

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NP Y DEL MEJORAMIENTO CON  
LEGUMINOSAS EN LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE UN CAMPO  
NATURAL DEL LITORAL**

**por**

**Sebastián BONANSEA GROSSO**

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

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2018**

Tesis aprobada por:

Director:

-----  
Ing. Agr. (Dr.) Pablo Boggiano

-----  
Ing. Agr. (MSc.) Ramiro Zanoniani

-----  
Ing. Agr. Nicolás Carám

-----  
Ing. Agr. Felipe Casalás

Fecha: 27 de junio de 2018

Autor:

-----  
Sebastián Bonansea Grosso

## AGRADECIMIENTOS

A mí hermana María Belén, Papá, Mamá y Leo.

A mis Profesores de forrajeras Pablo, Ramiro, Nico, Felipe, Javier y Diego que tantas veces fui a sus oficinas a consultar dudas de pastos, fertilizaciones, e infinidad de preguntas que me surgieron durante mi estadía en la EEMAC primero como estudiante y luego como becario.

A Mónica Cadennazzi por siempre explicarme todo lo referido a la parte estadística de la tesis.

A la barra del laboratorio 1, donde aprendo todo los días además de futbol, rugby, basketball y muchos temas más, cantidad de su experiencia de tantos años en el campo experimental lo cual es muy enriquecedor para nuestra vida laboral-profesional.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	IV
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
1.1. OBJETIVOS .....	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. EFECTO DEL NITRÓGENO .....	3
2.1.1. <u>Cantidades y formas de nitrógeno en el suelo</u> .....	3
2.1.2. <u>Efecto del nitrógeno sobre la producción de forraje</u> .....	3
2.1.3. <u>Efecto del nitrógeno sobre la composición botánica</u> .....	4
2.1.4. <u>Efecto del nitrógeno sobre la estacionalidad de la producción</u> .....	8
2.2. EFECTO DE LA INTENSIDAD DE PASTOREO .....	10
2.2.1. <u>Efecto de la carga sobre la producción de materia seca</u> ....	10
2.2.2. <u>Efecto de la carga sobre el mejoramiento y su composición</u> .....	12
2.3. EFECTO DEL MEJORAMIENTO EXTENSIVO .....	13
2.3.1. <u>Efecto de la introducción de leguminosas</u> .....	13
2.3.2. <u>Efecto del mejoramiento sobre la producción de forraje</u> ....	14
2.3.3. <u>Efecto del mejoramiento sobre la composición botánica</u> ....	14
2.3.4. <u>Efecto del mejoramiento sobre la estacionalidad</u> .....	16
2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS GÉNEROS SEMBRADOS .....	16
2.4.1. <u>Generalidades de <i>Trifolium pratense</i></u> .....	16



4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	31
4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA .....	31
4.1.1. <u>Temperatura y precipitaciones</u> .....	31
4.1.2. <u>Balance hídrico</u> .....	32
4.2. ANÁLISIS EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA (kg/ha) PARA EXPERIMENTO “2” .....	33
4.2.1. <u>Materia seca disponible en kilogramos por hectárea para       diferentes estaciones</u> .....	33
4.2.1.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación estival.....	33
4.2.1.2. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación otoñal .....	36
4.2.2. <u>Materia seca remanente en kilogramos por hectárea para       diferentes estaciones</u> .....	38
4.2.2.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación estival.....	38
4.2.2.2. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación otoñal .....	41
4.3. ANÁLISIS EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA (kg/ha) PARA EXPERIMENTO “1” .....	44
4.3.1. <u>Evaluación de los diferentes componentes de la       materia seca presente para la estación estival</u> .....	45
4.3.1.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación otoñal .....	49
4.3.2. <u>Materia seca remanente en kilogramos por hectárea para       diferentes estaciones</u> .....	53
4.3.2.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación estival.....	53
4.3.2.2. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación otoñal .....	57

4.4. CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL (%) DE LAS ESPECIES EN EL DISPONIBLE y REMANENTE PARA EXPERIMENTO “2” .....	62
4.4.1. <u>Porcentaje de la materia seca total disponible para diferentes estaciones</u> .....	62
4.4.1.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación estival.....	62
4.4.1.2. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación otoñal. ....	65
4.4.2. <u>Porcentaje de la materia seca total remanente para diferentes estaciones</u> .....	69
4.4.2.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación estival .....	69
4.4.2.2. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación otoñal .....	72
4.5. ANÁLISIS EN PORCENTAJE (%) PARA EXPERIMENTO “1” .....	75
4.5.1. <u>Porcentaje de la materia seca total disponible para diferentes estaciones</u> .....	75
4.5.1.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación estival .....	75
4.5.1.2. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación otoñal .....	79
4.5.2. <u>Porcentaje de la materia seca total remanente para diferentes estaciones</u> .....	83
4.5.2.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación estival.....	83
4.5.2.2. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente otoñal .....	87
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	91

6. <u>RESUMEN</u> .....	92
7. <u>SUMMARY</u> .....	93
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	94
9. <u>ANEXOS</u> .....	103

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de MST, MSV, MSRS, Rv/s y contrastes ortogonales para el período estival .....	34
2. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival .....	34
3. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival .....	35
4. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de Rs,H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival .....	35
5. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de MST, MSV, MSRS, R v/s y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	36
6. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal .....	37
7. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	37
8. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de RS, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	38
9. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de MST, MSV, MSRS, Rv/s y contrastes ortogonales para el período estival .....	38
10. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de Ba, Ss, OGPI, TGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival.....	39

11. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival .....	40
12. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival .....	40
13. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de MST, MSV, MSRS, Rv/s y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	41
14. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de Ba, Ss, OGPI, TGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	42
15. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	43
16. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS de Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período otoñal .....	43
17. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de MST, MSV, MSRS y Rv/s y contrastes ortogonales para el período estival.....	44
18. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival.....	45
19. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival.....	46
20. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival .....	47

21. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de MST, MSV, MSRS, Rv/s y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	49
22. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de Ba, Ss, OGPI, TGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	50
23. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	51
24. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de Rs, H+ Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	52
25. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de MST, MSV, MSRS, Rv/s y contrastes ortogonales para el período estival.....	53
26. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival.....	54
27. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival.....	55
28. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival.....	56
29. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de MST, MSV, MSRS, Rv/s y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	57
30. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	59
31. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	60

32. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha de Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período otoñal .....	61
33. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para MSV, MSRS, Rv/s, cm y contrastes ortogonales para el período estival.....	62
34. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival.....	63
35. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival. ....	63
36. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival.....	64
37. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para MSV, MSRS, Rv/s, cm y contrastes ortogonales para el período otoñal .....	65
38. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal .....	66
39. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal .....	67
40. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para RS, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período otoñal .....	68
41. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para MST, MSV, MSRS, Rv/s, cm del remanente y contrastes ortogonales para el período estival .....	69
42. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival.....	70

43. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival .....	70
44. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival.....	71
45. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para, MSV, MSRS, Rv/s, cm y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	72
46. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	73
47. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal .....	74
48. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST para RS, H+Dm, L, C, SD y MCS contrastes ortogonales para el período otoñal .....	74
49. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para, MSV, MSRS, Rv/s, cm y contrastes ortogonales para el período estival.....	75
50. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para Ba, Ss, OGPI, TGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival .....	76
51. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival.....	77
52. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival.....	78
53. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para MST, MSV, MSRS, Rv/s y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	79

54. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para Ba, Ss, OGPI, TGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal. ....	80
55. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal .....	81
56. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	82
57. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para, MSV, MSRS, Rv/s, cm y contrastes ortogonales para el período estival.....	83
58. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival.....	84
59. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival .....	85
60. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival.....	86
61. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para, MSV, MSRS, Rv/s, cm y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	87
62. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para Ba, Ss, OGPI, TGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	88
63. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal .....	89
64. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST para Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período otoñal.....	90

Figura No.

