos para el quinto pastoreo para las fracciones verde, restos secos y pinocha expresadas como porcentaje para cada una de las tres mezclas.

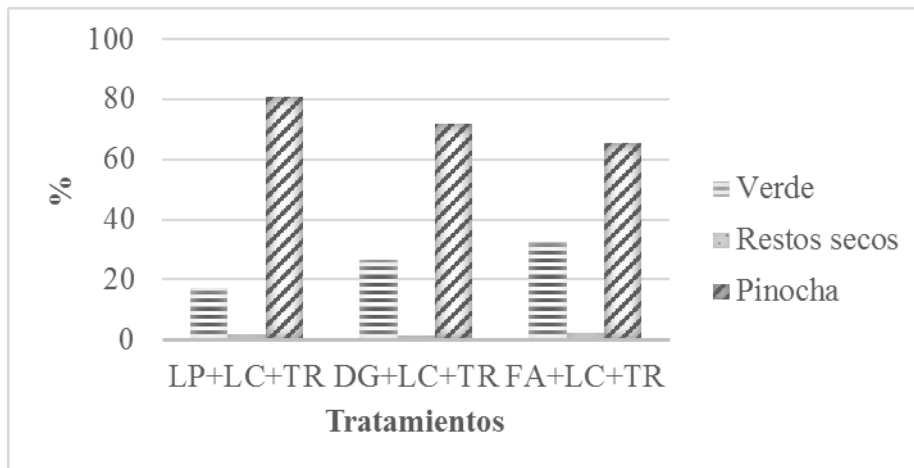


Gráfico No. 14. Porcentaje de fracciones para las tres mezclas forrajeras (tratamientos) evaluadas en el quinto pastoreo

En el quinto pastoreo no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para las fracciones en estudio, sin embargo se evidencia la fracción pinocha sigue siendo la fracción mayoritaria para el quinto pastoreo.

#### 4.6.6 Comparación entre experimentos mediante intervalos de confianza (IC)

Los resultados obtenidos mediante la comparación de medias de los tratamientos a través de intervalos con un 95 % de confianza expresaron que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los experimentos (a cielo abierto y bajo dosel arbóreo) para las fracciones verde, restos secos, suelo descubierto y pinocha en los cinco pastoreos evaluados. Para la comparación de las áreas no cubiertas por el tapiz sembrado entre los dos experimentos se compararon entre suelo descubierto más mantillo (SD+MAN) correspondiente al experimento a cielo abierto y pinocha correspondiente al experimento bajo el dosel arbóreo.

A continuación, se presentarán los resultados para el primer pastoreo y las fracciones evaluadas. Para la fracción verde los resultados obtenidos fueron mayores en el experimento a cielo abierto, se detectaron diferencias estadísticamente significativas para el experimento bajo dosel en las tres mezclas. Las mezclas compuestas por *L. perenne* y *F. arundinacea* resultaron estadísticamente iguales entre si y mayores a la mezcla compuesta por *D. glomerata*. Para la fracción restos secos solo fueron relevados datos para el experimento a cielo abierto. En las fracciones suelo descubierto más mantillo y pinocha las cuales representan los espacios no cubiertos por las mezclas

sembradas, no se obtuvieron datos para el experimento a cielo abierto lo cual demuestra que el 100 por ciento del área estaba cubierta por la pastura sembrada. Para el experimento bajo el dosel se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las tres mezclas, la mezcla de *D. glomerata* resultó superior a la que contenían a *F. arundinacea* y *L. perenne* (estadísticamente iguales entre sí).

Para el segundo pastoreo la fracción verde en el experimento a cielo abierto fue mayor que bajo dosel, para ambos experimentos se observaron diferencias estadísticamente significativas entre las mezclas. En el experimento a cielo abierto la mezcla de *L. perenne* fue superior a la de *F. arundinacea* y *D. glomerata* (iguales entre sí). Para el experimento bajo dosel, la mezcla compuesta por *F. arundinacea* fue superior a la de *D. glomerata* y la mezcla compuesta por *L. perenne* se comportó estadísticamente de igual forma que las dos anteriores. Las diferencias encontradas entre los dos experimentos se pueden relacionar a que la restricción lumínica tuvo efectos en la potencialidad macolladora de las gramíneas, esto podría explicar los resultados obtenidos para la mezcla compuesta por *L. perenne* en el experimento bajo dosel. En la fracción restos secos no se relevaron datos para el experimento bajo dosel, en cambio a cielo abierto se registraron diferencias estadísticamente significativas para las tres mezclas, la mezcla compuesta por *D. glomerata* y *F. arundinacea* resultaron ser estadísticamente iguales entre sí y superiores a la mezcla que contenía a *L. perenne*. La fracción suelo descubierto más mantillo a cielo abierto no se registraron datos lo cual denota que la mezcla sembrada cubrió todo el suelo. Para la fracción pinocha bajo dosel se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las tres mezclas, para la que se obtuvieron mayores porcentajes fue para la mezcla de *D. glomerata* y la de menor porcentaje fue *F. arundinacea*, la mezcla compuesta por *L. perenne* no se diferenció de ninguna de las anteriores.

Los resultados obtenidos para el tercer pastoreo para la fracción verde a cielo abierto fueron mayores, bajo dosel se detectaron diferencias estadísticamente significativas, las mezclas compuestas por *L. perenne* y *F. arundinacea* (estadísticamente iguales) resultaron ser mayores a la de *D. glomerata*. Para la fracción restos secos los resultados obtenidos fueron mayores a cielo abierto, bajo dosel para dicha fracción se detectaron diferencias significativas entre las mezclas, resultando mayor la mezcla compuesta por *L. perenne* y la menor fue la gramínea que contenía a *D. glomerata*, la mezcla con *F. arundinacea* no se diferenció del resto de las mezclas. En las fracciones suelo descubierto más mantillo y pinocha las cuales representan los espacios no cubiertos por las mezclas sembradas, se obtuvieron mayores resultados para el experimento bajo dosel lo cual denota un menor cubrimiento del tapiz por parte de la pastura. Para la fracción pinocha bajo dosel se detectaron diferencias estadísticamente significativas, la mezcla que fue superior era la que contenía a la gramínea *D. glomerata*, las mezclas de *F. arundinacea* y *L. perenne* fueron inferiores a la anterior y estadísticamente iguales entre sí.



En el cuarto pastoreo los resultados obtenidos para la fracción verde fueron superiores a cielo abierto, bajo dosel se detectaron diferencias estadísticamente significativas, la mezcla compuesta por *F. arundinacea* fue la superior, en segundo lugar se ubicó la mezcla con *D. glomerata* y en último lugar la mezcla compuesta por *L. perenne*. Los resultados para la fracción restos secos fueron superiores a cielo abierto, no detectándose diferencias estadísticas entre las tres mezclas para ambos experimentos. En las fracciones suelo descubierto más mantillo y pinocha las cuales representan los espacios no cubiertos por las mezclas sembradas, se obtuvieron mayores resultados para el experimento bajo dosel, detectándose diferencias estadísticamente significativas para las mezclas en evaluación. La mezcla compuesta por *L. perenne* fue la superior, en segundo lugar, se ubicó la mezcla con *D. glomerata* y en último lugar la mezcla compuesta por *F. arundinacea*.

En el quinto pastoreo para la fracción porcentaje de verde las medias calculadas para los intervalos de confianza mostraron el mismo grado de cobertura para ambos experimentos, no observándose diferencias entre las medias. Para la fracción restos secos los resultados obtenidos fueron superiores a cielo abierto, no detectándose diferencias estadísticamente significativas para las tres mezclas evaluadas en los dos experimentos. En las fracciones suelo descubierto más mantillo y pinocha las cuales representan los espacios no cubiertos por las mezclas sembradas, se obtuvieron mayores resultados para el experimento bajo dosel. En el experimento cielo abierto se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, la mezcla que contenía a *L. perenne* como gramínea acompañante fue superior a la que contenía a de *D. glomerata*, la mezcla compuesta por *F. arundinacea* no se diferencia estadísticamente de las dos anteriores.

#### 4.7 COMPOSICIÓN BOTÁNICA

##### 4.7.1 Porcentajes de fracciones que componen el forraje disponible a cielo abierto según pastoreos

En el cuadro No. 24 se presentarán los resultados obtenidos para las fracciones gramíneas, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y malezas a través de los cinco pastoreos y para cada uno de las tres mezclas forrajeras evaluadas (tratamientos).

Cuadro No. 24. Porcentaje de las fracciones que componen las mezclas forrajeras obtenidas en el primer pastoreo

PASTOREO 1											
Gramíneas			<i>Trifolium repens</i>			<i>Lotus corniculatus</i>			Malezas		
Trat	%		Trat	%		Trat	%		Trat	%	
LP+LC+TR	75,9	a	DG+LC+TR	28,3	a	DG+LC+TR	32,6	a	FA+LC+TR	23,8	a
FA+LC+TR	52,5	ab	FA+LC+TR	13	b	FA+LC+TR	10,8	b	DG+LC+TR	13,2	a
DG+LC+TR	25,9	b	LP+LC+TR	6,8	b	LP+LC+TR	8,4	b	LP+LC+TR	8,93	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

FA+LC+TR: *Festuca arundinacea* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*; LP+LC+TR: *Lolium perenne* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*, DG+LC+TR: *Dactylis glomerata* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*.

En el cuadro presentado anteriormente se evidencian diferencias estadísticas para las fracciones gramíneas, *T. repens* y *L. corniculatus* no así para las malezas. Se aprecia en la fracción gramíneas la precocidad que presentó la mezcla con *Lolium perenne*, la cual supera ampliamente a la mezcla con *Dactylis glomerata*. En las fracciones de *T. repens* y *L. corniculatus* las mayores proporciones de estas se encuentran en la mezcla con *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea* lo cual es concordante, ya que estas ocupan los espacios libres que no cubren las gramíneas en el primer año de la mezcla. Carámbula (2002) hace mención a la importancia de las leguminosas en la mezcla, no sólo por el aporte nutricional que brindan sino también para balancear la producción cuando se incluyen gramíneas perennes de lenta implantación.

Para el caso de la mezcla de *Lolium perenne* se observó el menor porcentaje de leguminosas, esto concuerda con lo descrito por Harris y Thomas, citados por Almada y Garat (2010) los cuales afirman que durante el período de establecimiento de la pastura existe un efecto de dominancia de *Lolium perenne* sobre el *Trifolium repens*. A su vez *T. repens* presenta bajo vigor inicial y establecimiento lento siendo además una especie que no tolera la sombra, por lo que pudo ser afectado al crecer en competencia con *Lolium perenne*.

Para la fracción malezas esta no presentó diferencias estadísticas las cuales evidencian un grado de enmalezamiento homogéneo a través de los tratamientos.

En los pastoreos 2, 3, 4, y 5 no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ).

En el gráfico No. 15 se presentará los resultados para las fracciones *L. perenne*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y para el segundo, tercer, cuarto y quinto pastoreo respectivamente.

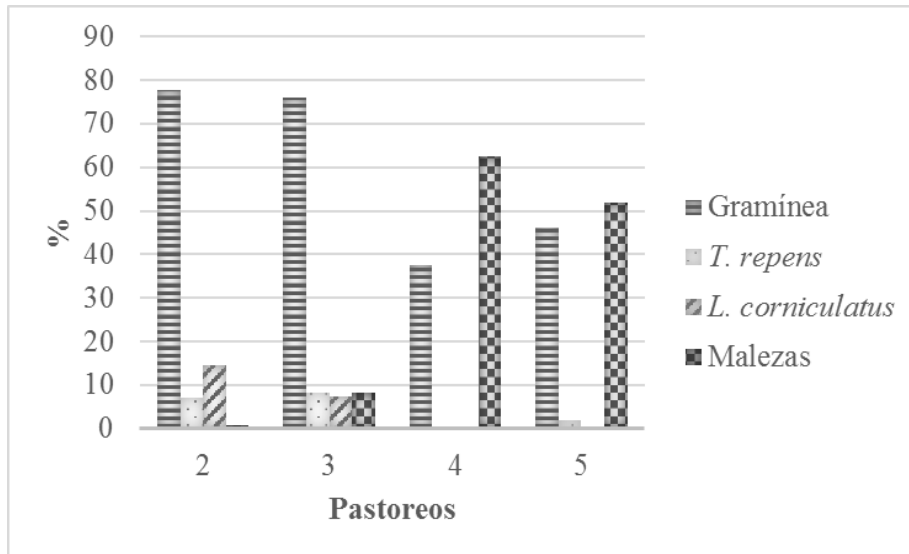


Gráfico No. 15. Porcentaje de fracciones para la mezcla compuesta por *L. perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*

El gráfico No. 16 se presenta las fracciones *D. glomerata*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y malezas para el segundo, tercer, cuarto y quinto pastoreo respectivamente.

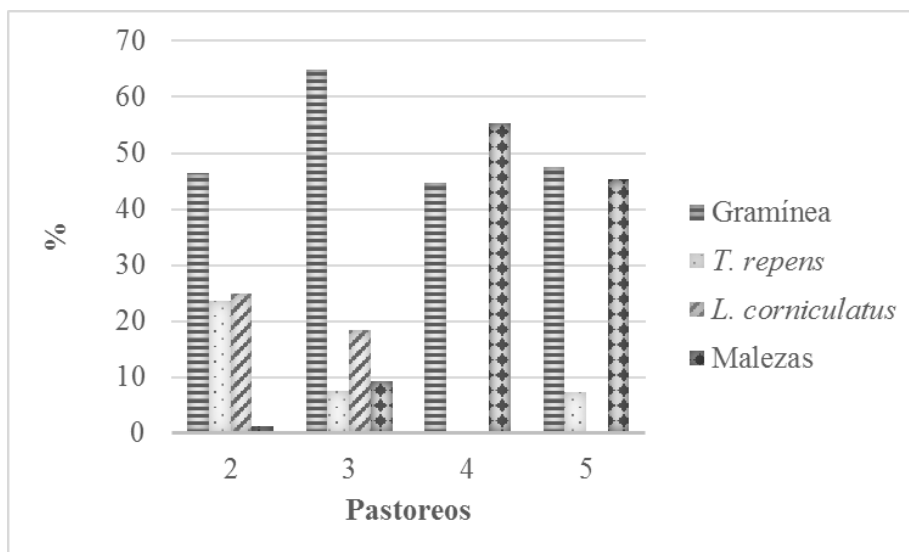


Gráfico No. 16. Porcentaje de fracciones para la mezcla compuesta por *D. glomerata*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus*

El gráfico No. 17 presenta las fracciones *F. arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y malezas para el segundo, tercer, cuarto y quinto pastoreo respectivamente.

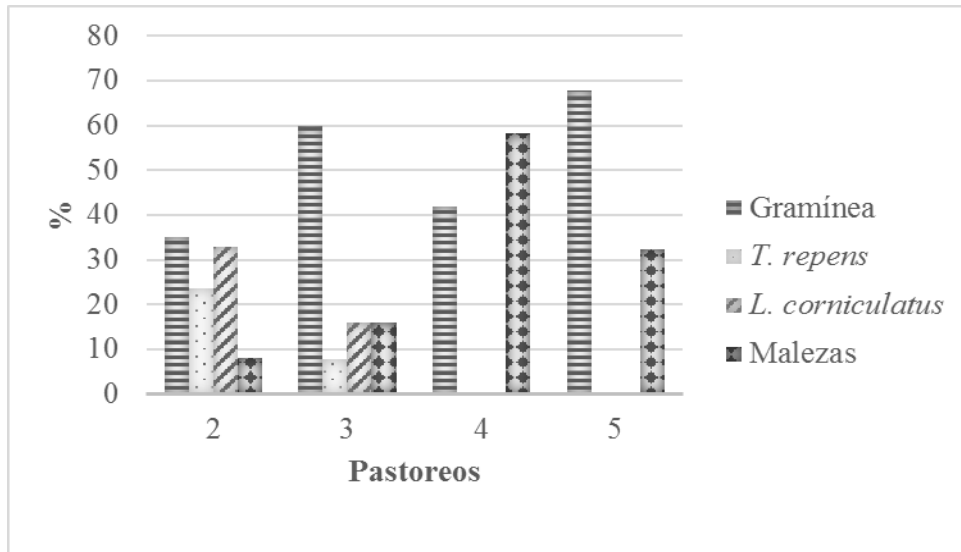


Gráfico No. 17. Porcentaje de fracciones para la mezcla compuesta por *F. arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*

Para los pastoreos dos y tres las leguminosas se comportan semejantes y balanceadamente en su rol de acompañante para *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata*, no así para *Lolium perenne* donde se observaron en un menor porcentaje dándose una clara dominancia de la fracción gramínea.

En el cuarto pastoreo no se detectó la presencia de leguminosas en ninguno de los tratamientos, época que se corresponde con el verano. Para el caso de *T. repens* el resultado obtenido se refleja en lo mencionado por Smethan (1981) el cual recomienda su uso en zonas donde las temperaturas del verano sean moderadas y donde la falta de humedad del suelo no fuera limitante. De lo contrario sufre la falta de agua y muchas plantas pueden morir en el verano. No ocurre lo mismo para el *Lotus corniculatus* por tratarse de una especie estival y con un sistema radicular pivotante ramificado con buena exploración del suelo, sería esperable detectar plántulas incluso en el período de verano, cosa que no sucedió. En la fracción gramínea en todos los tratamientos hubo una pequeña reducción en porcentaje de cobertura, pero lo más destacado es el aumento significativo de la fracción malezas, esto se explica por la mortandad de plantas de gramíneas y leguminosas ocurrido en el período donde se registró déficit hídrico, lugar propicio para el avance de especies espontáneas de bajo valor nutritivo.

Entre el cuarto y el quinto pastoreo se produjo una evolución del *Trifolium repens*, el cual aumenta su cobertura seguramente por resiembra natural (semilla), según

Carámbula (2002) el mismo sufre enormemente la falta de agua y muchas plantas pueden morir durante el verano caso en el que se comportaría como una especie anual dependiendo su persistencia en la pastura de una buena resiembra natural. Esta situación no es así para el caso de *Lotus corniculatus*, el cual no se detectó, posiblemente porque no sobrevivió el período seco.

#### 4.7.2 Proporciones de fracciones en disponible bajo dosel en los diferentes pastoreos

A continuación, se presentan los resultados obtenidos para las fracciones gramíneas, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y malezas a través de los cinco pastoreos y para cada uno de las tres mezclas forrajeras evaluadas (tratamientos) bajo el dosel arbóreo.

Al no detectarse diferencias significativas entre los pastoreos 1, 2, 3 y 4 se presentan los resultados para las fracciones a través de los siguientes gráficos.

El gráfico No. 18 presenta la información obtenida para la mezcla compuesta por *L. perenne*, como gramínea acompañante para los primeros cuatro pastoreos y fracciones en estudio.

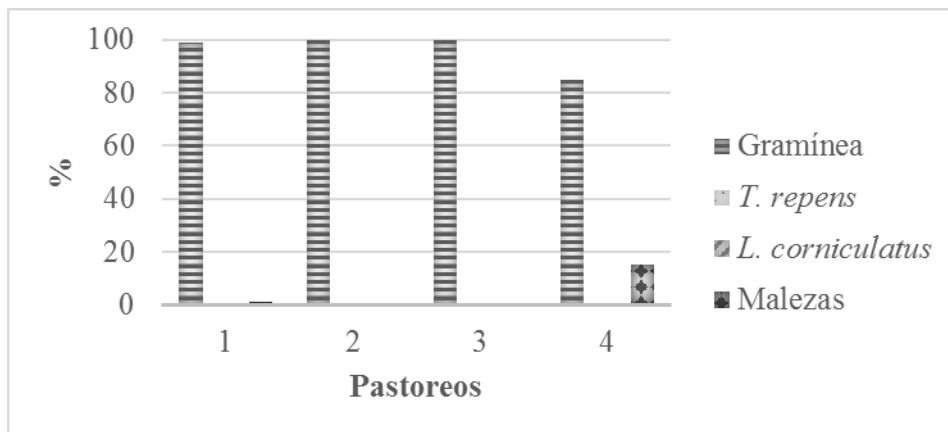


Gráfico No. 18. Porcentaje de fracciones para la mezcla compuesta por *L. perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*

El gráfico No. 19 presenta los datos obtenidos para las fracciones *D. glomerata*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y malezas para los primeros cuatro pastoreos.

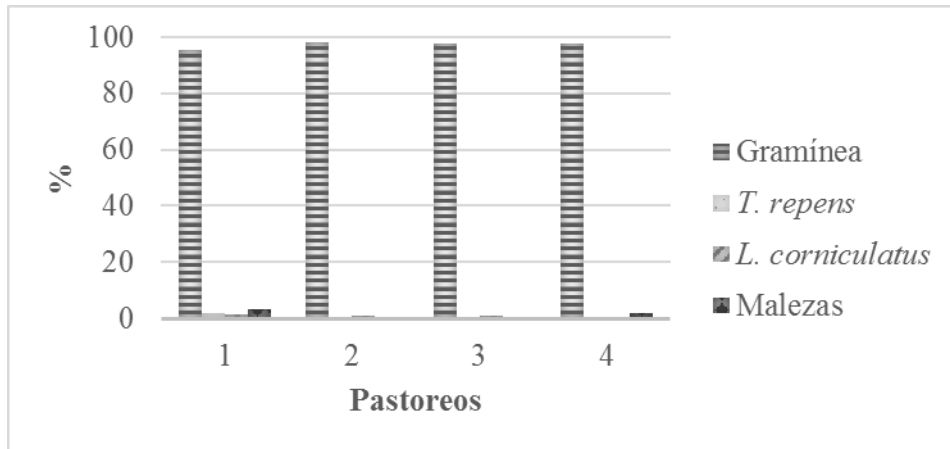


Gráfico No. 19. Porcentaje de fracciones para la mezcla compuesta por *D. glomerata*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*

El gráfico No. 20 presentan los resultados para las fracciones *F. arundinacea*, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y malezas desde el primer al cuarto pastoreo.

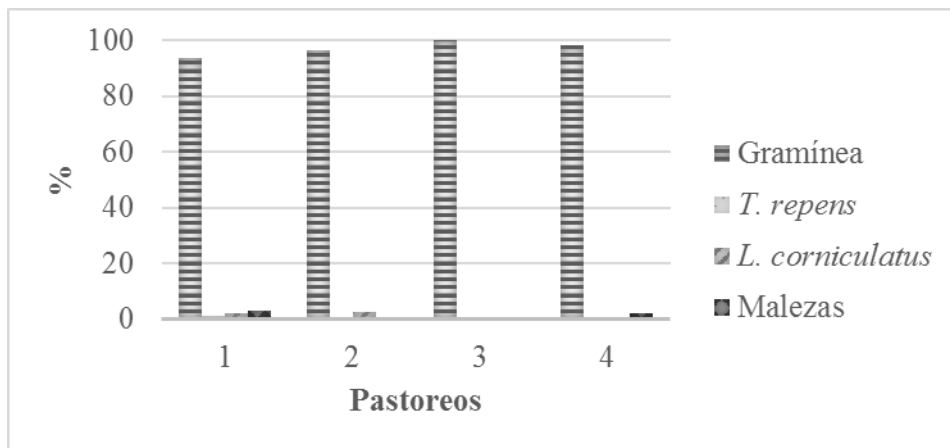


Gráfico No. 20. Porcentaje de fracciones para la mezcla compuesta por *F. arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*

Para los tres tratamientos se aprecia que el período de implantación permitió para las gramíneas un aceptable establecimiento, esto se ve reflejado en la composición de la pastura desde el primer pastoreo hasta el último, esta fracción siempre fue mayoritaria alcanzando más de 85 % de la cobertura total.

De las gráficas presentadas anteriormente se puede observar cierta tendencia diferente según tratamiento (mezclas) en lo que comprende a la fracción gramínea. Para el tratamiento de la mezcla integrado por *Lolium perenne* la gramínea representa el total de la mezcla durante los tres primeros pastoreos, en el cuarto pastoreo se aprecia un

descenso del orden del 15 % en donde aparecen las malezas. En el mismo tratamiento en los pastoreos uno, dos y tres no se reportó la presencia de *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y malezas.

La mezcla de *Dactylis glomerata* mostró un comportamiento uniforme en los cuatro pastoreos, apreciándose un leve enmalezamiento en el cuarto pastoreo.

Para la mezcla de *Festuca arundinacea* se observó una tendencia al aumento de su importancia desde el primer pastoreo y hasta el tercero, donde las gramíneas ocupan más del 90 por ciento de la mezcla. Es el tratamiento que presentó mayor presencia de *Lotus corniculatus* manteniéndose incluso en el segundo pastoreo, luego en los subsiguientes pastoreos no se reportó su presencia, para *T. repens* aparece en el primer pastoreo y en los subsiguientes no reportó su presencia.

La fracción leguminosa en todos los tratamientos ocupa un porcentaje minoritario. Los porcentajes obtenidos distan mucho de los esperables para generar una mezcla balanceada, en este caso pudo deberse al sombreamiento ejercido por las gramíneas, sumado a la menor disponibilidad de luz bajo el dosel arbóreo. Un gran número de trabajos experimentales aseveran que *Trifolium repens* es una planta que demanda luz y esto es vital para ser competitiva frente a las otras especies que componen la pastura Almada y Garat (2010). Para *Lotus corniculatus* Ayala y Carámbula (2009) definen que la luz es especialmente importante para dicha especie, ya que esta sufre de forma considerable los efectos negativos de una baja intensidad de la misma, las plántulas son susceptibles a la sombra lo cual puede diezmar las poblaciones iniciales si no se les brinda las condiciones ideales.

En referencia al párrafo anterior Montoya (1980) afirma que el efecto más importante del árbol en cuanto a la composición botánica, es el alto porcentaje de gramíneas encontrado bajo el área de influencia de la copa. Este autor atribuye lo dicho a que las gramíneas templadas, alcanzan su máximo crecimiento con intensidades de luz menores, con una tasa de radiación fotosintética para el estrato herbáceo de entre 35 % al 50 % de la radiación incidente; dichas intensidades de luz parecen ser suficiente para el crecimiento de las gramíneas que las requeridas para las leguminosas y además se ven favorecidas por el aumento de N del suelo bajo los árboles.

El cuadro No. 25 presentará las fracciones gramíneas, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y malezas para las tres mezclas en el quinto pastoreo bajo el dosel arbóreo.

Cuadro No. 25. Porcentaje de las fracciones que componen las mezclas forrajeras obtenidas en el quinto pastoreo

PASTOREO 5								
Gramíneas			<i>Trifolium repens</i>			Malezas		
Tratamiento	%		Tratamiento	%		Tratamiento	%	
DG+LC+TR	83,7	a	FA+LC+TR	1,39	a	LP+LC+TR	53,2	a
FA+LC+TR	83,65	a	DG+LC+TR	0	a	DG+LC+TR	16,3	b
LP+LC+TR	46,84	b	LP+LC+TR	0	a	FA+LC+TR	15	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ )

FA+LC+TR: *Festuca arundinacea* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*; LP+LC+TR: *Lolium perenne* + *Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*, DG+LC+TR: *Dactylis glomerata*+*Lotus corniculatus* + *Trifolium repens*.

En el cuadro anterior se observan diferencias estadísticas significativas para las fracciones gramíneas y malezas.

Para la fracción gramíneas los tratamientos integrados por las mezclas de *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea* son estadísticamente iguales y mayoritarios, diferenciándose ampliamente de la mezcla integrada por *Lolium perenne*. Esto está en consonancia con lo que sucede en la fracción malezas, ya que los tratamientos con mayores proporciones de gramíneas están menos enmalezados.

Para la fracción malezas se puede apreciar que el tratamiento de *Lolium perenne* es el que presentó mayor porcentaje y a su vez es estadísticamente superior a los otros dos tratamientos.

La expresión de cada fracción para las tres mezclas denota el efecto causado por el estrés hídrico sufrido durante el cuarto pastoreo, incidió en la evolución de la composición botánica en el disponible del último pastoreo. Está claro que la mezcla de *Lolium perenne* es la que sufre más estos períodos. Carámbula (2002) caracteriza a dicha especie como no adaptable a períodos con déficit hídrico.

#### 4.7.3 Comparación entre experimentos mediante intervalos de confianza (IC)

Los resultados obtenidos mediante la comparación de medias de los tratamientos a través de intervalos con un 95 % de confianza muestran que se detectan diferencias entre los experimentos (a cielo abierto y bajo dosel arbóreo) para las fracciones gramíneas, *T. repens*, *L. corniculatus* y malezas para el primer, segundo, tercer y cuarto pastoreo, no observándose diferencias para las medias de las fracciones antes mencionadas para el quinto pastoreo.



A continuación se analizarán los resultados obtenidos para el primer pastoreo. En la fracción gramíneas los porcentajes que se obtuvieron fueron superiores bajo el dosel, que a cielo abierto. Los resultados obtenidos para la fracción *T. repens* a cielo abierto son mayores que bajo el dosel. Para la fracción *L. corniculatus* los porcentajes obtenidos fueron superiores a cielo abierto que los registrados bajo dosel. La fracción malezas reportó un mayor porcentaje a cielo abierto.

La diferencia observada en el primer pastoreo entre los dos experimentos, para los porcentajes obtenidos en la fracción gramínea mostró los mayores valores de cobertura de las gramíneas bajo dosel arbóreo. Los resultados para las fracciones de leguminosas en cambio fueron menores, esto denota las interferencias y posteriores consecuencias que tiene la restricción lumínica sobre las especies leguminosas, ya que a cielo abierto las mezclas eran más balanceadas y se reportó mayor porcentaje de leguminosas.

En el segundo pastoreo los resultados obtenidos se describen a continuación: para la fracción gramínea se obtuvieron valores superiores bajo el dosel que a cielo abierto. La fracción *T. repens* registró mayores valores en el experimento a cielo abierto, reportándose escasos valores bajo dosel. Para la fracción *L. corniculatus* al igual que la leguminosa anterior registró mayores valores en el experimento a cielo abierto que bajo dosel.

Para el tercer pastoreo, en la fracción gramínea se obtuvo porcentajes para el experimento bajo dosel mayores a los registrados a cielo abierto. Las fracciones *T. repens*, *L. corniculatus* y malezas registraron porcentajes mayores en el experimento cielo abierto.

Los resultados obtenidos para el cuarto pastoreo, los porcentajes de la fracción gramíneas en el experimento a cielo abierto fue menor que los registrados bajo el dosel. Para ambos experimentos no se detectaron diferencias estadísticamente significativas para las tres mezclas evaluadas. Las fracción malezas registró mayores porcentajes en el experimento cielo abierto y no se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los tres tratamientos para dichas fracciones

En el cuarto y quinto pastoreo las fracciones de *T. repens*, *L. corniculatus* no registraron valores para ninguno de los dos experimentos a cielo abierto y bajo dosel arbóreo.