1. Mapa detallado de suelos del área experimental.....	24
2. Croquis mostrando bloques, tratamientos y superficies de las parcelas. ....	26
3. Temperaturas y precipitaciones medias para el período de estudio vs. temperaturas y precipitaciones medias históricas extraídas de serie histórica 1980-2009.....	31
4. Dinámica del agua disponible en el suelo, a través de un balance hídrico decádico, evapotranspiración real y períodos de déficit y exceso.....	32
5. Kilogramos de materia seca disponible para <i>Bromus auleticus</i> (Ba) y total de gramíneas perennes invernales (TGPI), sin diferencias significativas, pero diferencias agronómicas importantes. ....	50
6. Presencia de GAI por fecha de muestreo, bloque y tratamiento en los remanentes otoñales.....	58
7. MS en kg/ha presente de <i>Paspalum notatum</i> (Pn), <i>Paspalum dilatatum</i> (Pd), <i>Coelorhachis selloana</i> (Cs) y otras gramíneas perennes estivales (OGPE) en remanentes otoñales .....	61
8. Diferencia relativa en porcentaje, en relación a la diferencia entre el tratamiento 120N y 60N. ....	67

## 1. INTRODUCCIÓN

En el Uruguay las pasturas naturales componen la principal base forrajera para la ganadería, ocupando un total de 10,6 millones de hectáreas, representando el 64,3 % de del territorio nacional (MGAP. DIEA, 2015).

El campo natural se define como un tipo de cobertura vegetal mayormente herbácea compuesta en su mayoría por especies gramíneas con un marcada dominancia de especies C4 frente a las C3 asociándose a leguminosas nativas y graminoides, conformando así un complejo sistema de macro, meso y microorganismos en el cual muchas veces se desconoce su rol.

La estrecha relación suelo-planta genera un complejo mosaico con un gran número de especies que a lo largo del mismo van variando su frecuencia, además de sus hábitos fisiológicos y ecológicos, buscando adaptarse así a las condiciones cambiantes del material geológico, topografía, suelo interactuando con el efecto de animales bajo pastoreo (Millot et al., 1987) resultando en comunidades de una apariencia homogénea, pero heterogéneas en composición y estructura.

Varios autores destacan la gran diversidad florística presente en los campos naturales de Uruguay, pero también existen características que son comunes a todos ellos, como la baja presencia de leguminosas, la relación desbalanceada de gramíneas estivales/invernales y limitantes a la productividad en los períodos de baja actividad biológica, producto de los suelos ligeramente ácidos y con bajo aporte de nutrientes.

Las características mencionadas de los campos naturales redundan en una marcada estacionalidad en la oferta de forraje que ofrece, estableciéndose la estación invernal como un cuello de botella para la producción pecuaria del país. Las tasas de crecimiento para la estación promedian los 4,4 kg MS/ha (Boggiano et al., 2005). No solo desbalances a nivel de producción de forraje afectan al campo natural, sino que también lo hay a nivel de calidad. Cuando la producción es máxima dada por la marcada estacionalidad, autores reportan que la digestibilidad del disponible cae aún por debajo de 60 %.

La estacionalidad en la producción anteriormente mencionada se ha visto magnificado su efecto en los predios que mantienen carga fija durante todo el año. El sistemático sobrepastoreo que se efectúa en invierno es amortiguado por las escasas y palatables especies invernales, lo cual al perpetuarse en el tiempo este manejo lleva a la progresiva pérdida de dichas especies en el tapiz, desencadenando una menor producción invernal, cerrando así esta especie de círculo vicioso.

Trabajar en pos de levantar estas limitantes de la principal base forrajera de los sistemas ganaderos-pastoril del país redundaría en un aumento en la capacidad de carga, aumentando la producción en términos de peso vivo por hectárea, sin el deterioro del recurso natural.

La generación de conocimiento científico sobre diferentes medidas de manejo, como intensidad y método de pastoreo, mejoramiento por siembra de especies de alto valor pastoral y fertilización nitrogenada sobre la producción del campo natural. La mayor comprensión y conocimiento de las mencionadas medidas nos permitirá mejorar la productividad de los sistemas ganaderos, en especial los de características más extensivas.

### 1.1. OBJETIVOS

Los objetivos del presente trabajo son estudiar la respuesta a diferentes mejoramientos del campo natural, en producción de forraje y composición botánica.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. EFECTO DEL NITRÓGENO

#### 2.1.1. Cantidades y formas de nitrógeno en el suelo

Cuando se habla de sistemas no alterados por el hombre, el nitrógeno inorgánico que en su mayoría toman las plantas es derivado de la materia orgánica del suelo. Esta última permanece relativamente constante de acuerdo a factores como el clima, tipo de cobertura vegetal y tipo de suelo (Perdomo y Barbazán, 1999). La biomasa microbiana fundamentalmente es la encargada de regular los procesos biológicos mediante el cual se establecen diferentes relaciones entre formas orgánicas e inorgánicas (Morón, 1996).

Morón (1996), expresa que los suelos de Uruguay en su horizonte superficial contienen entre 0.1 y 0.3 % de nitrógeno total, obviamente los valores dentro del rango varían dependiendo la textura. La mayor porción del nitrógeno presente en el suelo se encuentra en su forma orgánica, quedando una ínfima porción de aproximadamente 2 % en su forma inorgánica, representada por nitrato, amonio y nitrito. Esta última fracción es la que se encuentra rápidamente disponible para las plantas (Perdomo y Barbazán, 1999), pero teniendo una mayor afinidad por el nitrato (Whitehead, 2000).

#### 2.1.2. Efecto del nitrógeno sobre la producción de forraje

El efecto de las intervenciones con nutrientes (N; P) en las pasturas naturales no presenta un efecto inmediato tanto en producción como en calidad de la misma. Así lo expresan Berreta et al. (1998b) que la reacción de las pasturas naturales frente a los aumentos en los niveles tróficos de nitrógeno y fósforo es un proceso relativamente lento. Los efectos del aumento en los niveles tróficos se comienzan a observar a partir el primer año aumentando la magnitud de la respuesta a medida que continúa el agregado de nutrientes (Ayala y Carámbula, 1994).

Como ya se mencionó en la introducción, las gramíneas son predominantes en los tapices naturales, al igual que los de la región, por lo tanto innumerables trabajos reportan al nitrógeno como el principal nutriente para incrementar la producción primaria, ya que estas tienen alta capacidad de respuesta a dicho nutriente (Ayala y Carámbula, 1994).

Wilman y Wright (1983), Whitehead (1995) reportan que los aumentos en la disponibilidad de nitrógeno afectan de manera positiva sobre la fisiología y morfología de las plantas forrajeras especialmente gramíneas, ya que son

incapaces de fijarse su propio nitrógeno., además se mencionan aumentos en la tasa de elongación foliar y cambios en la tasa de aparición foliar desencadenando un aumento en la densidad de macollos (Mazzanti et al., 1994).

Al igual que el mencionado desbalance en cuanto a especies, los tapices presentan un desbalance estacional desfavorecido hacia el invierno. Larratea y Soutto (2013) no encontraron respuesta significativa a el agregado de dos niveles de nitrógeno 60 y 114 kg/ha en la producción de forraje invernal. La mayor dosis (114 kg/ha) incremento 24,2 % el forraje de primavera.