#### 4.7.4 Proporciones de fracciones en rechazo a cielo abierto en los diferentes pastoreos

A continuación se presentan los resultados obtenidos para las fracciones gramíneas, *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y malezas a través de los cinco pastoreos y para cada uno de las tres mezclas forrajeras evaluadas.

El gráfico No. 21 presenta la mezcla integrada por *Lolium perenne* como gramínea y las leguminosas *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*. En el mismo se visualiza la evolución de las cuatro fracciones a través de los pastoreos uno, dos, cuatro y cinco en los cuales no se detectaron diferencias estadísticamente significativas.

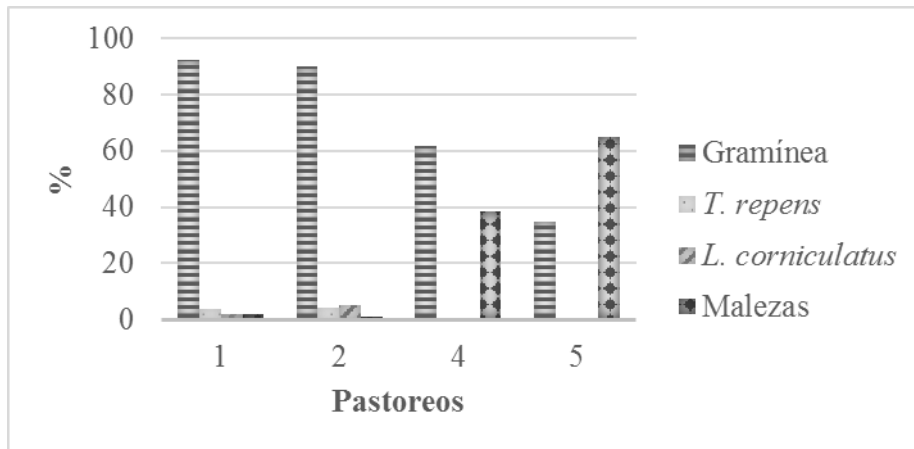


Gráfico No. 21. Porcentaje de fracciones para el tratamiento compuesto por la mezcla integrada *Lolium perenne* como gramínea y las leguminosas *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*

Del gráfico anterior se desprende que la fracción gramínea muestra una tendencia decreciente a través de los pastoreos, es decir que a medida que transcurren los sucesivos pastoreos los remanentes pos pastoreos van siendo cada vez menores. En contraste la única fracción que presenta un crecimiento es la fracción malezas, incluso superando a las gramíneas en el último pastoreo.

El gráfico No. 22 presenta la evolución de las cuatro fracciones a través de los pastoreos uno, dos, cuatro y cinco para la mezcla compuesta por *Festuca arundinacea* como gramínea y las leguminosas *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*.

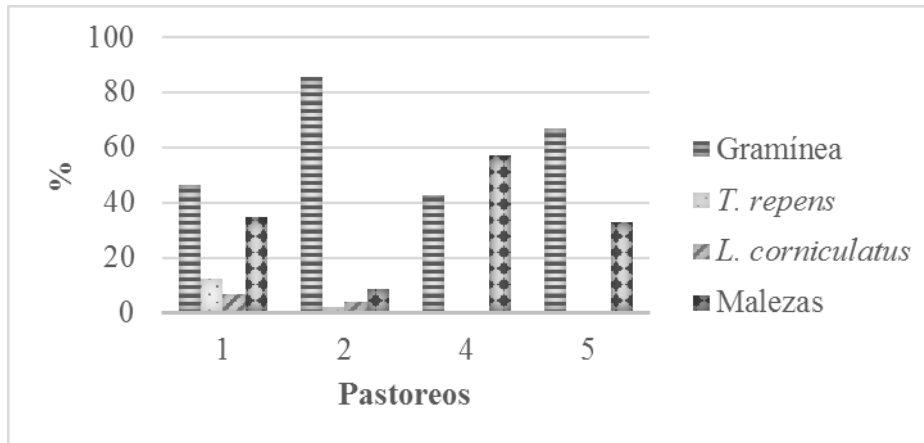


Gráfico No. 22. Porcentaje de fracciones para el tratamiento compuesto por la mezcla integrada por *Festuca arundinacea* como gramínea y las leguminosas *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*

En el gráfico anterior se observa el comportamiento de *Festuca arundinacea*, para los últimos dos pastoreos correspondientes a las estaciones de otoño e invierno, se observó su adecuada respuesta, compitiendo con la fracción malezas la cual aumenta en el cuarto pastoreo para luego descender en el quinto. Se podría inferir que este descenso de la fracción malezas es propiciado por el aumento de *Festuca arundinacea*, en su segundo año de vida. Esto se relaciona con el comportamiento mencionado por Carámbula (2002) para *Festuca arundinacea*, que clasifica a dicha gramínea de lenta implantación en su primer año de vida, expresando su potencial real a partir del segundo año.

El gráfico No. 23 presenta la evolución de las cuatro fracciones a través de los pastoreos uno, dos, cuatro y cinco para la mezcla que compone *Dactylis glomerata* como gramínea y las leguminosas *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*.

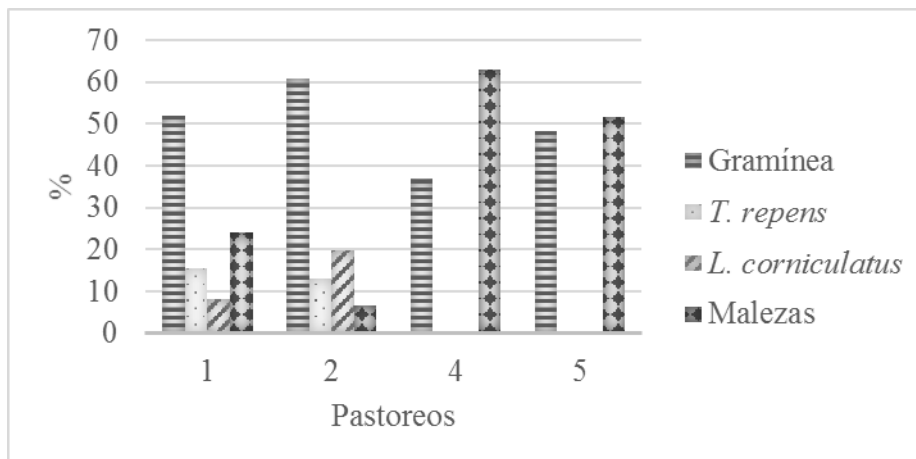


Gráfico No. 23. Porcentaje de fracciones para el tratamiento compuesto por la mezcla integrada por *Dactylis glomerata* como gramínea y las leguminosas *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*

En el gráfico antes presentado se observa la mayor cobertura que posee *Dactylis glomerata* en los primeros pastoreos, más precisamente en el primer y segundo, en donde también presentaron una buena cobertura las fracciones leguminosas, situación que cambia en los últimos dos pastoreos. En el cuarto y quinto pastoreo se observó un aumento de la fracción malezas, llegando a ser la fracción dominante, *Dactylis glomerata* aumentan, pero en menor grado que las malezas en dichos períodos de evaluación. La fracción leguminosas no se registró, esto puede haber contribuido al aumento sustancial que presentaron malezas.

El cuadro No. 26 presenta los datos correspondientes al remanente (pos pastoreo) del tercer pastoreo para las fracciones gramínea, *T. repens*, *L. corniculatus* y malezas.

Cuadro No. 26. Porcentaje de las fracciones que componen las mezclas forrajeras obtenidas en el remanente del tercer pastoreo a cielo abierto

Gramíneas			<i>Trifolium repens</i>			<i>Lotus corniculatus</i>			Malezas		
Tratamiento	%		Tratamiento	%		Tratamiento	%		Tratamiento	%	
LP+LC+TR	50,3	a	FA+LC+TR	12	a	DG+LC+TR	26,6	a	FA+LC+TR	45,2	a
DG+LC+TR	45,7	a	DG+LC+TR	4,87	b	LP+LC+TR	24,5	a	DG+LC+TR	22,8	a
FA+LC+TR	36	a	LP+LC+TR	4,2	b	FA+LC+TR	6,93	a	LP+LC+TR	21	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

En el cuadro anterior se observan diferencias significativas solo para la fracción *Trifolium repens*. La mezcla que tiene como gramíneas acompañantes a *Festuca arundinacea* es la de mayor porcentaje y mejor comportamiento, diferenciándose de *Dactylis glomerata* y *Lolium perenne* los cuales estadísticamente se comportan de igual forma.

#### 4.7.5 Proporciones de fracciones en el rechazo pos pastoreo bajo dosel en los diferentes pastoreos

Para las tres mezclas forrajeras (tratamientos) se observó una evolución similar, en la cual para el segundo y tercer pastoreo la fracción gramínea presentó un comportamiento casi constante tomando valores para la mezcla de *L. perenne* de 100 y 99,7 %, para la mezcla de *F. arundinacea* 100 y 99,4 % y para la mezcla de *D. glomerata* 99,4 y 95,1 % para los pastoreos dos y tres respectivamente. Esto podría estar reflejando las buenas condiciones fisiológicas que se encontraban las gramíneas las cuales cubrían todo el tapiz, este se mantuvo constante debido a encontrarse dichas especies en la estación de máximo crecimiento (primavera) y condiciones climáticas

favorables del periodo de crecimiento entre dichos pastoreos (relación positiva precipitación / evapotranspiración potencial (ETP) y temperaturas medias de 18 a 20 °C).

Las fracciones *Trifolium repens*, *Lotus corniculatus* y malezas se reporta en un menor porcentaje no superando los tres puntos porcentuales para las fracciones en todos los tratamientos. Esto podría estar relacionado con los efectos de competencia ejercidos entre las especies integrantes de la mezcla gramíneas - leguminosas, por lo cual predominan las gramíneas cubriendo el tapiz no permitiendo que las malezas proliferen.

En el siguiente cuadro se presentan los resultados obtenidos para las diferentes fracciones en el primer pastoreo y para cada una de las tres mezclas forrajeras.

Cuadro No. 27. Porcentaje de las fracciones que componen las mezclas forrajeras obtenidas en el remanente del primer pastoreo bajo el dosel arbóreo

Gramíneas			<i>Trifolium repens</i>			<i>Lotus corniculatus</i>			Malezas		
Tratamiento	% MS		Tratamiento	% MS		Tratamiento	% MS		Tratamiento	% MS	
LP+LC+TR	99	a	DG+LC+TR	0,39	a	DG+LC+TR	1,45	a	FA+LC+TR	3,98	a
DG+LC+TR	95,5	a	FA+LC+TR	0,13	a	FA+LC+TR	0,76	ab	DG+LC+TR	2,68	a
FA+LC+TR	95,1	a	LP+LC+TR	0	a	LP+LC+TR	0,07	b	LP+LC+TR	1,65	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

En el cuadro anterior se observa para el caso de la fracción *L. corniculatus* (porcentaje de cobertura) diferencias estadísticamente significativas. La mezcla que incluyó a *D. glomerata* fue la que presentó la mayor proporción de *L. corniculatus* mientras que la mezcla de *L. perenne* fue la que la presentó el menor porcentaje de cobertura para dicha especie. Para todos los tratamientos los resultados podrían reflejar los efectos negativos que tiene sobre *L. corniculatus* la baja intensidad lumínica bajo el dosel, lo cual concuerda con lo expuesto por Ayala y Carámbula (2009).

El cuadro No. 28 se presentan los resultados obtenidos para las diferentes fracciones en el cuarto pastoreo y para cada una de las tres mezclas forrajeras.

Cuadro No. 28. Porcentaje de las fracciones que componen las mezclas forrajeras obtenidas en el remanente del cuarto pastoreo bajo el dosel arbóreo

Gramíneas			Malezas		
Tratamiento	%		Tratamiento	%	
FA+LC+TR	99,3	a	LP+LC+TR	36,2	a
DG+LC+TR	98,5	a	DG+LC+TR	1,53	b
LP+LC+TR	63,8	b	FA+LC+TR	0,75	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

El cuadro No. 29 se presentan los resultados para las diferentes fracciones en el quinto pastoreo y para cada una de las tres mezclas forrajeras.

Cuadro No. 29. Porcentaje de las fracciones que componen las mezclas forrajeras obtenidas en el remanente del quinto pastoreo bajo el dosel arbóreo

Gramíneas			Malezas		
Tratamiento	%		Tratamiento	%	
DG+LC+TR	96,7	a	LP+LC+TR	27	a
FA+LC+TR	92,8	a	FA+LC+TR	7,2	b
LP+LC+TR	73	b	DG+LC+TR	3,28	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p>0,05$ ).

La fracción gramínea en los pastoreos cuatro y cinco se puede analizar en forma conjunta. La mezcla que incluía a *Lolium perenne* fue el tratamiento que presentó la menor cobertura de esta especie en ambos casos y esto a su vez es esperable, debido a que también es el tratamiento con el mayor porcentaje de malezas, esto último corrobora lo antes mencionado para el caso de esta gramínea la que se cataloga como poco tolerante a altas temperaturas, déficit hídrico y suelo de fertilidad media Carámbula (2002).

En los pastoreos cuarto y quinto los tratamientos que tienen como gramínea acompañante a *F. arundinacea* y *D. glomerata* no presentan diferencias estadísticamente significativas ubicándose en primer lugar.

Se podría decir que hubo efecto del pastoreo sobre las distintas fracciones, para las gramíneas las proporciones en el cuarto pastoreo para los tratamientos que tienen como gramínea acompañante a *F. arundinacea* y *D. glomerata*, las proporciones en disponible y el rechazo son muy semejantes, no así para la mezcla que contiene a *L. perenne* en la cual se observó una disminución de su proporción del disponible al rechazo. Esto último podría estar relacionado a la selección realizada por los animales durante el pastoreo.

Los resultados obtenidos en el quinto pastoreo para el disponible y el rechazo, se mantiene la relación comentada en el párrafo anterior para la mezcla que contiene a *L. perenne* como gramínea acompañante.

#### 4.7.6 Comparación entre experimentos mediante intervalos de confianza (IC)

Los resultados obtenidos mediante la comparación de medias de los tratamientos a través de intervalos con un 95 % de confianza expresaron que se produjeron diferencias entre los experimentos (a cielo abierto y bajo dosel arbóreo) para las fracciones gramíneas, *T. repens*, *L. corniculatus* y malezas para los cinco pastoreos evaluados.

A continuación, se presentarán los resultados obtenidos durante el primer pastoreo. Para la fracción gramínea los porcentajes que se obtuvieron bajo dosel fueron superiores a los obtenidos a cielo abierto. Las fracciones *T. repens*, *L. corniculatus* y malezas registraron a cielo abierto porcentajes mayores para dichas fracciones que en el experimento bajo dosel arbóreo.

En el segundo pastoreo la fracción gramínea tuvo un mayor porcentaje bajo dosel que a cielo abierto. La fracción *T. repens* solo se registraron datos para la condición a cielo abierto, las fracciones de *L. corniculatus* y malezas registraron mayores resultados a cielo abierto. Los resultados obtenidos explican la razón del comportamiento de la gramínea, la cual fue superior bajo dosel, dado esto por un muy bajo nivel de las fracciones *L. corniculatus* y malezas, así como la ausencia de *T. repens*.