KouKoura et al. (2005) exponen que la producción de forraje casi se duplicó por el solo efecto de la fertilización nitrogenada. Estos resultados los obtuvieron en el primer año de evaluación, comparando con un testigo sin fertilizar. La conclusión que obtuvieron luego de 3 años de experimentación es que la fertilización aumenta la producción de forraje en un 20%.

Rodríguez Palma et al. (2004) registran respuestas sobre la producción de forraje anual en suelo de Basalto de 116% relativo al testigo en el primer año cayendo a 106% en también relativo al testigo en el segundo año.

Otros autores reportan también los aumentos de producción de forraje de los tratamientos fertilizados vs. no fertilizados, para experimentos de 3 años de duración. Así lo expresan Berretta et al. (1998b) quienes constataron aumentos crecientes de 27, 54, 75 % en tratamientos fertilizados en el correr de 3 años de experimentación.

Rodríguez Palma (1998) en un campo natural con un acentuado predominio de especies invernales característico de suelos de Basalto como, *Stipa setigera*, *Lolium multiflorum* y *Hordeum stenostachys*, constató repuestas de 44% de aumento en la producción de forraje con fertilizaciones de 100 kg/ha/año de N. Dicha fertilización otoño-invernal aumentó el crecimiento bruto y neto del componente gramínea, a través de un aumento en la densidad de macollos del 40 %.

Ramage et al., Schmidt y Tenpas, Cowling, Reid, citados por Carámbula (2002a) mencionan que por cada kg de N agregado la producción de materia seca aumenta. Este aumento es porcentualmente menor a medida que las dosis de N van aumentando, llegando a un límite de 500 kg/ha de N donde el sistema se estabiliza y ya no se registran más aumentos en producción.

### 2.1.3. Efecto del nitrógeno sobre la composición botánica

La composición botánica es el ordenamiento de las especies en un área determinada, siendo esta, la mejor medida para la identificación de sitios ecológicos. La composición botánica es una medida dinámica, la cual tiene la propiedad de detectar cambios generados por diferentes medidas de manejo que introducen cambios en el ecosistema pastoril, ya que la relación intra-especie depende del ambiente. Por esta razón es que los diferentes niveles de fertilidad no solo afectan los niveles de producción de forraje y estacionalidad de dicha producción sino que también afectan el balance entre las diferentes especies del campo natural producto de su capacidad para capitalizar este cambio en el ambiente (Berretta y Do Nascimento, 1991).

Como lo mencionan Ayala y Carámbula (1994) dicho cambio en la fertilidad, trae aparejado cambios botánicos, ya que levanta una de los principales limitantes del campo natural y conlleva consigo especies que no eran competitivas a serlo. Por lo tanto la vegetación establece un punto de equilibrio, posterior a “el disturbio” (Berretta et al., 1998b).

El efecto de agregar nitrógeno en pasturas naturales es reportado Whitehead (1995), mencionando reducciones en la proporción de gramíneas poco productivas, dicotiledóneas no leguminosas y leguminosas.

Berretta et al. (1998b) y Boggiano (2003) detectan un aumento en la riqueza específica del campo natural, en respuesta de los tratamientos de fertilización nitrógeno-fosfatada.

El aumento en la contribución de gramíneas invernales está íntimamente relacionado con el agregado de nitrógeno, pero este aumento tiene un límite alrededor de 180 kg/ha, para luego de este comenzar a descender. Esta respuesta es capaz de superar en más de tres veces el aporte de gramíneas estivales, por parte de las gramíneas invernales (Zanoniani, 2009).

Rodríguez Palma et al. (2004) también observaron aumentos en la contribución de gramíneas invernales, del orden del 40 a 50%, destacándose dentro de esta respuesta el mayor aporte de especies de tipo productivo fino, en las que se destaca *Bromus auleticus*, destacándose al duplicar su producción. La respuesta promedio a seis años de experimentación en los tratamientos N100 respecto a N0 es: aumento de un 25 % de gramíneas invernales con un reducción de 29% de gramíneas estivales y un 45 % de malezas de campo sucio, además de un 38 % en malezas menores-enanas más el componente leguminosas, confirmando lo reportado por Whitehead (1995).

Larratea y Soutto (2013) determinaron que la composición florística del campo del litoral sobre el cual trabajaron presentó una mayor asociación a la estación del año en la cual se encontraban que a las diferentes dosis de nitrógeno probadas, pero a pesar de ello es posible establecer algunas generalidades. Las parcelas con dosis de nitrógeno bajo (60 kg/ha de N) presentaron mayores asociación con gramíneas perennes estivales y hierbas perennes estivales, con una discreta a moderada promoción de especies invernales. Por lo contrario las fertilizaciones otoño-invernales con altas dosis (114 kg/ha de N) presentaron mayor contribución de gramíneas perennes invernales. Al combinar el efecto altas dosis de N con bajas ofertas de forraje, 2% fue el valor que utilizaron, puede ocasionar un aumento significativo del suelo desnudo, concomitantemente esto llevaría a un aumento de hierbas invernales, de hábito de vida perenne y anual.

Como mencionaron Whitehead (1995), Rodríguez Palma et al. (2004), los aumentos en los niveles de fertilización nitrogenada lleva a un descenso de las leguminosas, introducirlas y fertilizar con fósforo además realizar manejos pendientes a permitir la floración y su posterior promoción de especies nativas invernales, realizando el mismo efecto que la fertilización nitrógeno-fosfatada, nada más que la vía de entrada de N al sistema es a través de las leguminosas introducidas (Bemhaja y Berretta, Berretta y Levratto, Berretta, citados por Berretta et al., 1998b).

Con respecto a cómo evolucionan las diferentes especies en el diferente tipo de ambiente, que tienen o que se les ofrece, es que va cambiando la proporción de los diferentes tipos productivos presentes.

Al respecto, Berretta (1998a) habla que las especies de tipo productivo fino y tierno-fino, tienden a aumentar su contribución con los tratamientos fertilizados. Las principales especies son: *Adesmia bicolor* (babosita), *Poa lanigera* (poa) y *Paspalum dilatatum* (pasto miel), y *Stipa setigera* (flechilla). Dentro de las especies favorecidas *Stipa setigera* (flechilla) es la más frecuente, en cambio *Adesmia bicolor* (babosita), *Paspalum dilatatum* (pasto miel) su aporte se vuelve mayor hacia la primavera, y si *Paspalum dilatatum* (pasto miel) está manejado a bajas menores aumenta durante el verano. Todo lo contrario sucede con *Poa lanigera* (poa), que es marcadamente invernal su aporte.

Berretta (1998a) reporta que para los pastos tiernos la tendencia no es tan clara. *Paspalum notatum* (pasto horqueta), *Piptochaetium stipoides* (flechilla), *Coelorhachis selloana* (cola de lagarto) son los exponentes de este estrato. Los dos primeros aumentan su contribución con la fertilización pero el pasto horqueta tiene una mayor participación en los tratamientos de fertilizante

y cargas más altas ya que su hábito de crecimiento esto-rizomatozo hace que escape al diente del animal y vaya ganando territorio.

Los pastos ordinarios en los tratamientos fertilizados van perdiendo contribución al recubrimiento del tapiz producto de que aumentan las especies finas y tiernas.

*Paspalum plicatulum* es una especie que en este experimento se encontraba con mucha frecuencia, Berretta (1998a) señala que este disminuye con la fertilización, pero la causa podría ser que esta especie no siempre es de tipo ordinario sino que si está en mejores ambientes (más nitrógeno) sus hojas pueden llegar a permanecer verdes por períodos de tiempo mayores y como consecuencia aumentar su apetecibilidad. *Bothriochloa laguroides*, presenta mayor frecuencia en el experimento fertilizado y baja carga especialmente en primavera verano, quizás por la falta de “boca” y el pasaje a estado reproductivo, encañado, haciendo que el animal no lo consuma.

Berretta (1998a) y Boggiano et al. (2003), reportaron aumentos en la cobertura de Ciperáceas en respuesta a los aumentos de los niveles tróficos de nitrógeno, pero Gomes et al. (1998) reportaron una respuesta contraria a la de Berretta (1998a) y Boggiano et al. (2005). Estas diferencias en respuesta a un mismo factor (N) por parte de las familias botánicas es consecuencia de las diferencias en el ciclo de producción de las especies en combinación con el momento de fertilización. Gomes et al. (1998) y Boggiano et al. (2005) también reportaron respuestas contrarias para leguminosas nativas, poniendo énfasis en una de ellas *Desmodium incanum*. El primero de estos habla de que combinando fertilización nitrogenada con períodos de descanso otoño invernal o estival. El segundo habla de una reducción de las leguminosas por aumento de las gramíneas y ciperáceas.

Por lo tanto los niveles tróficos especialmente de nitratos en el suelo generan diferentes tipos de influencias en la competitividad de las comunidades anuales y perennes (Eckert et al., citados por Young et al., 1999). Los pastos anuales consumen mayores volúmenes de nitrógeno (Kay y Evans, citados por Young et al., 1999), contrario a los pastos nativos de hábito de vida perennes que han co-evolucionado en ambientes austeros desde el punto de vista de la oferta de nitrógeno.

El efecto residual de tratamientos de nitrógeno a dosis máximas perdura como mínimo tres o más años. Esto fue constatado por Cardozo et al. (2008) que reportaron que a tres años de la última aplicación de nitrógeno la contribución en el tapiz por parte de las especies anuales continúa, además de la degradación y desestabilización, causada por la sustitución de especies perennes por anuales.

#### 2.1.4. Efecto del nitrógeno sobre la estacionalidad de la producción

Ayala y Carámbula (1994) mencionan que el momento que se aplica el fertilizante es suficiente para modificar la respuesta de la pastura, producto de que el fertilizante es capaz de hacer cambiar la distribución de dicha producción a lo largo del año. Ayala y Carámbula (1994) sugieren también que desde el punto de vista práctico, para el productor es mucho más importante saber la producción estacional de las pasturas y no la producción anual, ya que ajustar manejos por esta última nos lleva a cometer errores.

La estación invernal es la más limitante en cuanto a producción de forraje y la que presenta menor eficiencia de conversión en kilogramos de forraje por kilogramos de nitrógeno recuperado, explicado básicamente por las bajas temperaturas de la estación. Como la fertilización invernal presenta estos problemas Castells (1974) indicó que para que dicha práctica sea segura y rentable, debe aplicársele a las mejoras pasturas con el fin de potenciarlas más aún.

El nitrógeno es la herramienta mediante la cual se puede modificar la distribución anual del forraje, logrando homogeneizarla, corrigiendo en parte el déficit de producción de forraje (Bottaro y Zavala 1973, Díaz Zorita 1997).

La fertilización nitrogenada invernal, trae aparejado un aumento en la producción de forraje, gracias al aumento en la producción de especies invernales. A pesar de una menor eficiencia de conversión de forraje por kg/ha de N aplicado o más específico recuperado Berretta y Levratto (1990), Bemhaja et al. (1998b) mencionaron que agregar nitrógeno o agregar leguminosas con sus correspondientes fertilizaciones fosfatadas y manejos del pastoreo pódiles a favorecer su floración, serian dos caminos para “invernalizar” el tapiz.

Berretta et al. (1998b) propusieron fertilizar con nitrógeno en otoño temprano y a fines de invierno. La primera estimula el rebrote y crecimiento inicial de las especies invernales, traduciéndose en mayor densidad e macollos, además de prolongar el fin del período vegetativo de las especies estivales. La segunda fertilización (fines de invierno) ayudaría a prolongar la participación de la invernales de forma vegetativa y a su vez estimular el rebrote temprano de las estivales. Como consecuencia del rebrote más temprano de las invernales en otoño temprano y las estivales en invierno tardío, gracias a la aplicación de fertilizante nitrogenado se logra prolongar el período de verano y adelantar la primavera, quedando menos rango para la estación de menor producción. De esta manera se sortea en cierta forma el déficit invernal de producción de forraje.

Ayala y Carámbula (1994) no están de acuerdo con lo expresado anteriormente por los demás autores acerca de que la aplicación de fertilizantes nitrogenados homogeniza la producción anual. Estos expresan lo contrario, argumentando que los tapices están dominados fuertemente por especies estivales, fertilizándolos la respuesta de mayor magnitud es esperable obtenerla en los meses de primavera, verano y otoño. Estos autores también registran efectos positivos en la producción invernal, pero son pequeños en términos absolutos o en la totalidad del año.

En esta misma línea Burgos de Anda (1974) observó diferencia de producción entre las estaciones verano e invierno en tratamientos sin fertilizante nitrogenado. Cuando se le agrega nitrógeno la tendencia se mantiene, o sea la diferencia entre verano e invierno continua, pero la magnitud de esa diferencia cambia, aumentando a favor de las especies estivales.

Para pasturas naturales dominadas por *Paspalum notatum* Burgos de Anda (1974) define que las diferentes dosis aumentan la producción de materia seca total y materia seca verde en el verano, en combinación con buenas condiciones ambientales para el crecimiento. En el otoño la respuesta residual fue muy difusa, producto de que las bajas temperaturas tienen mayor influencia sobre la tasa de crecimiento que la disponibilidad de nitrógeno. Las tasas de acumulación de materia seca durante el período otoñal estuvieron ligadas a los niveles de oferta de forraje y no al nitrógeno aplicado en el verano.

Álvarez et al. (2013) observaron que la propiedad de un campo a modificar su curva de producción anual disminuye o aumenta en función del nitrógeno agregado según la oferta de forraje que se maneje. Las altas ofertas conspiran de manera negativa con la respuesta en cambios en la estacionalidad con el agregado de nitrógeno. El alto volumen que se hereda en otoño, proveniente de verano no deja crecer a las invernales. En cambio a ofertas medias y altas, la estacionalidad responde de manera positiva (menos estacionalidad) a medida que aumentan las dosis de nitrógeno.

Mott (1960) definió a la capacidad de carga como la máxima dotación para alcanzar un objetivo de desempeño animal, con un método de pastoreo específico, que puede ser aplicado en un período definido sin deteriorar el ecosistema. Estableciendo así que cada vegetación tiene una producción potencial, que va a determinar su capacidad de carga.

La dotación o carga animal se puede definir como el número de animales por unidad de superficie (Mott, 1960), así como el área destinada a cada animal (Harlan, 1958)

La carga animal provoca cambios en la presión de pastoreo (Kg de forraje ofrecido/animal/día), repercutiendo a su vez en la frecuencia e intensidad de defoliación de la pastura, en la altura, estructura y disponibilidad. Esto genera cambios en la composición botánica y en la productividad a largo plazo, causando en consecuencia cambios también en la actividad de pastoreo, consumo de forraje y en la performance animal (Hunt 1965, Speeding et al. 1966)

Mott (1960), Negro y Ganzábal (1984), determinaron que cuando se aplican cargas menores, existe una tendencia a dar volúmenes mayores de forraje rechazado, así como también % mayores de restos secos, esto se explica como consecuencia de una menor intensidad de pastoreo, una alta productividad por animal debido a una mayor asignación de forraje individual, ya que el animal ejerce una mayor selección sobre el alimento a consumir.