En el tercer pastoreo bajo dosel la fracción gramínea tuvo un mayor porcentaje que a cielo abierto, ocurrió lo contrario para las fracciones de *L. corniculatus* y malezas obteniéndose mayores porcentajes en el experimento a cielo abierto. La fracción de *T. repens*, fue superior a cielo abierto que bajo el dosel y se diferenció estadísticamente como superior el tratamiento que tenía como gramínea acompañante a *F. arundinacea*, las mezclas con *Dactylis glomerata* y *L. perenne* fueron estadísticamente inferiores a la primer mezcla e iguales entre sí.

En el cuarto pastoreo la fracción malezas registró mayores valores en el experimento a cielo abierto en tanto la fracción gramíneas registró un valor superior en el experimento bajo dosel que, a cielo abierto.

En el quinto pastoreo no se relevaron datos para las fracciones de *L. corniculatus* para los experimentos a cielo abierto y bajo el dosel, la fracción *T. repens* registró un ínfimo porcentaje en la mezcla compuesta por *L. perenne* a cielo abierto y bajo el dosel no se registraron datos. La fracción gramínea en el experimento bajo dosel tuvo mayores porcentajes. La fracción malezas a cielo abierto tuvo mayores porcentajes que bajo el dosel.

#### 4.8 CONSIDERACIONES FINALES

Durante el período de evaluación las condiciones climáticas registradas mostraron una deficiencia hídrica durante el verano, lo que limitó el crecimiento y persistencia de las mezclas en estudio.

La dinámica poblacional de las macollas, para las tres gramíneas evaluadas que componen las mezclas forrajeras no presentaron diferencias en el experimento a cielo abierto, por el contrario, en el experimento bajo dosel arbóreo se detectaron diferencias en todas las fechas de muestreo. Pudiéndose constatar un comportamiento diferencial de las gramíneas forrajeras, evaluadas bajo restricciones lumínicas, *Lolium perenne* el cual fue la especie más precoz en su primer año, disminuyó su población en el segundo año por las condiciones climáticas registradas en el verano. *Festuca arundinacea* a pesar de ser una gramínea de lenta implantación fue superior a *Dactylis glomerata* en el primer año, en el segundo año se pudo observar una superioridad en el número de macollos de *D. glomerata* bajo dosel arbóreo sobre las otras gramíneas. El resultado obtenido mediante la comparación de medias entre los dos experimentos mostró una disminución en el número de macollas en el experimento bajo dosel en el tercer pastoreo. Esto era esperable ya que la reducción en la intensidad lumínica afecta directamente la tasa de macollaje a través de la tasa de aparición de hojas.

Las producciones totales de materia seca obtenidas para ambos experimentos fueron diferentes, mediante las comparaciones de medias, los resultados mostraron el efecto que tiene el dosel sobre la pastura. Bajo el dosel arbóreo las producciones no mostraron diferencias estadísticamente significativas, en cambio a cielo abierto se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre las tres mezclas, siendo la mayor producción obtenida por la mezcla integrada por *Dactylis glomerata*, mientras que la menor producción registrada fue la que contenía como gramínea acompañante a *Lolium perenne*.

La producción de materia seca acumulada por pastoreo obtenida a cielo abierto no mostró diferencias estadísticamente significativas en cuanto a los rendimientos de las tres mezclas evaluadas. Bajo dosel se detectaron diferencias estadísticamente significativas para las producciones registradas en el pastoreo tres y cuatro, en ambas evaluaciones se pudo observar la superioridad en producción de la mezcla que contenía a *Dactylis glomerata* como gramínea acompañante. Analizando las producciones obtenidas en ambos experimentos mediante la comparación de medias resultó que las mayores producciones obtenidas ( $\text{Kg MS. ha}^{-1}$ ) fueron a cielo abierto o a pleno sol.

La producción estacional de otoño-invierno-primavera, verano, otoño e invierno para las tres mezclas forrajeras fueron menores bajo el dosel arbóreo. Analizando el experimento a cielo abierto no se detectaron diferencias estadísticamente significativas para las estaciones mencionadas. Bajo dosel arbóreo en verano y otoño la mezcla que se destacó por su mayor producción fue la compuesta por *Dactylis*



*glomerata*, la integrada por *Lolium perenne* en ambas estaciones se vió afectada por las condiciones climáticas del verano dando como resultado la de menor producción.

La composición botánica al inicio del pastoreo y al finalizar los mismos mostraron a través de la prueba de comparación de medias que los porcentajes de la fracción gramínea fueron superiores en el experimento bajo dosel. Por el contrario las fracciones *L. corniculatus*, *T. repenes* y malezas fueron superiores a cielo abierto. No se registró la presencia de *L. corniculatus* y *T. repens* tanto bajo dosel como a cielo abierto en los dos últimos pastoreos, lo cual se relaciona al período de déficit hídrico registrado, comprometiendo la persistencia de dichas especies.

La cobertura del suelo evaluada mediante los porcentajes de cobertura verde, restos secos, suelo descubierto más mantillo y pinocha, al inicio del pastoreo y al finalizar los mismos mostraron diferencias. Se evidenció que el porcentaje de cobertura verde fue superior a cielo abierto, lo cual es concordante con los resultados obtenidos para composición botánica, donde la fracción malezas fue superior, en este caso la fracción verde contempla a la mezcla forrajera evaluada más las malezas presentes. El suelo descubierto más mantillo y pinocha representan las áreas no cubiertas por especies vegetales (espontáneas o sembradas), para cielo abierto la cobertura del suelo fue mayor que bajo el dosel, en el cual el área descubierta obtenida refleja el efecto que tiene la disminución de la luz en todo el estrato vegetal (especies espontáneas y/o sembradas). Para el caso de las especies sembradas el efecto de la disminución de la calidad de la luz en las gramíneas tiene como consecuencia una disminución en la tasa de macollaje, a su vez las leguminosas disminuyen el crecimiento de la parte aérea y raíces. Para el caso de los restos secos no se puede analizar en conjunto los pastoreos ya que los resultados son variables entre estos. Lo antes mencionado podría estar influenciado por la tasa de senescencia de la pastura, la selección efectuada por el animal al cosechar el forraje, condiciones ambientales durante el periodo de evaluación.

## 5 CONCLUSIONES

Al cultivar mezclas forrajeras bajo el dosel de *Pinus taeda* la producción total disminuyó en el orden de 50 a 60 % del forraje producido a cielo abierto. La mezcla compuesta por *Lolium perenne* fue la que registró el menor porcentaje (50 %), en tanto para la mezcla compuesta por *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea* el descenso fue mayor, en el orden de 60 %.

La mezcla forrajera que registró mayor producción bajo dosel luego de un periodo de déficit hídrico (verano) fue la de *Dactylis glomerata*.

La adaptabilidad a las restricciones lumínicas entre especies de gramíneas y leguminosas, quedó demostrado tanto al inicio de los pastoreos como al finalizar los mismos. Las gramíneas en el experimento bajo el dosel arbóreo mostraron un mayor porcentaje, en tanto que para las especies leguminosas los mayores porcentajes se obtuvieron en el experimento a cielo abierto.

Las condiciones ambientales registradas durante el periodo de verano afectaron a las leguminosas más que la restricción lumínica, esto quedó demostrado en los dos últimos pastoreos, donde no se reportaron estas especies bajo dosel así como tampoco lo hicieron a cielo abierto.

El número de macollas por metro lineal para las tres gramíneas fue menor bajo dosel que a cielo abierto en la evaluación efectuada en el mes de diciembre.

Bajo dosel *Dactylis glomerata* fue la gramínea que registró el mayor número de macollas por metro lineal luego del período de déficit hídrico.

Durante el período de déficit hídrico correspondiente al verano, no se constataron diferencias en la sobrevivencia de macollas entre ambos experimentos.

## 6 RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar tres mezclas forrajeras en dos experimentos: 1. a cielo abierto, 2. bajo un dosel arbóreo de *Pinus taeda* de treinta y tres años de edad y una densidad de 136 árboles por hectárea. Dichos experimentos fueron instalados en la Estación Experimental Prof. Bernardo Rosengurtt (Longitud 54° 26'40.45" Oeste, Latitud 32° 20'37.91" Sur), la cual se encuentra en la sexta sección policial del departamento de Cerro Largo, paraje Bañados de Medina, a 28 km de la ciudad de Melo. El período de evaluación estuvo comprendido entre el 5 de octubre del 2011 y 30 de junio del 2012. Los tratamientos fueron tres mezclas forrajeras, compuestas la primera por *Dactylis glomerata*, *Lotus corniculatus*, y *Trifolium repens*, la segunda por *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus*, y *Trifolium repens*, y la tercera por *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus*, y *Trifolium repens*. El diseño experimental utilizado fue diseño completo al azar (DCA) con dos repeticiones por tratamiento para el experimento a cielo abierto, diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres bloques y dos repeticiones por bloque para el experimento bajo dosel. Las variables evaluadas fueron producción total y estacional, producción por pastoreo, dinámica poblacional, composición botánica y cobertura del suelo. Como método de corte del forraje se utilizó un lote de cuarenta y seis novillos de dos años y medio de edad con un peso promedio de trescientos cuarenta kilogramos. En la variable dinámica poblacional se detectaron diferencias estadísticamente significativas para bajo dosel, mediante la comparación de medias entre experimentos se observó un menor número de macollas bajo dosel. Para producción total se observaron diferencias estadísticamente significativas en cielo abierto, mediante la comparación de medias se observó una menor producción bajo dosel. La producción de materia seca acumulada mostró diferencias estadísticamente significativas bajo dosel para dos pastoreos en donde se destacó la superioridad de la mezcla compuesta por la gramínea *Dactylis glomerata*, los mayores valores de producción se registraron en cielo abierto. Para la producción estacional se detectaron diferencias estadísticamente significativas bajo dosel en las estaciones de verano y otoño, y la mezcla que destacó su producción fue la de *Dactylis glomerata*, en todas las estaciones los valores de producción fueron menores bajo dosel. La composición botánica estudiada a través de la comparación de medias mostró que los porcentajes de gramíneas fueron superiores en bajo dosel, en tanto que las leguminosas integradas por *L. corniculatus* y *T. repens* registraron mayores valores a cielo abierto, en los pastoreos cuarto y quinto no se reportó presencia de estas dos leguminosas en la mezcla. La cobertura del suelo evaluada mediante la comparación de medias mostró mayores porcentajes de la fracción verde a cielo, así como también mayor cobertura del suelo.

Palabras clave: Mezclas forrajeras; Silvopastoreo; Producción; *Pinus taeda*; Pastoreo; Dosel arbóreo.

## 7 SUMMARY

This work aimed to evaluate three forage mixtures in two experiments: 1. open, 2 under a canopy of loblolly pine thirty-three years old and a density of 136 trees per hectare sky. These experiments were installed in the Experimental Prof. Bernardo Rosengurtt (26°40.45' 54° West Longitude, Latitude 32° South 20°37.91") station, which is in the sixth section of the police department of Cerro Largo, place Bañados Medina, 28 km from the city of Melo. The evaluation period was between the October 5th., 2011 and June 30th., 2012. The treatments were three forage mixtures composed the first by *Dactylis glomerata*, *Lotus corniculatus* and *Trifolium repens*, the second by *Festuca arundinacea*, *Lotus corniculatus*, and *Trifolium repens*, and the third by *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus* and *Trifolium repens*. The experimental design was completely at random (DCA) with two repetitions design treatment for open-air experiment, a randomized complete design (RCBD) with three blocks and two repetitions per block for the experiment under canopy blocks. The variables evaluated were full and seasonal production, production by grazing, population dynamics, botanical composition and ground cover. As a method of cutting the forage was used a batch of forty-six steers two and a half years old with a weight of three hundred and forty kilograms. In the population dynamic variable statistically significant differences were detected for low canopy, by comparing means between experiments a lower number of canopy was observed under canopy. For total production, statistically significant differences were observed in open skies, by comparison of means a lower production under canopy was observed. The accumulated dry matter production showed statistically significant differences under canopy for two pastures where the superiority of the mixture composed by the grass *Dactylis glomerata* was emphasized, the highest values of production were recorded in open sky. For seasonal production, statistically significant differences were observed under canopy in the summer and fall seasons, and the mixture that showed its production was that of *Dactylis glomerata*, in all seasons the values of production were lower under canopy. The botanical composition studied through the comparison of means showed that the percentages of grasses were higher in low canopy, while the legumes composed of *L. corniculatus* and *T. repens* recorded higher values in the open, in the fourth and fifth grazing no presence of these two legumes was reported in the mixture. Soil coverage assessed by means comparison showed higher percentages of the green fraction to sky, as well as greater soil cover.

Keywords: Forage mixtures; Silvopasture; Production; *Pinus taeda*; Pastoralism; Canopy.

## 8 BIBLIOGRAFÍA

1. Agustoni Pais, F.; Bussi Caminiti, C.; Shimabukuro Tisnes, M. 2008. Efecto de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 98 p.
2. Almada López, A.; Garat Benvenuto, A. 2010. Evaluación del crecimiento de leguminosas forrajera bajo un monte de *Eucalyptus globulus* ssp, glóbulus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 107 p.
3. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay; clasificación de suelos. Montevideo, Uruguay, MAP. DSF. t.1, 96 p.
4. Altieri, M.; Farrell, J. 1999. Sistemas agroforestales; el papel potencial de los árboles. In: Altieri, M. ed. Agroecología; bases científicas para una agricultura sustentable. Montevideo, Nordan-Comunidad. pp. 229-243.
5. Ayala, W.; Carámbula, M. 2009. El valor agronómico del género Lotus. Montevideo, Hemisferio Sur. 424 p.
6. Bazzano, D. H.; Hurrell, J. A. 2007. Pinos ornamentales y forestales. In: Hurrell, J. A.; Bazzano, D. H. eds. Plantas de la Argentina silvestres y cultivadas. Buenos Aires, Lola. v.2, pp. 175 – 176.
7. Beer, J.; Harvey, C. A.; Ibrahim, M.; Harmand, J. M.; Somarriba, E.; Jiménez, F. 2003. Funciones de servicio de los sistemas de agroforestería. (en línea). In: Congreso Forestal Mundial (12o., 2003, Quebec City, Canadá). Actas. Roma, FAO. s.p. Consultado 18 mar. 2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/ARTICLE/WFC/XII/MS20-S.HTM>
8. Belesky, D. P. 2005. Growth of *Dactylis glomerata* along a light gradient in the central Appalchian region of the eastern USA; I. Dry matter production and partitioning. (en línea). Agroforestry Systems. 65: 81-90. Consultado 18 mar. 2013. Disponible en <http://link.springer.com/journal/10457/65/2/page/1#page-1>
9. \_\_\_\_\_. 2006. *Dactylis glomerata* growing along a light gradient in the central Appalachian region of the eastern USA; III. Nonstructural carbohydrates and nutritive value. (en línea). Agroforestry Systems. 67: 51-61. Consultado 18 mar. 2013. Disponible en <http://naldc.nal.usda.gov/download/27899/PDF>

10. Burley, J.; Speedy, A.W. 1999. Investigación forestal; perspectivas globales. (en línea). *In*: Conferencia Electrónica de la FAO sobre Agroforestería para la Producción Animal en América Latina (1999, Cali, Colombia). Trabajos presentados. Roma, FAO. pp. 37-52 (Estudio FAO. Producción y Sanidad Animal no. 143). Consultado ago. 2012. Disponible en <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/AGROFOR1/Burley2.htm>
11. Cabrera, M.; Cal, A. 2007. Cambios en propiedades físicas y químicas de suelos de la Unidad Rivera al pasar de uso pastoril a forestal con *Eucalyptus grandis* Hill (ex Maiden) y *Pinus taeda* L. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 96 p.
12. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
13. \_\_\_\_\_. 2002. Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
14. \_\_\_\_\_. 2006. Pasturas y forrajes; insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 2, 371 p.
15. Cayota, S.; Freiria, H.; Petraglia, C.1981. Caracterización física, química y mineralógica de algunos suelos de las asociaciones Arroyo Blanco, Los Mimbres, Fraile Muerto y Zapallar (Departamento de Cerro Largo). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 260 p.
16. Clason, T.; Sharrow, S. 2000. Silvopastoral practices. *In*: Garrett, H. ed. North American agroforestry; an integrated science and practice. Madison, WI, ASA. pp. 119–147.
17. Corsi, W. 1978. Clima. Miscelánea CIAAB. no. 18: 255-266.
18. Cruz, P. 1997. Effect of shade on the carbon and nitrogen allocation in a perennial tropical grass, *Dichanthium aristatum*. (en línea). Journal of Experimental Botany. 48 (306): 15-24. Consultado 18 mar. 2013. Disponible en <http://jxb.oxfordjournals.org/content/48/1/15.full.pdf>
19. Daniel, O.; Couto, L. 1998. Una visión general de sistemas silvopastoriles y agrosilvopastoriles con Eucalipto en Brasil. (en línea). *In*: Sánchez, M. D.; Rosales Méndez, M. eds. Agroforestería para la producción animal en América Latina. Roma, FAO. pp. 421-438 (Estudio FAO. Producción y Sanidad Animal no. 143). Consultado 18 mar. 2013. Disponible en <http://www.fao.org/ag/aga/agap/frg/agrofor1/daniel21.pdf>
20. Durán, A. 1991. Los suelos del Uruguay. 2ª. ed. Montevideo, Hemisferio Sur. 398 p.