A medida que aumenta la dotación, la producción animal por hectárea se incrementa, causada por una mayor utilización de la pastura, siendo más elevada aun cuando se considera la materia seca del forraje verde.

Coincidiendo con lo anterior, Mc Meekan y Walshe (1963) encontraron y concluyeron que la dotación es el factor más importante que afecta la utilización de las pasturas como medida de producción/ha.

El logro de mayores producciones por hectárea está asociado (además del efecto de la carga y del % de utilización de la materia seca disponible), al sistema de pastoreo, y no a las diferentes tasas de producción de la pastura (Campbell, 1966).

## 2.2. EFECTO DE LA INTENSIDAD DE PASTOREO

### 2.2.1. Efecto de la carga sobre la producción de materia seca

En Uruguay, las pasturas presentan una deficiente producción invernal, lo cual hace que las dotaciones animales sean restringidas en esta época del año, se puede lograr un efecto benéfico mediante un manejo adecuado, y de esta manera elevar la producción de forraje invernal, aunque se trate de incrementos pequeños en comparación con el potencial de primavera. Una herramienta que surge como solución al productor es el manejo de la carga animal, requiriéndose un ajuste de acuerdo con las condiciones ecológicas y de producción del establecimiento y por último, tratando de lograr siempre la máxima productividad animal y mayor eficiencia económica (Carámbula, 1977).

Es sabido que el pastoreo estimula el crecimiento y por lo tanto la producción de forraje, aunque también hay un punto en donde el sobrepastoreo la reduce. Es necesario y muy importante identificar entonces los puntos donde el pastoreo estimula la producción de forraje pudiéndose incrementar su capacidad de carga, y los puntos donde se reduce la producción causando el deterioro de las pasturas (Casco, citado por Dos Santos et al., 1992)

Mc Meekan (1961) concluyó que la carga animal es la variable de mayor importancia para determinar la producción de forraje, hecho que coincide con la determinación de Primo, citado por Dos Santos et al. (1992) opinando que el factor más importante en la producción no es tanto el sistema de pastoreo sino la presión de pastoreo, que es función de la carga animal y de la curva de crecimiento de la pastura

Además, Mott (1960) y Riewe, Wheeler, Shaw, Blaser, citados por Cardozo et al. (2008), concluyeron que el efecto más importante de la carga animal en la producción de forraje es su influencia en la producción (carne, lana, leche) por hectárea.

Por otro lado, existen evidencias que las bajas presiones de pastoreo (elevadas disponibilidades) provocan un elevado sombreado en los estratos inferiores del tapiz, un aumento en la tasa de muerte de hojas y acumulación de material senescente (Alcock et al., 1986)

Este manejo aliviado de las pasturas lleva a que en épocas de mayor producción de forraje se formen áreas de rechazo asociadas a encañazón y floración de las gramíneas y se formen tapices con doble estructura, lo que ocasiona una disminución de la producción de forraje por hectárea (Parson y Johnson, 1986)

A su vez, mayores presiones de pastoreo o manejos más intensos, promueven la remoción y renovación total de hojas del tapiz y una alta eficiencia fotosintética dada la mayor proporción de hojas jóvenes en el rebrote, manteniendo un tapiz más vigoroso y de mayor producción (Parson et al., citados por Carrera et al., 1996)

De acuerdo con Hull et al. (1965) a altas cargas, los animales pastorean a menores alturas, obteniéndose así un alto % de utilización del forraje, pero incrementándose el período de retardo de la producción y de recuperación de la pastura (Brougham, 1956), siendo necesarios mayores períodos de descanso para mantener el vigor de la misma (Wheeler, 1962)

Por lo tanto luego de pastoreos intensos deberían ser seguidos por descansos prolongados para maximizar la producción de forraje de un tapiz

compuesto por gramíneas/leguminosas, mientras que pastoreos frecuentes pero poco intensos dieron rendimientos intermedios (Brougham, Bryant y Blaser, citados por Moliterno, 1991)

### 2.2.2. Efecto de la carga sobre el mejoramiento y su composición

La carga animal y el método de pastoreo aparecen como las principales herramientas en el manejo de los mejoramientos de campo. Favorecer la persistencia de las leguminosas de los mejoramientos, involucra medidas como el diferimiento de la pastura, que permite la resiembra de las especies productivas, más importantes. Estas decisiones traen aparejadas cambios en la dinámica de las comunidades vegetales y de la producción animal individual y por superficie (Bemhaja, 1998a)

La carga animal, el método de pastoreo y la relación ovino/bovino son algunos de los factores que afectan la composición botánica de las pasturas (Noy-Meir et al. 1989, Heady y Child 1994).

Con alta presión de pastoreo los animales consumen hasta un 70,8 % de forraje verde y un 25 % de material muerto en el primer día de pastoreo, mientras que al séptimo día consumieron un 2,5% y un 87% respectivamente, siendo el % inicial de material verde de un 8,1% y del material muerto de 78% Robards et al., citados por Negro y Ganzábal (1984)

Estudios posteriores por Lourenco et al., citados Negro y Ganzábal (1984), afirmaron que al aumentar la presión de pastoreo los animales consumen un mayor % de material muerto, reduciéndose así el porcentaje de hojas verdes de la dieta.

Campbell (1966) encontró que cuando se disminuía la dotación se incrementaba el porcentaje de restos secos (RS), producto del subpastoreo y de la posibilidad de seleccionar el forraje más palatable y digestible.

Por su parte y coincidiendo con lo anterior Olmos (1992) determinó que existe una tendencia a incrementarse el porcentaje de restos secos a pasar de la presión de pastoreo más alta a la menor y al aumentar el período de descanso de la pastura. Además encontró una relación entre carga y cambios en la composición botánica, debido que al incrementarse la dotación, aumenta la presencia de malezas de campo sucio

## 2.3. EFECTO DEL MEJORAMIENTO EXTENSIVO

### 2.3.1. Efecto de la introducción de leguminosas

Los suelos del Uruguay se caracterizan por la baja cantidad de fósforo que ofrecen a la pastura, esto provoca una baja contribución y frecuencia de especies leguminosas, repercutiendo negativamente sobre la calidad y cantidad de forraje producido (Carámbula, 1996).

La contribución de las leguminosas nativas varía 0,8 – 3,6% del total de cobertura, donde dominan las gramíneas estivales e invernales (Castro 1980, Berretta 1988, 1998a, Saldaña et al. 2004).

Las leguminosas mediante la fijación biológica de nitrógeno se presentan como una oportunidad económica para introducir el nutriente al ecosistema, de esta manera lograr una alta producción de forraje y el mismo de buena calidad (Carámbula, 1992).

Carámbula (1992) señaló que a medida que las condiciones de crecimiento son alteradas, por aumento de la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, aparecen cambios botánicos graduales hacia un incremento de especies C3 en respuesta al aumento de fertilidad. Esto sucede cuando se produce la transferencia del nitrógeno de las leguminosas a las gramíneas asociadas, a través de la materia orgánica del suelo, como consecuencia de la muerte y descomposición de parte aérea, raíces y nódulos.

Según marcaron Pallarés y Pizzio (1998), los mejoramientos en campo natural ya sea mediante la inclusión de leguminosas y/o fertilización con fósforo, buscan mejorar la producción de materia seca, la calidad y la distribución estacional del forraje ofrecido.