21. Fassola, H. E.; Lacorte, S. M.; Pachas, A. N.; Pezzuti, R. 2005. Factores que influncian la producción de biomasa forrajera de *Axonopus jesuiticus* walls, bajo dosel de *Pinus taeda*. (en línea). RIA Revista de Investigaciones Agropecuarias. 34 (3): 21-38. Consultado 25 mar. 2013. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/864/86434302.pdf>
22. \_\_\_\_\_. 2006. Efecto de distintos niveles de sombra del dosel de *Pinus taeda* L. sobre la acumulación de biomasa forrajera de *Axonopus compressus* (Swartz) Beauv. (en línea). Revista Argentina de Producción Animal. (26): 101-111. Consultado 25 mar. 2013. Disponible en <http://ppct.caicyt.gov.ar/index.php/rapa/article/download/4242/3912>
23. Formoso, F. 1995. Época de diferenciación floral alargamiento de entrenudos festuca- falaris-dactylis. Montevideo, INIA. 16 p. (Serie Técnica no. 59).
24. \_\_\_\_\_. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de las pasturas. In: Berreta, E.; Móron, A.; Risso, D. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-17 (Serie Técnica no. 80).
25. \_\_\_\_\_. 2010. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).
26. García, J. A. 1995a. *Dactylis glomerata* L. INIA LE OBERON. Montevideo, INIA. 11 p. (Boletín de Divulgación no. 49).
27. \_\_\_\_\_. 1995b. Variedades de trébol blanco. Montevideo, INIA. 15 p. (Serie Técnica no. 70).
28. \_\_\_\_\_. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133).
29. Gutiérrez, B.; Acevedo, F.; Gustamante, C.; Navas, A.; Plaza, J. 1996. Plan de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Sistemas Agroforestales. In: Congreso Latinoamericano sobre Agroforestería para la Producción Animal Sostenible (1º., 1996, Cali, Colombia). Trabajos presentados. Cali, CIPAV. s.p.
30. Haydock, K. P.; Shaw, H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 15: 663-670.
31. Ibrahim, M.; Pezo, D. 1998. Sistemas silvopastoriles. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 281 p. (Colección de módulos de Enseñanza Agroforestal, Modulo no.2).
32. \_\_\_\_\_.; Villanueva, C.; Casasola, F. 2006. Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos. (en línea). Pastos y Forrajes.

- (4) 29: 383-419. Consultado 22 mar. 2013. Disponible en <http://redalyc.uaemex.mx/pdf/2691/269121676004.pdf>
33. ICRAF (Centro Internacional de Investigación Agroforestal, CR). 1985. El enfoque agroforestal de los sistemas de finca del ICRAF. In: Seminario Avances en la Investigación Agroforestal (2º., 1985, Turrialba, Costa Rica). Trabajos presentados. Turrialba, CATIE. pp. 60-95.
34. INASE (Instituto Nacional de Semillas, UY). 2012. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras; anuales, bianuales y perennes, período 2012. (en línea). Montevideo. 107 p. Consultado 12 mar. 2013. Disponible en [http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/Evaluacion\\_EF/Ano2012/PubForrajeras2012.pdf](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2012/PubForrajeras2012.pdf)
35. INIA; INASE (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, UY; Instituto Nacional de Semillas, UY). 2011. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras, anuales, bianuales y perennes; período 2011. (en línea). Montevideo, INIA. 101 p. Consultado 12 mar. 2013. Disponible en [http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/Evaluacion\\_EF/Ano2011/PubForrajeras2011.pdf](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2011/PubForrajeras2011.pdf)
36. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2012. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras, anuales, bianuales y perennes; período 2012. (en línea). Montevideo, INIA. 107 p. Consultado 12 mar. 2013. Disponible en [http://www.inia.org.uy/convenio\\_inase\\_inia/fpta222.pdf](http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/fpta222.pdf)
37. Jiménez, F.; Muschler, R.; Kopsell, E. 2001. Funciones y Aplicaciones de los Sistemas Agroforestales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 187 p. (Colección de módulos de Enseñanza Agroforestal Proyecto Agroforestal Modulo no. 46).
38. Kallenbach, R. 2006. Cumulative forage production, forage quality and livestock performance from an annual ryegrass and cereal rye mixture in a Pine–Walnut Silvopasture. (en línea). *Agroforestry Systems*. 66: 43-53. Consultado 18 mar. 2013. Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10457-005-6640-6?LI=true#page-1>.
39. Kirchner, R.; Soares, A.; Sartor, L.; Adami, P.; Migliorini, F.; Fonseca, L. 2010. Desempenho de forrageiras hibernais sob distintos níveis de luminosidade. (en línea). *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39 (11): 2371-2379. Consultado 18 mar. 2013. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001100009>



40. Kottek, M.; Grieser, J.; Beck, C.; Rudolf, B.; Rubel, F. 2006. World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*. 15 (3): 259-263.
41. Langer, R. H. M. 1981. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 514 p.
42. Mendieta, M.; Rocha, R. 2007. *Sistemas agroforestales*. Managua, Nicaragua, Universidad Nacional Agraria. 115 p.
43. MGAP. CONEAT (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Comisión Nacional de Estudio Agroeconómico de la Tierra, UY). 2010. Índice de productividad y grupos de suelos CONEAT. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 15 abr. 2014. Disponible en [http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/descripcion\\_de\\_grupos\\_de\\_suelos\\_coneat.pdf](http://www.mgap.gub.uy/sites/default/files/descripcion_de_grupos_de_suelos_coneat.pdf)
44. \_\_\_\_\_. DGF; FAO (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección General Forestal, UY; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2010. Monitoreo de los recursos forestales. Inventario Forestal Nacional; resumen de resultados, etapa 1. (en línea). Montevideo. 32 p. Consultado 17 oct. 2015. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/portal/agxppdwn.aspx?7,20,435,O,S,0,3343%3BS%3B1%3%20B185>
45. Montoya, O. J. 1980. Efecto del arbolado de las dehesas sobre los factores ecológicos que actúan a nivel del sotobosque. *In: Reunión de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (3ª., 1980, Badajoz, España)*. Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 15-19.
46. Munka Moreno, M. 2010. Variación del índice de área foliar y de la evapotranspiración en *Pinus taeda* debido al manejo silvicultural. Tesis Magister en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 78 p.
47. Muslera, P.; Ratera, C. 1992. *Praderas y forrajeras, producción y aprovechamiento*. Madrid, España, Mundi-Prensa. 674 p.
48. Nair, P. K. R. 1982. Some considerations on soil productivity under agroforestry land use systems. *In: International Congress of Soil Science (2<sup>nd</sup>., 1982, New Delhi)*. Proceedings. New Delhi, s.e. pp. 16-18.
49. \_\_\_\_\_. 1985. Classification of agroforestry systems. *Agroforestry Systems*. 3: 97-128.
50. \_\_\_\_\_. 1993. *An introduction to agroforestry*. Dordrecht, The Netherlands, Kluwer. 499 p.

51. Olmos, F. 2004. Factores que afectan la persistencia y productividad de pasturas mejoradas con trébol blanco (*Trifolium repens* L.). Montevideo, INIA. 248 p. (Serie Técnica no. 145).
52. \_\_\_\_\_.; Sosa, M.; Balmelli, G.; Gomar Pérez, E. 2011. Sistemas agroforestales. Montevideo, INIA. 48 p. (Boletín de Divulgación no. 100).
53. Ong, C. K.; Leakey, R. R. B. 1999. Why tree-crop interaction in agroforestry appear at odds with tree-grass interactions in tropical savannahs. *Agroforestry Systems*. 45: 109-129.
54. Ovalle, C.; Avedaño, J. 1984. Utilización silvopastoral del espinal; II. Influencia del espinal (*Acacia Caven* (Mol.) Hook et Arn.) sobre algunos elementos del medio. *Agricultura Técnica* (Chile). 44(4): 353-362.
55. Perry, M. E. L.; Schacht, W. H.; Ruark, G. A.; Brandle, J. R. 2009. Tree canopy effect on grass and grass/legume mixtures in eastern Nebraska. (en línea). *Agroforestry Systems*. 77: 23-35. Consultado 18 mar. 2013. Disponible en <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1170&context=natrespapers>
56. Pezo, D.; Ibrahim, M. 1998. Sistemas silvopastoriles. Turrialba, CR, CATIE. 258 p. (Materiales de enseñanza CATIE no. 40. Módulo de enseñanza agroforestal Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ no. 2).
57. Pieri, P.; Lucas, R.; Moot, D. 2007. Dry matter production, morphology and nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under different light regimes. (en línea). *Agroforestry Systems*. 70: 63-79. Consultado 18 mar. 2013 Disponible en <http://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10457-007-9029-x?LI=true#page-1>
58. Saldahna, S.; Saravia, C.; Krall, E.; Cruz, G.; Salaverry, L. 2003. Efecto del estrés térmico estival en el comportamiento de vaquillonas Holando y Jersey; utilización. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical-Grupo Campos (20<sup>a</sup>., 2003, Salto, UY). Sustentabilidad, desarrollo y conservación de los ecosistemas. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. pp. 311-312.
59. Schlatter, J. E.; Otero, L. 1995. Efecto de *Pinus radiata* sobre las características químico-nutritivas del suelo mineral superficial. *Bosque*. 16 (1):29-46.
60. Silveira, L.; Alonzo, J.; Martínez, L. 2006. Efecto de las plantaciones forestales sobre el recurso agua en el Uruguay. *Agrociencia* (Montevideo). 10 (2): 75-93.

61. Silveira Martínez, E. D. 2005. Efecto de la fertilización fosfatada sobre la implantación, producción inicial y composición química de *Lotus glaber* Mill. y *Trifolium repens* L. sembradas en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 137 p.
62. Smethan, M. 1981. Especies y variedades de leguminosas forrajeras. In: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 97-148.
63. Zobel, B. J.; Dorman, K. W. 1973. El pino tea como especie exótica. (en línea). Información sobre recursos Genéticos Forestales. no. 2: s.p. Consultado 18 mar. 2013. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/006/e4209s/e4209s00.htm>

## 9 ANEXOS

### ANEXO No. 1. DINÁMICA POBLACIONAL A CIELO ABIERTO

	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Fecha 1	206,59	77,11	37,3
Fecha 2	221,03	78,24	35,4
Fecha 3	221,67	61,87	28,7
Fecha 4	101	34,16	33,8
Fecha 5	90,63	31,06	34,3
Fecha 6	122,93	34,22	27,8

#### Intervalos de confianza

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

Fecha	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
1.00	No. Mac.	Media	206,79	44,77	6	123,73	297,25
2.00	No. Mac.	Media	220,50	40,89	6	146,43	305,04
3.00	No. Mac.	Media	216,12	34,61	4	153,06	277,53
4.00	No. Mac.	Media	101,11	14,57	6	76,24	130,30
5.00	No. Mac.	Media	90,71	15,48	6	67,10	123,74
6.00	No. Mac.	Media	122,63	16,19	6	92,45	155,97

ANEXO No. 2. DINÁMICA POBLACIONAL BAJO DOSEL

**Análisis de la Varianza**

Fecha	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
1.00	No. Mac.	18	0,75	0,67	18,19

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25.102,64	4	6.275,66	9,71	0,0007
Especie	24.950,62	2	12.475,31	19,29	0,0001
Bloque	152,02	2	76,01	0,12	0,8900
Error	8.405,50	13	646,58		
Total	33.508,14	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=31,71592

Error: 646,5768 gl: 13

Especie	Medias	n	E.E.	
1.00	168,20	6	10,38	A
3.00	163,92	6	10,38	A
2.00	87,17	6	10,38	B

Fecha	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2.00	No. Mac.	18	0,62	0,50	18,05

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15.085,89	4	3.771,47	5,25	0,0097
Especie	14.350,63	2	7.175,32	9,99	0,0024
Bloque	735,26	2	367,63	0,51	0,6109
Error	9.333,14	13	717,93		
Total	24.419,02	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=33,42022

Error: 717,9335 gl: 13

Especie	Medias	n	E.E.	
1.00	172,97	6	10,94	A
3.00	163,50	6	10,94	A
2.00	108,90	6	10,94	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fecha	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
3.00	No. Mac.	18	0,30	0,09	17,70

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3.290,30	4	822,58	1,42	0,2828
Especie	3.087,80	2	1.543,90	2,66	0,1075
Bloque	202,50	2	101,25	0,17	0,8418
Error	7.543,66	13	580,28		
Total	10.833,97	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=30,04600

Error: 580,2817 gl: 13

Especie	Medias	n	E.E.	
1.00	150,27	6	9,83	A
3.00	139,40	6	9,83	A B
2.00	118,69	6	9,83	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fecha	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
4.00	No. Mac.	18	0,71	0,63	31,17

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	12.590,21	4	3.147,55	8,15	0,0016
Especie	5.879,08	2	2.939,54	7,61	0,0065
Bloque	6.711,13	2	3.355,57	8,69	0,0040
Error	5.019,87	13	386,14		
Total	17.610,08	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=24,50991

Error: 386,1439 gl: 13

Especie	Medias	n	E.E.	
2.00	81,77	6	8,02	A
3.00	68,77	6	8,02	A
1.00	38,62	6	8,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fecha	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
5.00	No. Mac.	18	0,79	0,72	38,68

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	30.608,33	4	7.652,08	12,15	0,0002
Especie	23.835,44	2	11.917,72	18,93	0,0001
Bloque	6.772,88	2	3.386,44	5,38	0,0199
Error	8.185,12	13	629,62		
Total	38.793,45	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=31,29739

Error: 629,6248 gl: 13

Especie	Medias	n	E.E.	
2.00	105,60	6	10,24	A
3.00	71,77	6	10,24	B
1.00	17,27	6	10,24	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Fecha	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
6.00	No. Mac.	18	0,87	0,83	29,75

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	54.873,26	4	13.718,32	21,36	<0,0001
Especie	46.102,78	2	23.051,39	35,90	<0,0001
Bloque	8.770,48	2	4.385,24	6,83	0,0094
Error	83.47,9	1	642,10		
Total	63.220,55	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=31,60591

Error: 642,0991 gl: 13

Especie	Medias	n	E.E.	
2.00	143,23	6	10,34	A
3.00	92,40	6	10,34	B
1.00	19,90	6	10,34	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Intervalos de confianza

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

Fecha	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
1.00	No. Mac.	Media	139,49	9,90	18	119,84	159,00
2.00	No. Mac.	Media	148,22	8,39	18	131,49	163,72
3.00	No. Mac.	Media	135,9	5,81	18	123,73	147,05
4.00	No. Mac.	Media	63,13	7,39	18	49,07	78,03
5.00	No. Mac.	Media	65,13	10,94	18	44,16	86,83

## ANEXO No. 3. PRODUCCIÓN TOTAL DE MATERIA SECA A CIELO ABIERTO

### Análisis de la Varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PROD (TOT.)	6	0,88	0,80	8,39

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.805.328,14	2	2.902.664,07	11,24	0,0404
Trat.	5.805.328,14	2	2.902.664,07	11,24	0,0404
Error	774.569,46	3	258.189,82		
Total	6.579.897,60	5			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=1.617,07651

Error: 258.189,8199 gl: 3

Trat.	Medias	n	E.E.
DG	7.287,88	2	359,30 A
FA	5.992,00	2	359,30 A B
LP	4.880,82	2	359,30 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



### Intervalos de confianza

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

TRAT	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI (95%)	LS (95%)
DG	PROD (TOT.)	Media	728.890	400,32	2	6.726,32	7.794,58
FA	PROD (TOT.)	Media	5.984,11	183,76	2	5.736,73	6.221,04
LP	PROD (TOT.)	Media	4.881,41	57,06	2	4.798,53	4.954,71

### ANEXO No. 4. PRODUCCIÓN TOTAL DE MATERIA SECA BAJO DOSEL

	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Producción Total Kg MS.ha. <sup>-1</sup>	6.053,56	543,39	20,18

### Intervalos de confianza

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

Trat.	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI (95%)	LS (95%)
DG	PROD (TOT.)	Media	2.919,03	299,55	6	2.343,76	3.497,05
FA	PROD (TOT.)	Media	2.635,73	145,83	6	2.350,30	2.901,50
LP	PROD (TOT.)	Media	2.516,58	266,98	6	2.040,25	3.100

ANEXO No. 5. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA ACUMULADA POR PASTOREO A CIELO ABIERTO

**Producciones del pastoreo uno al quinto.**

	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Pastoreo 1	2.922,01	635,23	23,28
Pastoreo 2	958,19	680,25	66,29
Pastoreo 3	438,82	263,27	61,51
Pastoreo 4	951,2	269,94	27,68
Pastoreo 5	783,33	323,55	41,3

## Intervalos de confianza

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

Trat.	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
DG	PROD (1)	Media	3359.3	489.97	2	2645.06	3969.69
DG	PROD (2)	Media	1437.11	536.25	2	678.05	2118.32
DG	PROD (3)	Media	706.43	45.48	2	647.10	765.60
DG	PROD (4)	Media	1098.51	136.23	2	913.81	1274.04
DG	PROD (5)	Media	703.17	271.36	2	326.94	1036.06
FA	PROD (1)	Media	2624.59	202.16	2	2336.90	2895.51
FA	PROD (2)	Media	678.59	112.29	2	521.37	821.21
FA	PROD (3)	Media	509.18	241.58	2	184.54	804.40
FA	PROD (4)	Media	1017.01	5.10	2	1010.11	1023.63
FA	PROD (5)	Media	1154.72	84.29	2	1034.53	1260.46
LP	PROD (1)	Media	2809.64	244.69	2	2442.00	3110.47
LP	PROD (2)	Media	759.98	57.50	2	680.31	831.59
LP	PROD (3)	Media	97.68	1.08	2	96.09	99.10
LP	PROD (4)	Media	742.14	182.44	2	472.16	968.59
LP	PROD (5)	Media	494.65	48.78	2	428.20	560

ANEXO No. 6. PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA ACUMULADA POR PASTOREO BAJO DOSEL

**Producciones al pastoreo uno, dos y cinco**

	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Pastoreo 1	1.019,22	312,14	30,63
Pastoreo 2	881,91	157,21	17,83
Pastoreo 5	474,47	129,57	27,31

**Producción al tercer pastoreo**

**Análisis de la Varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PROD. (3)	18	0,58	0,45	120,47

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	266.948,52	4	66.737,13	4,42	0,0179
Trat.	121.496,49	2	60.748,24	4,02	0,0437
Bloque	145.452,03	2	72.726,01	4,82	0,0272
Error	196.347,52	13	15.103,66		
Total	463.296,04	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=153,28803

Error: 15.103,6554 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
DG	217,67	6	50,17	A
FA	53,79	6	50,17	B
LP	34,58	6	50,17	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

**Producción al cuarto pastoreo**

**Análisis de la Varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
PROD. (4)	18	0,58	0,45	78,18

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	499.560,30	4	124.890,07	4,42	0,0178
Trat.	375.099,36	2	187.549,68	6,64	0,0103
Bloque	124.460,94	2	62.230,47	2,20	0,1498
Error	366.932,30	13	28.225,56		
Total	866.492,59	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=209,55041

Error: 28.225,5612 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
DG	380,95	6	68,59	A
FA	234,73	6	68,59	A B
LP	29,02	6	68,59	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Intervalos de confianza**

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

Trat.	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
DG	PROD. (1)	Media	837,95	144,57	6	571,84	1130,73
DG	PROD. (2)	Media	933,77	52,94	6	827,23	1034,73
DG	PROD. (3)	Media	219,80	80,52	6	84,76	385,38
DG	PROD. (4)	Media	383,51	99,34	6	188,69	558,57
DG	PROD. (5)	Media	552,60	81,05	6	382,76	688,12
FA	PROD. (1)	Media	1.031,21	91,13	6	860,61	1214,59
FA	PROD.(2)	Media	903,28	34,52	6	839,66	971,48
FA	PROD. (3)	Media	57,51	50,99	6	0,00	149,75
FA	PROD. (4)	Media	235,93	56,95	6	125,88	343,91
FA	PROD. (5)	Media	419,98	53,20	6	320,81	522,42
LP	PROD. (1)	Media	1.184,35	198,92	6	770,69	1533,88
LP	PROD. (2)	Media	817,27	74,89	6	668,99	956,80
LP	PROD. (3)	Media	35,33	26,30	6	0,00	93,36
LP	PROD. (4)	Media	29,21	18,61	6	0,00	67,87
LP	PROD. (5)	Media	447,63	64,84	6	323,63	579,7

ANEXO No. 7. PRODUCCION TOTAL ESTACIONAL DE MATERIA SECA A CIELO ABIERTO

**Producciones para otoño-invierno-primavera (O-I-P), verano, otoño e invierno**

	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
O-I-P	3.905,74	583,71	14,94
Verano	993,44	275,05	27,69
Otoño	911,50	306,84	33,66
Invierno	125,55	51,26	40,83

**Intervalos de confianza**

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

Trat.	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
DG	O-I-P	Media	5.006,15	29,35	2	4.964	5.044,33
DG	V	Media	1.281,95	129,44	2	1.102,66	1.447,97
DG	O	Media	898,03	260,44	2	520,86	1.213,74
DG	I	Media	112,49	41,08	2	53,47	165,55
FA	O-I-P	Media	3.481,66	245,34	2	3.129,26	3792,16
FA	V	Media	1.085,68	147,75	2	880,27	1.276,86
FA	O	Media	1.236,83	70,21	2	1.141,6	1.327,56
FA	I	Media	183,69	12,14	2	167,04	200,08
LP	O-I-P	Media	3.231,58	442,33	2	2.609	3.793,27
LP	V	Media	612,49	140,35	2	414,90	780,88
LP	O	Media	611,51	6,81	2	601,54	620,13
LP	I	Media	79	8,50	2	67,72	90,12

ANEXO No. 8. PRODUCCIÓN TOTAL ESTACIONAL DE MATERIA SECA BAJO DOSEL

**Producciones para otoño-invierno-primavera (O-I-P) e invierno**

	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
O-I-P	1935,65	391,10	20,54
Invierno	76,26	20,72	27,17

**VERANO**

**Análisis de la Varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Verano	18	0,75	0,68	48,15

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	472.766,86	4	118.191,71	9,95	0,0007
Trat.	438.352,91	2	219.176,46	18,46	0,0002
Bloque	34.413,94	2	17.206,97	1,45	0,2703
Error	154.363,09	13	11.874,08		
Total	627.129,95	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=135,91497

Error: 11.874,0840 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
DG	425,49	6	44,49	A
FA	208,98	6	44,49	B
LP	44,41	6	44,49	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**OTOÑO**

**Análisis de la Varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Otoño	18	0,62	0,50	28,45

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	355.119,00	4	88.779,75	5,28	0,0095
Trat.	121.711,07	2	60.855,53	3,62	0,0563

Bloque	233.407,93	2	116.703,97	6,94	0,0089
Error	218.586,62	13	16.814,36		
Total	573.705,62	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=161,73624

Error: 16.814,3558 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
DG	570,51	6	52,94	A
FA	414,58	6	52,94	A B
LP	382,13	6	52,94	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Intervalos de confianza

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

Trat.	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
DG	O-I-P	Media	1.846,76	161,64	6	1.537,3	2.169,10
DG	V	Media	419,78	44,66	6	345,78	508,14
DG	O	Media	572,64	89,41	6	398,85	750,15
DG	I	Media	91,00	3,10	6	64,46	115,00
FA	O-I-P	Media	1.877,35	137,49	6	1.602,9	2.143,56
FA	V	Media	210,73	51,74	6	109,49	310,58
FA	O	Media	412,76	47,31	6	315,28	491,03
FA	I	Media	67,71	8,37	6	52,12	85,15
LP	O-I-P	Media	1.983,86	205,29	6	1.617,5	2.405,73
LP	V	Media	43,83	17,16	6	13,69	76,66
LP	O	Media	380,63	54,05	6	277,54	493,50
LP	I	Media	71,39	10,39	6	51,20	89,63

ANEXO No. 9. PORCENTAJE DE FRACCIONES QUE COMPONEN EL FORRAJE DISPONIBLE A CIELO ABIERTO SEGÚN PASTOREOS.

### Análisis de la varianza

#### Gramíneas

PASTOREO	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
1.00	Gramíneas	6	0,91	0,85	17,95



**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.503,90	2	1.251,95	14,69	0,0282
Trat.	2.503,90	2	1.251,95	14,69	0,0282
Error	255,59	3	85,20		
Total	2.759,49	5			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=29,37446

Error: 85,1957 gl: 3

Trat.	Medias	n	E.E.		
LP	75,87	2	6,53	A	
FA	52,50	2	6,53	A	B
DG	25,87	2	6,53		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

***T. repens***

PASTOREO	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
1.00	<i>T. repens</i>	6	0,97	0,95	13,31

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	491,56	2	245,78	53,92	0,0045
Trat.	491,56	2	245,78	53,92	0,0045
Error	13,68	3	4,56		
Total	505,24	5			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=6,79474

Error: 4,5585 gl: 3

Trat.	Medias	n	E.E.		
DG	28,33	2	1,51	A	
FA	13,00	2	1,51		B
LP	6,80	2	1,51		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

***L. corniculatus***

PASTOREO	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
1.00	<i>L. corniculatus</i>	6	0,95	0,91	21,45

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	714,47	2	357,24	26,06	0,0127
Trat.	714,47	2	357,24	26,06	0,0127
Error	41,12	3	13,71		
Total	755,59	5			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=11,78240

Error: 13,7071 gl: 3

Trat.	Medias	n	E.E.	
DG	32,63	2	2,62	A
FA	10,75	2	2,62	B
LP	8,40	2	2,62	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Pastoreo	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
<b>Pastoreo 1</b>			
Malezas	15,28	5,34	34,96
<b>Pastoreo 2</b>			
Gramíneas	52,94	27,28	51,54
<i>Trifolium repens</i>	18,17	18,21	93,41
<i>Lotus corniculatus</i>	24,19	13,17	54,49
Malezas	3,38	4,38	129,68
<b>Pastoreo 3</b>			
Gramíneas	66,97	17,98	26,85
<i>Trifolium repens</i>	7,92	4,36	55,12
<i>Lotus corniculatus</i>	13,90	8,50	61,18
Malezas	11,22	6,99	62,34
<b>Pastoreo 4</b>			
Gramíneas	41,36	20,33	49,16
Malezas	58,65	20,33	34,67
<b>Pastoreo 5</b>			
Gramíneas	53,70	21,46	39,97
Malezas	43,23	24,99	57,81

## Intervalos de confianza

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

Pastoreo	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
1.00	Gramíneas	Media	51,40	8,61	6	34,74	68,05
1.00	<i>T. repens</i>	Media	16,00	3,76	6	9,03	23,46
1.00	<i>L. corn.</i>	Media	17,36	4,67	6	8,88	25,86
1.00	Malezas	Media	15,21	3,06	6	9,44	20,94
2.00	Gramíneas	Media	53,13	10,86	6	30,91	74,01
2.00	<i>T. repens</i>	Media	18,94	6,07	6	7,76	30,96
2.00	<i>L. corn.</i>	Media	24,50	4,85	6	15,00	33,90
2.00	Malezas	Media	3,32	1,71	6	0,70	7,16
3.00	Gramíneas	Media	67,38	5,94	6	54,76	77,84
3.00	<i>T. repens</i>	Media	7,85	1,23	6	5,21	10,36
3.00	<i>L. corn.</i>	Media	13,99	3,16	6	8,17	20,34
3.00	Malezas	Media	11,26	2,59	6	7,10	16,61
4.00	Gramíneas	Media	41,54	5,87	6	30,37	53,92
4.00	<i>T. repens</i>	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
4.00	<i>L. corn.</i>	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
4.00	Malezas	Media	58,44	5,86	6	46,13	69,01
5.00	Gramíneas	Media	53,71	7,69	6	39,14	68,62
5.00	<i>T. repens</i>	Media	3,04	2,16	6	0,00	7,36
5.00	<i>L. corn.</i>	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
5.00	Malezas	Media	43,00	7,79	6	26,67	57,60

ANEXO No. 10. PORCENTAJE DE FRACCIONES QUE COMPONEN EL FORRAJE DISPONIBLE BAJO DOSEL SEGÚN PASTOREOS.