Mas (1992) señaló que la simple fertilización con fósforo como mejoramiento de campo natural no es una solución para levantar las limitantes, ya que si bien esta práctica registra aumentos entre un 10-30% de producción dependiendo del tipo de suelo, en términos absolutos no es tal y continúan problemas como déficit invernal, variabilidad entre años y sin mejoras de importancia sobre la calidad. Conociendo esta realidad es importante entonces contar con especies en el tapiz que respondan al agregado de este nutriente, por lo tanto la introducción de leguminosas es un paso complementario, ya que en las comunidades vegetales la ausencia de leguminosas nativas es una de las explicaciones a la escasa respuesta obtenida en términos de producción.

### 2.3.2. Efecto del mejoramiento sobre la producción de forraje

Luego que el mejoramiento se consolida en el suelo, se comienzan a dar las condiciones para que se expresen gramíneas productivas, estas condiciones están dadas por una mejora en la fertilidad del suelo por la incorporación de nitrógeno y fósforo, en conjunto con un pastoreo adecuado. Por lo tanto, en algunos campos las especies invernales nativas como *Poa lanigera*, *Stipa setigera*, *Piptochaetium stipoides* y *Adesmia bicolor* incrementan su frecuencia, haciendo que la vegetación del mejoramiento sea más invernal que la del campo que lo originó (Berretta y Levratto 1990a, Bemhaja y Berretta, citados por Risso y Moron 1990).

Carámbula (1998) demostró que la producción de forraje de los mejoramientos depende de una serie de factores, como el potencial genético de las especies, así como las condiciones de clima y suelo, y por último el manejo de la pastoreo.

Estudios realizados sobre Basalto medio y profundo registraron para el promedio de tres años un aumento relativo del 113% en la tasa de crecimiento diario (kg/ha/día de MS) de un campo natural mejorado con *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* frente al promedio de las comunidades de suelo profundo, para el conjunto de las cuatro estaciones. Se destaca el importante aumento relativo de 147% reportado para el promedio de la estación invernal (Bemhaja, 1998a).

Por su parte Risso et al. (2002), trabajaron sobre suelos de unidad “La Carolina” obteniendo para el promedio de 5 años respuestas del 247% y 232% en producción anual (kg/ha de MS), pasando de los 3100 kg/ha/año de MS promedios de la región a 7660 y 7180 kg/ha/año de MS para mejoramientos con *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*, y *Lotus subbiflorus* respectivamente. El mayor impacto productivo se registra nuevamente en la producción invernal, pasando de 340 kg/ha de MS promedio de la región, a 980 kg/ha de MS para el promedio de los mejoramientos, lo que representa un aumento del 285%.

Para los campos naturales de suelos pesados del Litoral, la producción anual de las laderas varía entre 4000 y 6000 kg/ha/año de MS, mientras que en los bajos mejorados con leguminosas, las producciones superan los 10000 kg/ha/año de MS (Millot y Zanoniani, citados por Boggiano, 2003).

### 2.3.3. Efecto del mejoramiento sobre la composición botánica

En las distintas vegetaciones, asociadas a los tipos de suelo y manejo previo, predominan las especies estivales (C4) de diversos tipos productivos. Las especies invernales (C3) son poco frecuentes, en particular las tiernas y

finas. Estos pastos se encuentran principalmente en los suelos medios y profundos (Berretta, 1998a). El incremento del nivel trófico del suelo debido a la introducción de especies de leguminosas, fertilización y el manejo favorecen el aumento de la frecuencia de invernales finas y tiernas (Berretta y Levratto 1990, Bemhaja y Berretta 1991)

Carámbula (1992) señaló que a medida que las condiciones de crecimiento son alteradas, por aumento de la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, aparecen cambios botánicos graduales hacia un incremento de especies C3 en respuesta al aumento de fertilidad. Ese aumento en la fertilidad responde a la transferencia del nitrógeno de las leguminosas a las gramíneas asociadas, a través de la materia orgánica del suelo, como consecuencia de exudados de raíces, muerte y descomposición de parte aérea, raíces y nódulos

La introducción de especies de leguminosas, la fertilización con fósforo y el manejo del pastoreo dirigido a favorecer a las especies sembradas, promueven un cambio cualitativo de la vegetación, mejorando el balance existente entre especies invernales y estivales, balance que en campos sin inclusión de fertilizantes y semillas está en claro favor de las estivales (Bemhaja y Berretta, 1991).

Risso et al. (2002), estudiaron campos de Cristalino Central obteniendo que en los mejoramientos se producen cambios en la vegetación de la pastura natural, induciéndose variaciones en la frecuencia de las especies, incrementando las de mejor valor nutritivo. No obstante esto, la introducción de especies sin perturbación del tapiz vegetal preexistente no ocasionaría una reducción de la diversidad de especies.

Risso et al. (2002), indicaron en estudios realizados para invierno sobre campo natural sin intervención, una contribución específica por presencia (CEP%) del 1% para los pastos finos, 26% para los tiernos, y 65% para los pastos ordinarios y las hierbas enanas. Luego de 5 años de instalados los mejoramientos llegaron a valores de 50% para especies finas y tierno-finas, 15% para las tiernas, y 25% para especies ordinarias y hierbas enanas.

Queda así manifestado el buen efecto del mejoramiento, generando incrementos de buenas especies invernales, explicadas en parte por las leguminosas introducidas, así como por el aumento de pastos finos y tiernos nativos y naturalizados.

Estos cambios positivos en la vegetación estarían a su vez relacionados con una mejora en las condiciones físicas y químicas del suelo, aumentando su fertilidad, lo que favorecen el desarrollo de especies adaptadas a niveles

tróficos más elevados y a la desaparición de especies que son buenas competidoras en ambientes de menores niveles.

#### 2.3.4. Efecto del mejoramiento sobre la estacionalidad

Los mejoramientos extensivos de campo natural son una alternativa para levantar las limitantes en cantidad y calidad de forraje sobre las estaciones más problemáticas, como es el caso del invierno, sin trasladar forraje producido en otra estación hacia esta (Berretta y Levratto, 1990a).

Trabajos realizados en mejoramientos con *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens* sobre suelos de cristalino central, demostraron que en 7 años de evaluación la oferta de forraje estacional del mejoramiento no fue superior a la del campo natural sin intervención, pero si se registraron aumentos pequeños sobre la entrega invernal de los mejoramientos (12-14% promedio de los dos mejoramientos vs. 10-11% de campo natural), estos aumentos que parecen pequeños en porcentaje a la hora de mirarlos sobre el volumen del forraje son muy importantes, ya que no es la misma cantidad de forraje producido por el campo natural que el mejoramiento (3,5 tt/ha/año de MS contra 6,0 tt/ha/año de MS). Estos valores indican entonces una producción invernal de 350 Kg/ha de MS para campo sin intervención y de 900 Kg/ha de MS para los mejoramientos, destacándose una mayor calidad de estos últimos (Risso y Morón, 1990).

Risso y Morón (1990) reportaron la producción anual promedio de 7 años y una estimación de la variabilidad anual para los dos mejoramientos y campo testigo sin introducción de leguminosas. La producción de campo natural rondó los 3500 kg/ha/año de MS con un 27,6% de variación, en tanto que los mejoramientos con *Trifolium repens*, cv. Zapicán y *Lotus corniculatus*, cv. San Gabriel presentó producciones promedio de 5800 kg/ha/año de MS y 6300 kg/ha/año de MS respectivamente, con un coeficiente de variación de 23,5% y 19,6%. Ambos mejoramientos presentaron una mayor producción con una menor variabilidad en el largo plazo en relación a la del campo natural.