<b>Pastoreo 1</b>	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Gramíneas	96,05	6,46	6,72
<i>Trifolium repens</i>	0,98	2,89	295,33
<i>Lotus corniculatus</i>	1,24	2,45	198,46
Malezas	1,73	2,40	138,93
<b>Pastoreo 2</b>			
Gramíneas	98,15	2,74	2,79
<i>Trifolium repens</i>	0,22	0,51	232,73
<i>Lotus corniculatus</i>	1,21	2,26	187,31
Malezas	0,43	0,71	165,95
<b>Pastoreo 3</b>			
Gramíneas	99,16	2,70	2,72
<i>Trifolium repens</i>	0,24	1,01	424,26
<i>Lotus corniculatus</i>	0,40	1,47	364,85
Malezas	0,20	0,40	199,63
<b>Pastoreo 4</b>			
Gramíneas	93,57	13,00	19,89
Malezas	6,43	13,00	202,08

**Gramíneas**

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
5.00	Gramíneas	18	0,54	0,40	30,57

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.377,80	4	1.844,45	3,87	0,0277
Bloque	1.951,73	2	975,87	2,05	0,1685
Trat.	5.426,06	2	2.713,03	5,70	0,0167
Error	6.192,35	13	476,33		
Total	13.570,14	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=27,22220

Error: 476,3345 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
DG	83,70	6	8,91	A
FA	83,65	6	8,91	A
LP	46,84	6	8,91	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Pastoreo 5	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
<i>Trifolium repens</i>	0,46	1,96	424,26

### Malezas

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
5.00	Malezas	18	0,56	0,43	76,23

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.740,20	4	1.935,05	4,20	0,0212
Bloque	2.102,22	2	1.051,11	2,28	0,1413
Trat.	5.637,98	2	2.818,99	6,12	0,0134
Error	5.983,39	13	460,26		
Total	13.723,60	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=26,75896

Error: 460,2610 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
LP	53,16	6	8,76	A
DG	16,30	6	8,76	B
FA	14,96	6	8,76	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Intervalos de confianza

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

Past.	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
1.00	Gramíneas	Media	96,05	1,39	18	93,16	98,44
1.00	<i>T. repen</i>	Media	0,95	0,62	18	0,03	2,27
1.00	<i>L. corn.</i>	Media	1,22	0,53	18	0,27	2,25
1.00	Malezas	Media	1,72	0,54	18	0,78	2,84

Past.	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
2.00	Gramíneas	Media	98,15	0,68	18	96,54	99,27
2.00	<i>T. repens</i>	Media	0,21	0,12	18	0,03	0,48
2.00	<i>L. corn.</i>	Media	1,21	0,55	18	0,38	2,45
2.00	Malezas	Media	0,41	0,17	18	0,14	0,79
3.00	Gramíneas	Media	99,12	0,65	18	97,70	99,95
3.00	<i>T. repens</i>	Media	0,24	0,23	18	0,00	0,68
3.00	<i>L. corn.</i>	Media	0,41	0,34	18	0,00	1,14
3.00	Malezas	Media	0,20	0,11	18	0,02	0,44
4.00	Gramíneas	Media	93,64	3,19	18	86,10	98,58
4.00	<i>T. repens</i>	Media	0,00	0,00	18	0,00	0,00
4.00	<i>L. corn.</i>	Media	0,00	0,00	18	0,00	0,00
4.00	Malezas	Media	6,23	2,99	18	1,57	12,37
5.00	Gramíneas	Media	71,02	6,84	18	57,29	83,99
5.00	<i>T. repens</i>	Media	0,42	0,43	18	0,00	1,26
5.00	<i>L. corn.</i>	Media	0,00	0,00	18	0,00	0,00
5.00	Malezas	Media	28,29	6,70	18	16,22	42,3

ANEXO No. 11. PROPORCIONES DE FRACCIONES EN RECHAZO A CIELO ABIERTO EN LOS DIFERENTES PASTOREOS.

Pastoreo 1	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Gramíneas	63,63	21,20	33,32
<i>Trifolium repens</i>	10,59	9,48	89,55
<i>Lotus corniculatus</i>	5,61	2,28	40,59
Malezas	20,16	12,69	62,94
Pastoreo 2			
Gramíneas	78,77	11,22	14,24
<i>Trifolium repens</i>	6,38	6,09	95,48
<i>Lotus corniculatus</i>	9,53	5,17	54,30
Malezas	5,36	3,16	59,00

Pastoreo 3	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Gramíneas	43,98	34,40	78,21

*T. repens*

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
3.00	<i>T. repens</i>	6	0,96	0,93	15,32

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	73,79	2	36,89	32,05	0,0095
Trat.	73,79	2	36,89	32,05	0,0095
Error	3,45	3	1,15		
Total	77,24	5			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=3,41472

Error: 1,1513 gl: 3

Trat.	Medias	n	E.E.	
FA	11,95	2	0,76	A
DG	4,87	2	0,76	B
LP	4,20	2	0,76	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

<b>Pastoreo 3</b>	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
<i>Lotus corniculatus</i>	19,34	17,42	90,70
Malezas	29,67	16,95	57,15

<b>Pastoreo 4</b>	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Gramíneas	47,12	25,02	53,14
Malezas	52,92	25,02	47,28
<b>Pastoreo 5</b>			
Gramíneas	50,02	15,21	30,41
<i>Trifolium repens</i>	0,05	0,10	244,95
Malezas	49,93	15,19	30,43

## Intervalos de confianza

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

Past.	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
1.00	Gramíneas	Media	63,62	11,11	6	41,50	84,23
1.00	<i>T. repens</i>	Media	10,51	3,23	6	4,38	16,74
1.00	<i>L. corn.</i>	Media	5,51	1,26	6	3,20	7,88
1.00	Malezas	Media	20,53	6,82	6	7,05	32,73
2.00	Gramíneas	Media	78,52	6,15	6	65,35	87,96
2.00	<i>T. repens</i>	Media	6,50	2,67	6	2,28	12,04
2.00	<i>L. corn.</i>	Media	9,48	3,43	6	3,84	16,25
2.00	Malezas	Media	5,39	1,69	6	2,30	8,54
3.00	Gramíneas	Media	43,63	10,16	6	24,51	63,83
3.00	<i>T. repens</i>	Media	6,99	1,49	6	4,43	9,77
3.00	<i>L. corn.</i>	Media	18,79	6,41	6	7,89	30,39
3.00	Malezas	Media	29,67	6,37	6	17,48	41,63
4.00	<i>T. repens</i>	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
4.00	<i>L. corn.</i>	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
4.00	Malezas	Media	52,68	8,66	6	38,21	71,33
5.00	Gramíneas	Media	50,03	7,15	6	36,21	64,13
5.00	<i>T. repens</i>	Media	0,05	0,04	6	0,00	0,13
5.00	<i>L. corn.</i>	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
5.00	Malezas	Media	50,22	7,37	6	34,14	62,2



ANEXO No. 12. PROPORCIONES DE FRACCIONES EN RECHAZO BAJO DOSEL EN LOS DIFERENTES PASTOREOS.

<b>Pastoreo 1</b>	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Gramíneas	96,53	3,69	3,83
<i>Trifolium repens</i>	0,17	0,53	307,25
Malezas	2,77	3,19	115,25
<b>Pastoreo 2</b>			
Gramíneas	99,79	0,57	0,57
<i>Lotus corniculatus</i>	0,14	0,54	387,42
Malezas	0,07	0,30	424,26
<b>Pastoreo 3</b>			
Gramíneas	98,09	4,52	4,61
<i>Trifolium repens</i>	0,16	0,67	424,26
<i>Lotus corniculatus</i>	1,09	3,49	321,46
Malezas	0,66	1,02	155,84

***L. corniculatus***

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
1.00	<i>L. corniculatus</i>	18	0,66	0,55	97,14

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13,60	4	3,40	6,25	0,0049
Bloque	7,81	2	3,90	7,18	0,0079
Trat.	5,79	2	2,90	5,33	0,0205
Error	7,07	13	0,54		
Total	20,67	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=0,91970

Error: 0,5437 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
DG	1,45	6	0,30	A
FA	0,76	6	0,30	A B
LP	0,07	6	0,30	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Gramíneas**

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
4.00	Gramíneas	18	0,57	0,44	23,79

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.542,07	4	1.885,52	4,38	0,0184
Bloque	2.630,20	2	1.315,10	3,06	0,0817
Trat	4.911,87	2	2.455,94	5,71	0,0166
Error	5.594,78	13	430,37		
Total	13.136,85	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=25,87540

Error: 430,3676 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
FA	99,25	6	8,47	A
DG	98,47	6	8,47	A
LP	63,83	6	8,47	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Malezas**

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
4.00	Malezas	18	0,57	0,44	161,88

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7.542,07	4	1.885,52	4,38	0,0184
Bloque	2.630,20	2	1.315,10	3,06	0,0817
Trat.	4.911,87	2	2.455,94	5,71	0,0166
Error	5.594,78	13	430,37		
Total	13.136,85	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=25,87540

Error: 430,3676 gl: 13

Trat .	Medias	n	E.E.	
LP	36,17	6	8,47	A
DG	1,53	6	8,47	B
FA	0,75	6	8,47	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Gramíneas**

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
5.00	Gramíneas	18	0,48	0,32	15,78

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.276,30	4	569,07	2,99	0,0595
Bloque	329,66	2	164,83	0,87	0,4439
Trat	1.946,63	2	973,32	5,11	0,0231
Error	2.477,23	13	190,56		
Total	4.753,53	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=17,21784

Error: 190,5562 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
DG	96,72	6	5,64	A
FA	92,80	6	5,64	A
LP	72,96	6	5,64	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**Malezas**

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
5.00	Malezas	18	0,48	0,32	110,40

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.276,30	4	569,07	2,99	0,0595
Bloque	329,66	2	164,83	0,87	0,4439
Trat	1.946,63	2	973,32	5,11	0,0231
Error	2.477,23	13	190,56		
Total	4.753,53	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=17,21784

Error: 190,5562 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
LP	27,04	6	5,64	A
FA	7,20	6	5,64	B
DG	3,28	6	5,64	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Intervalos de confianza

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

Past.	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
1.00	Gramíneas	Media	96,23	0,94	18	94,25	97,91
1.00	<i>T. repens</i>	Media	0,17	0,13	18	0,00	0,45
1.00	<i>L. corn.</i>	Media	0,77	0,26	18	0,32	1,30
1.00	Malezas	Media	2,76	0,72	18	1,43	4,24
2.00	Gramíneas	Media	99,79	0,14	18	99,47	99,99
2.00	<i>T. repens</i>	Media	0,00	0,00	18	0,00	0,00
2.00	<i>L. corn.</i>	Media	0,14	0,13	18	0,00	0,45
2.00	Malezas	Media	0,07	0,06	18	0,00	0,19
3.00	Gramíneas	Media	98,11	1,03	18	95,68	99,60
3.00	<i>T. repens</i>	Media	0,16	0,15	18	0,00	0,44
3.00	<i>L. corn.</i>	Media	1,09	0,85	18	0,02	2,92
3.00	Malezas	Media	0,66	0,23	18	0,24	1,12
4.00	Gramíneas	Media	87,32	6,38	18	73,01	97,31
4.00	<i>T. repens</i>	Media	0,00	0,00	18	0,00	0,00
4.00	<i>L. corn.</i>	Media	0,00	0,00	18	0,00	0,00
4.00	Malezas	Media	12,52	6,46	18	1,85	27,15
5.00	Gramíneas	Media	87,66	3,79	18	79,91	94,56
5.00	<i>T. repens</i>	Media	0,00	0,00	18	0,00	0,00
5.00	<i>L. corn.</i>	Media	0,00	0,00	18	0,00	0,00
5.00	Malezas	Media	12,60	3,86	18	5,39	20

ANEXO No. 13. PORCENTAJE DE LA COBERTURA DEL SUELO EN EL DISPONIBLE A CIELO ABIERTO

<b>Pastoreo 1</b>	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Verde	95,75	7,96	9,31
Restos secos	4,25	7,96	187,31

**VERDE**

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2.00	Verde	6	0,99	0,98	0,14

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,34	2	2,67	143,68	0,0011
Trat.	5,34	2	2,67	143,68	0,0011
Error	0,06	3	0,02		
Total	5,39	5			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=0,43370

Error: 0,0186 gl: 3

Trat.	Medias	n	E.E.	
DG	100,00	2	0,10	A
FA	98,17	2	0,10	B
LP	97,87	2	0,10	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

<b>Pastoreo 2</b>	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Restos secos	0,35	0,87	244,95
SD+ Man	0,97	0,88	91,14

<b>Pastoreo 3</b>	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Verde	69,07	7,23	10,47
SD+ Man	22,62	6,42	28,39

**RESTOS SECOS**

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
3.00	RS	6	0,96	0,93	12,72

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	79,58	2	39,79	35,64	0,0081
Trat.	79,58	2	39,79	35,64	0,0081
Error	3,35	3	1,12		
Total	82,92	5			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=3,36239

Error: 1,1163 gl: 3

Trat.	Medias	n	E.E.	
LP	13,33	2	0,75	A
FA	6,75	2	0,75	B
DG	4,83	2	0,75	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

<b>Pastoreo 4</b>	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Verde	63,86	8,60	13,47
Restos secos	6,27	1,77	26,87
SD+ Man	29,54	7,01	27,37
<b>Pastoreo 5</b>			
Verde	51,00	8,81	17,27
Restos secos	21,82	14,17	64,97
SD+ Man	27,18	9,89	36,38

**Intervalos de confianza**

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

Past.	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
1.00	Verde	Media	95,51	2,79	6	88,82	99,61
1.00	RS	Media	4,05	2,69	6	0,00	9,60
1.00	SD+M	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
1.00	Pinocha	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
2.00	Verde	Media	98,66	0,38	6	97,97	99,37
2.00	RS	Media	0,35	0,33	6	0,00	0,99
2.00	SD+M	Media	0,98	0,40	6	0,08	1,71
2.00	Pinocha	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
3.00	Verde	Media	69,05	3,72	6	61,30	76,04
3.00	RS	Media	8,26	1,60	6	5,47	11,47

Past.	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
3.00	SD+M	Media	22,66	2,36	6	18,45	27,29
3.00	Pinocha	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
4.00	Verde	Media	63,75	3,66	6	55,90	69,29
4.00	RS	Media	6,62	0,61	6	5,45	7,89
4.00	SD+M	Media	29,56	3,07	6	25,12	36,08
4.00	Pinocha	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
5.00	Verde	Media	50,96	2,90	6	45,84	56,56
5.00	RS	Media	21,87	4,51	6	13,46	30,91
5.00	SD+M	Media	27,23	4,48	6	18,68	35,94
5.00	Pinocha	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00

**ANEXO No. 14. PORCENTAJE DE LA COBERTURA DEL SUELO EN EL FORRAJE DISPONIBLE BAJO DOSEL**

**Análisis de la Varianza**

**VERDE**

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
1.00	Verde	18	0,57	0,43	10,77

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.433,52	4	358,38	4,23	0,0207
Bloque	619,08	2	309,54	3,65	0,0551
Trat.	814,44	2	407,22	4,81	0,0274
Error	1.101,22	13	84,71		
Total	2.534,74	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=11,47977

Error: 84,7095 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
LP	94,91	6	3,76	A
FA	81,70	6	3,76	B
DG	79,77	6	3,76	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## RESTOS SECOS

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
1.00	RS	18	0,71	0,63	67,82

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	716,67	4	179,17	8,10	0,0017
Bloque	434,81	2	217,41	9,83	0,0025
Trat.	281,86	2	140,93	6,37	0,0118
Error	287,49	13	22,11		
Total	1.004,16	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=5,86558

Error: 22.1150 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
FA	9,94	6	1,92	A
DG	9,52	6	1,92	A
LP	1,34	6	1,92	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Pastoreo 1	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Pinocha	7,61	9,59	126,09

## VERDE

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2.00	Verde	18	0,55	0,41	8,24

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	896,00	4	224,00	4,01	0,0247
Bloque	616,27	2	308,14	5,51	0,0184
Trat.	279,72	2	139,86	2,50	0,1203
Error	726,34	13	55,87		
Total	1.622,34	17			



**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=9,32324

Error: 55,8726 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
LP	94,87	6	3,05	A
FA	91,79	6	3,05	AB
DG	85,40	6	3,05	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Pastoreo 2	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Restos secos	1,11	4,71	424,26
Pinocha	8,20	8,15	99,31
Pastoreo 3			
Verde	36,55	4,71	15,23
Restos secos	4,28	1,35	31,6
Pinocha	59,24	6,23	10,52

## VERDE

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
4.00	Verde	18	0,61	0,49	45,21

## Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.492,55	4	373,14	5,01	0,0115
Bloque	128,97	2	64,48	0,87	0,4438
Trat.	1.363,58	2	681,79	9,15	0,0033
Error	968,84	13	74,53		
Total	2.461,39	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=10,76766

Error: 74,5261 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
FA	26,49	6	3,52	A
DG	23,92	6	3,52	A
LP	6,88	6	3,52	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Pastoreo 4	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Restos secos	0,03	0,10	311,32

## PINOCHA

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
4.00	Pinocha	18	0,60	0,48	10,72

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	1.488,86	4	372,21	4,96	0,0120
Bloque	128,97	2	64,48	0,86	0,4465
Trat.	1.359,89	2	679,95	9,05	0,0034
Error	976,54	13	75,12		
Total	2.465,40	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=10,81038

Error: 75,1187 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
LP	93,08	6	3,54	A
DG	76,04	6	3,54	B
FA	73,51	6	3,54	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## VERDE

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
5.00	Verde	18	0,58	0,45	34,26

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.801,94	4	700,49	4,50	0,0168
Bloque	1.404,87	2	702,43	4,52	0,0324
Trat.	1.397,07	2	698,54	4,49	0,0329
Error	2.022,36	13	155,57		
Total	4.824,30	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=15,55695

Error: 155,5659 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
DG	43,27	6	5,09	A
FA	41,98	6	5,09	A
LP	23,97	6	5,09	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

<b>Pastoreo 5</b>	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Restos secos	0,77	1,02	132,24

## PINOCHA

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
5.00	Pinocha	18	0,55	0,41	21,06

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.801,16	4	700,29	4,00	0,0249
Bloque	1.272,12	2	636,06	3,63	0,0558
Trat.	1.529,04	2	764,52	4,37	0,0354
Error	2.275,83	13	175,06		
Total	5.076,99	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=16,50308

Error: 175,0635 gl: 13

Trat.	Medias	n	E.E.	
LP	75,81	6	5,40	A
FA	57,26	6	5,40	B
DG	55,39	6	5,40	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Intervalos de confianza

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

Past.	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
1.00	Verde	Media	85,53	2,72	18	79,82	90,06
1.00	RS	Media	6,89	1,79	18	3,59	10,52
1.00	SD+M	Media	0,00	0,00	18	0,00	0,00
1.00	Pinocha	Media	7,57	3,22	18	2,34	14,46
2.00	Verde	Media	90,92	2,11	18	86,52	94,57
2.00	RS	Media	0,00	0,00	18	0,00	0,00
2.00	SD+M	Media	1,17	1,09	18	0,00	3,14
2.00	Pinocha	Media	8,12	2,05	18	4,62	12,22
3.00	Verde	Media	36,68	1,67	18	32,98	39,82
3.00	RS	Media	4,28	0,43	18	3,44	5,10

Past.	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95)
3.00	SD+M	Media	0,00	0,00	18	0,00	0,00
3.00	Pinocha	Media	59,23	1,83	18	55,94	62,79
4.00	Verde	Media	19,31	2,69	18	14,46	24,74
4.00	RS	Media	0,03	0,02	18	0,00	0,07
4.00	SD+M	Media	0,00	0,00	18	0,00	0,00
4.00	Pinocha	Media	80,81	2,70	18	75,20	86,11
5.00	Verde	Media	36,19	4,02	18	28,03	43,45
5.00	RS	Media	0,79	0,26	18	0,28	1,36
5.00	SD+M	Media	0,00	0,00	18	0,00	0,00
5.00	Pinocha	Media	63,01	3,89	18	55,99	70,82

ANEXO No. 15. PORCENTAJE DE COBERTURA EN EL RECHAZO POS PASTOREO A CIELO ABIERTO.

Pastoreo 1	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Verde	86,02	6,53	7,60
Restos secos	13,98	6,53	46,73

**VERDE**

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2.00	Verde	6	0,90	0,83	4,56

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	330,58	2	165,29	13,54	0,0315
Trat.	330,58	2	165,29	13,54	0,0315
Error	36,63	3	12,21		
Total	367,21	5			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=11,11960

Error: 12,2083 gl: 3

Trat.	Medias	n	E.E.	
LP	87,00	2	2,47	A
FA	72,50	2	2,47	B
DG	70,25	2	2,47	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

## RESTOS SECOS

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2.00	RS	6	0,90	0,83	14,92

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	330,58	2	165,29	13,54	0,0315
Trat.	330,58	2	165,29	13,54	0,0315
Error	36,63	3	12,21		
Total	367,21	5			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=11,11960

Error: 12,2083 gl: 3

Trat.	Medias	n	E.E.	
DG	29,75	2	2,47	A
FA	27,50	2	2,47	A
LP	13,00	2	2,47	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Pastoreo 3	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Verde	47,58	11,07	23,27
Restos secos	12,61	7,12	56,45
SD + Man	39,80	6,47	16,24
Pastoreo 4			
Verde	36,21	11,26	31,11
Restos secos	8,48	1,67	19,66
SD + Man	55,31	12,32	22,27
Pastoreo 5			
Verde	34,48	7,90	22,91
Restos secos	15,30	10,60	69,12

## SUELO DESCUBIERTO + MANTILLO

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
5.00	SD+M	6	0,84	0,74	12,54

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	642,99	2	321,49	8,11	0,0617
Trat.	642,99	2	321,49	8,11	0,0617
Error	118,92	3	39,64		
Total	761,90	5			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=20,03664

Error: 39,6395 gl: 3

Trat.	Medias	n	E.E.		
LP	64,50	2	4,45	A	
FA	45,71	2	4,45	A	B
DG	40,36	2	4,45		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## Intervalos de confianza

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

Pastoreo	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
1.00	Verde	Media	85,85	1,97	6	81,81	89,40
1.00	RS	Media	14,16	1,95	6	10,41	18,22
1.00	SD+M	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
1.00	Pinocha	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
2.00	Verde	Media	76,75	3,38	6	70,41	83,82
2.00	RS	Media	23,75	3,08	6	17,09	29,51
2.00	SD+M	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
2.00	Pinocha	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
3.00	Verde	Media	47,65	3,90	6	38,98	54,17
3.00	RS	Media	12,68	2,09	6	8,62	16,83
3.00	SD+M	Media	39,83	2,91	6	34,69	46,05
3.00	Pinocha	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
4.00	Verde	Media	36,27	4,76	6	27,31	45,57
4.00	RS	Media	8,49	0,53	6	7,39	9,48
4.00	SD+M	Media	55,49	4,96	6	45,08	64,13
4.00	Pinocha	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00
5.00	Verde	Media	34,26	4,13	6	25,99	42,34
5.00	RS	Media	15,16	3,64	6	10,59	23,51
5.00	SD+M	Media	50,48	4,54	6	42,00	58,42
5.00	Pinocha	Media	0,00	0,00	6	0,00	0,00

ANEXO No. 16. PORCENTAJE DE COBERTURA EN LOS RECHAZOS POS PASTOREO BAJO DOSEL ARBÓREO

**VERDE**

**Análisis de la Varianza**

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
1.00	Verde	18	0,52	0,45	23,11

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.912,22	2	1.456,11	8,09	0,0041
Trat.	2.912,22	2	1.456,11	8,09	0,0041
Error	2.699,14	15	179,94		
Total	5.611,36	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=16,50750

Error: 179,9426 gl: 15

Trat.	Medias	n	E.E.	
LP	68,69	6	5,48	A
FA	65,26	6	5,48	A
DG	40,16	6	5,48	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

**PINOCHA**

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
1.00	Pinocha	18	0,52	0,45	31,97

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.912,22	2	1.456,11	8,09	0,0041
Trat.	2.912,22	2	1.456,11	8,09	0,0041
Error	2.699,14	15	179,94		
Total	5.611,36	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=16,50750

Error: 179,9426 gl: 15

Trat.	Medias	n	E.E.	
DG	59,84	6	5,48	A
FA	34,74	6	5,48	B
LP	31,31	6	5,48	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)



## VERDE

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2.00	Verde	18	0,30	0,21	18,78

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	896,86	2	448,43	3,21	0,0689
Trat.	896,86	2	448,43	3,21	0,0689
Error	2.092,70	15	139,51		
Total	2.989,55	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=14,53523

Error: 139,5132 gl: 15

Trat.	Medias	n	E.E.		
FA	71,77	6	4,82	A	
LP	62,47	6	4,82	A	B
DG	54,49	6	4,82		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## PINOCHA

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
2.00	Pinocha	18	0,30	0,21	31,84

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	896,86	2	448,43	3,21	0,0689
Trat.	896,86	2	448,43	3,21	0,0689
Error	2.092,70	15	139,51		
Total	2.989,55	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=14,53523

Error: 139,5132 gl: 15

Trat.	Medias	n	E.E.		
DG	45,51	6	4,82	A	
LP	37,53	6	4,82	A	B
FA	28,23	6	4,82		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

## VERDE

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
3.00	Verde	18	0,60	0,54	17,92

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	410,36	2	205,18	11,04	0,0011
Trat	410,36	2	205,18	11,04	0,0011
Error	278,66	15	18,58		
Total	689,02	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=5,30404

Error: 18,5774 gl: 15

Trat.	Medias	n	E.E.	
LP	28,69	6	1,76	A
FA	25,98	6	1,76	A
DG	17,48	6	1,76	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**RESTO SECO**

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
3.00	RS	18	0,37	0,28	45,53

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	46,39	2	23,19	4,34	0,0325
Trat.	46,39	2	23,19	4,34	0,0325
Error	80,14	15	5,34		
Total	126,53	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=2,84437

Error: 5,3425 gl: 15

Trat.	Medias	n	E.E.	
LP	6,89	6	0,94	A
FA	5,36	6	0,94	A B
DG	2,98	6	0,94	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**PINOCHA**

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
3.00	Pinocha	18	0,64	0,60	7,3

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	728,95	2	364,48	13,60	0.0004
Trat.	728,95	2	364,48	13,60	0.0004
Error	402,08	15	26,81		
Total	1.131,03	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=6,37123

Error: 26,8051 gl: 15

Trat.	Medias	n	E.E.	
DG	79,54	6	2,11	A
FA	68,67	6	2,11	B
LP	64,42	6	2,11	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )**VERDE**

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
4.00	Verde	18	0,73	0,70	30,39

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.292,46	2	646,23	20,70	<0,0001
Trat.	1.292,46	2	646,23	20,70	<0,0001
Error	468,21	15	31,21		
Total	1.760,67	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=6,87529

Error: 31,2143 gl: 15

Trat.	Medias	n	E.E.	
FA	29,32	6	2,28	A
DG	17,17	6	2,28	B
LP	8,67	6	2,28	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Pastoreo 4	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Restos secos	0,563	0,872	154,120

## PINOCHA

Pastoreo	Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
4.00	Pinocha	18	0,69	0,65	7,36

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1.187,72	2	593,86	16,68	0,0002
Trat.	1.187,72	2	593,86	16,68	0,0002
Error	534,16	15	35,61		
Total	1.721,88	17			

**Test:LSD Fisher** Alfa=0,05 DMS=7,34352

Error: 35,6106 gl: 15

Trat.	Medias	n	E.E.	
LP	90,13	6	2,44	A
DG	82,62	6	2,44	B
FA	70,41	6	2,44	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

Pastoreo 5	Media	CME <sup>1/2</sup>	CV
Verde	25,437	13,488	53,030
Restos secos	1,870	2,687	143,480
Pinocha	72,623	15,607	21,490

### Intervalos de confianza

Bilateral

Estimación por bootstrap (B=550)

Past.	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
1.00	Verde	Media	58,34	4,30	18	49,59	66,87
1.00	RS	Media	0,00	0,00	18	0,00	0,00
1.00	Pinocha	Media	42,08	4,18	18	34,21	50,97
2.00	Verde	Media	62,88	3,07	18	57,00	68,76
2.00	RS	Media	0,00	0,00	18	0,00	0,00
2.00	Pinocha	Media	37,18	3,04	18	30,95	42,69
3.00	Verde	Media	24,05	1,44	18	21,02	26,92
3.00	RS	Media	5,09	0,61	18	3,83	6,32

Past.	Variable	Parámetro	Estimación	E.E.	n	LI(95%)	LS(95%)
3.00	Pinocha	Media	70,85	1,77	18	67,51	74,31
4.00	Verde	Media	18,28	2.28	18	14.00	22,76
4.00	RS	Media	0,58	0.22	18	0.18	1,03
4.00	Pinocha	Media	81,15	2.26	18	77.03	85,42
5.00	Verde	Media	25,45	3,19	18	19,48	31,82
5.00	RS	Media	1,92	0,59	18	0,94	3,18
5.00	Pinocha	Media	72,57	3,64	18	64,80	79,86

#### ANEXO No. 17. MALEZAS IDENTIFICADAS EN EL ÁREA EXPERIMENTAL

Malezas relevadas en el experimento fuera dosel

Especie	Hábito de vida/ciclo
<i>Bowlesia incana</i>	anual – invernial
<i>Cerastium glomeratum</i>	anual – invernial
<i>Sida espinosa</i>	perenne – estival
<i>Sida rhombifolia</i>	perenne – estival
<i>Cyperus eragrostis</i>	perenne – estival
<i>Conyza bonariensis</i>	anual – invernial
<i>Coronopus didymus</i>	anual – invernial
<i>Cynodon dactylon</i>	perenne – estival
<i>Oenothera ssp</i>	perenne - estival
<i>Gamochaeta spicata</i>	anual – invernial
<i>Nicotiana ssp</i>	perenne – estival
<i>Poa annua</i>	anual – invernial
<i>Rumex ssp</i>	perenne - invernial
<i>Stellaria media</i>	anual – invernial
<i>Taraxacum officinale</i>	anual – invernial
<i>Vulpia australis</i>	anual – invernial

Malezas relevadas en el experimento bajo dosel

Espece	Hábito de vida/ciclo
<i>Cardus acanthoides</i>	anual -invernal
<i>Chaptalia ssp</i>	perenne - invernal
<i>Cirsium vulgare</i>	anual -invernal
<i>Conyza bonariensis</i>	anual – estival
<i>Carex ssp</i>	perenne-inverno primaveral
<i>Cynodon dacylon</i>	perenne -estival
<i>Echium plantagineum</i>	anual -invernal
<i>Gamochaeta spicata</i>	perenne- invernal
<i>Gamochaeta ssp</i>	perenne -invernal
<i>Oxalis ssp</i>	perenne- invernal
<i>Senecio brasiliensis</i>	perenne - invernal
<i>Senecio grisebachii</i>	anual - invernal
<i>Solanum sisymbriifolium</i>	perenne- estival
<i>Stellaria media</i>	anual -invernal
<i>Oenothera ssp</i>	perenne - estival
<i>Oxalis bipartita</i>	perenne - invernal
<i>Oxalis púdica</i>	perenne - invernal
<i>Senecio selloi</i>	perenne - invernal
<i>Solanum ssp</i>	perenne - estival