### 2.4. CARACTERÍSTICAS DE LOS GÉNEROS SEMBRADOS

#### 2.4.1. Generalidades de *Trifolium pratense*

*Trifolium pratense* es una leguminosa que puede presentar una hábito de vida bianual, trianual o perenne, presentándose la mayoría de las veces bianual, sobreviviendo rara vez a tres veranos (Carámbula, 1977)

Es una planta tendida, que generalmente es de porte erecto, cespitosa y pubescente, pudiendo alcanzar alturas de entre 25-80cm de alto, con una raíz

pivotante en ocasiones ramificada Izaguirre (1995), con una corona desarrollada a poca profundidad (Carámbula, 1977).

Según Izaguirre (1995) las hojas son digitado-trifoliadas, presentando largos de peciolo de 8 a 25 cm, acortándose hacia los ápices de la planta. Además presentan estípulas membranosas, nervosas cuya dimensiones máximas pueden ser 2 cm de largo por 6 mm de ancho, de forma triangular, soldadas 2/3 de su peciolo con el ápice que se encuentra libre y es abruptamente agudo con pelos en el mismo, aunque a veces su forma varía a subulado.

Los folíolos varían su forma desde largamente obovados a elípticos-lanceolados de base cuneada con un ápice obtuso a agudo, llevando una mancha clara en v en su cara adaxial, que a su vez está es menos pubescente que la abaxial. La dimensión de los mismos va de 4 cm de largo a 2,3 cm de ancho, con borde denticulado. Las cabezuelas terminales solitarias oscilan entre 20-40 mm de diámetro, subséciles que se insertan en dos hojas sésiles grandes estipuladas anchas, que en ocasiones presentan alguna hoja menor interna (Izaguirre, 1995).

Flores rosadas o rosadas-lilas pero casi nunca blancas, de 1,3-1,8 mm de largo, erectas. Cáliz tubuloso-campanulado, nervado, cuyo color es un rosado más oscuro que el de las flores y dientes de forma triangular filiformes con pelos en sus márgenes (Izaguirre, 1995).

Presentan un fruto oval con ápice engrosado compuesto de 2-3 semillas (Izaguirre, 1995).

Esta especie presenta muchas variedades y es polimorfa en tamaño y forma de folíolos, color de las flores, apareciendo en sus inicios como maleza de los alfalfares. La característica que la distingue es su porte erecto y tallos macizos en relación a sus pares que son rizomatosos o estolonífero y de tallo hueco. Es una especie muy versátil en cuanto que se obtiene alta producción en pradera de suelos húmedos, pero también se obtienen buenos desempeños en condiciones más limitantes por ejemplo con menor fertilidad, suelos más pesados y horizonte superficial (Izaguirre, 1995).

Esta especie presenta un excelente comportamiento productivo ya que muestra muy buena precocidad aportando forraje temprano Carámbula (2002) pero se debe tener en consideración que es una especie perenne de vida corta debido al comportamiento sanitario de su raíz y corona, los cuales son factores determinantes en la supervivencia estival (Skipp y Christensen 1990, Wallenhammar et al. 2006, Carámbula 2007).

Se la clasifica de forma agronómica por su floración, en temprana, intermedia y tardía. Dichas categorías florecen en diferentes momentos dentro de la estación primaveral y presentan diferentes características.

El primero de estos grupos presenta un crecimiento temprano en la primavera, requiriendo suelos de mayor fertilidad (Carámbula, 2002b). El segundo de estos florece promediamente dos semanas más tarde que el primero y su producción es más tardía en la primavera, además que su rebrote no es muy bueno (Carámbula, 2002b). Por último los de floración tardía florecen tres semanas después de los de floración intermedia y un mes más tarde que los de floración temprana. Este grupo es el que presenta mayor persistencia, y rebrote más satisfactorios (Carámbula, 2002b).

Por lo tanto Carámbula (2002b) sugirió elegir correctamente el cultivar de *T. pratense* de acuerdo al destino de producción en que se la usara. Este hace referencia a las diferentes necesidades que se pueden tener de producción de forraje más temprano (invierno) o más tardío (verano) dependiendo donde se ubique la limitante del sistema.

Los mejoramientos en cobertura con esta especie depende de la fechas de siembras. Las siembras tempranas en el otoño, confieren una ventaja sustancial a favor de las plántulas ya que estas son muy sensibles al frío. De acuerdo a la bibliografía consultada se extrajo que las siembras oportunas hacen que esta planta se encuentre en una estación como otoño con buena humedad y radiación lo cual le permite competir con pastos y leguminosas ya instalados. Dicha característica le permite “armarse” rápido y producir altos volúmenes de forraje en su año de implantación, permitiendo compensar en parte su comportamiento de perenne de vida corta (Carámbula, 2002b)

En cuanto a su desempeño de acuerdo al método de pastoreo Carámbula (2002b) mencionó que siempre debía ser pastoreada de forma rotativa, su similitud con *Medicago sativa* (alfalfa) hacen que los rebrotes posterior a la defoliación provengas de la corona y los entrenudos basales de tallos desarrollados. Para que el mejoramiento persista, el método de pastoreo rotativo es fundamental. Los niveles de reserva de la raíz durante el invierno y el verano disminuyen marcadamente, haciendo caer marcadamente la producción y la persistencia, a través del pastoreo rotativo las planta recuperen sus reservas (Carámbula, 1977).

Como ya se mencionó el tamaño de sus semillas permite tener ese crecimiento inicial rápido permitiéndole competir en tapices agresivos, atributo fundamental en una siembra en cobertura. El problema del uso de esta especie es su escasa capacidad para extenderse y colonizar espacios Madero et al. (1958), sumado al problema de su escasa resiembra natural, Methol y Solari

(1994) mencionan que *T.pratense* tiene una acotada posibilidad de persistencia en mejoramientos extensivos, con siembras en cobertura.

#### 2.4.2. Generalidades de género Lotus

Las especies que componen este género pertenecen a la familia Leguminosas, cuya subfamilia y tribu.

El género Lotus presenta crecimiento a partir de corona Zanoniani et al. (2004) además de un par de estipulas en la base de los pecíolos que presenta una forma similar a la de los folíolos, diferenciándose así del resto de las leguminosas forrajeras. Las dos estipulas más los tres folíolos dan la apariencia de hoja pentafoliadas, además estos últimos son asimétricos y terminan en una punta aguda generalmente.

También a diferencia de los géneros *Medicago* y *Trifolium* y del resto de las leguminosas forrajeras es que la primera hoja que emerge del punto de crecimiento entre los cotiledones presenta tres folíolos (trifoliada), característica preliminar para distinguirla de los géneros anteriormente mencionados (Carámbula et al., 1998).

Las especies dentro del género Lotus presentan diferencias en los tallos de las plantas adultas. Pueden ser de porte erecto, decumbente, postrado, llegando a ser glabros totalmente o pubescentes así como macizos o huecos.

El cáliz presenta cinco sépalos unidos, dentados, glabros o pubescentes. Cinco pétalos conforman la corola, acompañada de un estambre superior, dos laterales y la quilla formada por pétalos unidos encerrando allí los órganos sexuales. El género Lotus tiene una inflorescencia que es una umbrela, que posee entre 1 y 12 flores.

La coloración en general de las flores es amarillo, pero presentan tonalidades pálidas a intensas casi anaranjadas, incluyendo matices rojos en sus nervaduras. Las mencionadas variaciones dependen de la especie y el grado de madurez de la flor (Carámbula et al., 1998).

La fecundación es cruzada de tipo entomófila. Los frutos o vainas son alargadas y estrechas, agudas pero sin un número determinado, dispuestas en racimos, como una especie de “pata de pájaro” ubicada en ángulo recto con el pedúnculo floral. Las vainas presentan una dehiscencia muy alta ya que se dividen longitudinalmente por las suturas centrales en dos, las cuales se retuercen en forma de espiral y liberan la semilla (Carámbula et al. 1998, Zanoniani y Ducamp 2004).

Si bien las especies del género *Lotus* se caracterizan por ser mejores competidoras que los géneros *Trifolium* y *Medicago* en los ambientes de bajo fertilidad y disponibilidad de fósforo, también es capaz de incrementar significativamente la producción ante cambios en la oferta de fósforo (Mouat, citado por Smethan 1981, Ayala et al., citados por Zanoniani y Ducamp 2004).

El género *Lotus* se encuentra distribuido básicamente en todo el mundo, donde probablemente su centro de origen sea el mediterráneo ya que ahí se encuentra la mayor diversidad de especies (Frame et al. 1998, Seaney et al., citados por Barreto 2001). Este está constituido por especies perennes y anuales estimándose entre 100-120 (Blumenthal et al., citados por Frame et al., 1998) aunque otros autores elevaron este número a 176 (Grant, citado por Frame et al., 1998)

En el mundo se destacan cinco especies dentro del género *Lotus* de importancia agronómica, las mismas son tanto de ciclo de vida anual como perenne. Las de ciclo de vida anual son *Lotus angustissimus* y *Lotus subbiflorus*, y las perennes *Lotus corniculatus*, *Lotus glaber* (ex *tenuis*), y *Lotus pedunculatus* (MacDonald, 1946)

#### 2.4.2.1. Características de la especie *Lotus glaber*

Es una leguminosa con hábito de vida perenne y ciclo primavero-estivo-otoñal, diploide ( $2n=2x=12$ ), con su centro de origen en la zona del Mediterráneo.

El hábito de este es postrado y la raíz pivotante. El sistema radicular es más superficial que *Lotus corniculatus*., lo cual claramente le confiere menor resistencia a la sequía comparándolo con este (Smethan 1981, Kade et al. 2003).

Características morfológicas y fisiológicas de esta especie como suberización de la raíz, producción de raíces adventicias, engrosamiento de los tallos sumergidos y el transporte de altas cantidades de agua, hacen que esta leguminosa pueda desarrollarse en condiciones de anegamiento y salinidad, con pH que oscila entre 4.8 y 8 (Smethan, Montes, Shiferaw et al., citados por Frame et al., 1998).

Al igual que el género al cual pertenece, esta leguminosa se comporta muy bien en suelos con deficiencia de fósforo e incrementa su producción de forma notable cuando se la fertiliza con cantidades bajas de este nutriente. Comparando *L. corniculatus* y *L. glaber*, la relación raíz/parte aérea es menor en el *Lotus glaber* que en *L. corniculatus* bajo condiciones de suelo anegado. Ante igual asignación de biomasa a los vástagos florales, el *Lotus corniculatus*

produjo un número reducido de los mismos pero a cambio de un peso específico mayor. La biomasa de vástagos reproductivos de *L. glaber* se distribuyó en mayor número de vainas y de semillas pero con una relación de peso contraria a la anterior por lo tanto, menos peso a mayor número (Ayala Torales et al. 2000, Vignolio et al. 2002).

La mayor proporción de raíces adventicias en los vástagos además de algunas otras características fisiológicas hacen que *L. glaber*, se destaque la tolerancia a permanecer en ambientes inundados. Dicha afirmación es corroborada bajo la comparación de cinco poblaciones de *L. glaber*.

Como se menciona anteriormente las adaptaciones morfológicas y fisiológicas como mantener la funcionalidad de la planta bajo condiciones de anegamientos, evitan caer en los síntomas clásicos del exceso de agua como: cierre estomático, clorosis, reducido absorción de agua, ambos en el balance, y generación y acumulación de compuesto tóxicos desencadenando todos ellos la abscisión foliar. Dichos síntomas los mostraron las plantas con las cuales se testearon estas cinco poblaciones (Vignolio et al., 1999).

Todas las especies del género Lotus no producen meteorismo, lo cual las hace un forraje muy seguro para pastoreo directo, además de una excelente calidad promediando 75% de digestibilidad, y presentando una menor caída en esta en la estación estival comparando *L. glaber* vs. *L. corniculatus*.

*L. glaber* en la mencionada estación puede llegar a tener 24% de proteína (Wernili et al., citados por Montes, 1988).

El déficit invernal en los campos naturales uruguayos hace pensar en especies que produzcan bien en esta estación. Montes et al. (1985) hacen referencia a la buena producción invernal del *Lotus glaber* en comparación al *L. corniculatus*, volviéndolo una opción más que interesante.

En los campos naturales los anegamientos temporales que se generan en las zonas bajas generan un efecto positivo sobre la pastura, eliminando de forma temporal las especies exóticas, para así favorecer a los componentes nativos. El crecimiento en estado de anegamiento disminuye llegando al punto de comprometer la reproducción (Vignolio et al., 1999).

La escasez de producción de calidad en topografías bajas además de una buena producción en la época del año de menor reducción de forraje, hacen que la incorporación de especies de características morfo-fisiológicas como las que presenta *Lotus glaber* la hacen una alternativa más que interesante para la incorporación en los campos naturales. Además por tratarse de una leguminosa agrega nitrógeno al sistema, ya que en los campos

naturales producto de que son bajos los niveles de fósforo, además del mal manejo de muchos años de sobre pastoreo no hay muchas presencia de leguminosas nativas.

## 2.5. HIPÓTESIS BIOLÓGICA GENERAL

Los niveles de intervención (otoñal-invernal) van a generar cambios en la composición botánica del campo natural (internalizándolo). Como consecuencia de esto aumentará la producción total e invernal del campo.

### 2.5.1. Hipótesis sobre producción de forraje

Los niveles de intervención no modifican la producción de forraje estivo-otoñal.

### 2.5.2. Hipótesis sobre la composición botánica

Los niveles de intervención no modifican la composición botánica en el período estivo-otoñal.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. MARCO EXPERIMENTAL

##### 3.1.1. Localización y período experimental

El área experimental se localiza en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”, perteneciente a la UdelaR. La misma se ubica en la Ruta No. 3 km 363, Paysandú, Uruguay (Coordenadas 32°23'58,2" latitud S; 58°02'42,61" longitud Oeste, 61 ms. n. m.) en potrero No. 18. El período experimental presentó una duración de 7 meses desde 1/12/15 al 20/6/16, tomando como estaciones de estudio verano otoño y algo de invierno.

##### 3.1.2. Descripción del sitio experimental

###### 3.1.2.1. Suelos

El experimento se encuentra sobre la Unidad de suelos “San Manuel”. En la misma se pueden encontrar según la clasificación de Suelos del Uruguay Brunosoles Eutricos Lúvicos (Praderas Pardas máximas), de color pardo muy oscuro, textura franco arcillo limosa, fertilidad alta y moderada imperfectamente bien drenados, asociados a Solonetz (Altamirano et al., 1976). Los mismos se desarrollan sobre el material parental Fray Bentos, según Bossi et al. (1975).

Presenta un relieve en sentido Norte-Sur del experimento, mesetiforme en la zona Norte y a medida que se avanza en sentido Sur comienza una ladera convexa de pendiente fuerte.

Durán (1985) describió el relieve de manera muy similar, expresando que el mismo presenta pendientes moderadas y lomadas suaves.



Figura No. 1. Mapa detallado de suelos del área experimental

### 3.1.2.2. Vegetación

La vegetación del lugar está conformada por tres estratos, alto medio y un estrato bajo o tapiz herbáceo. El estrato alto está dominado por especies arbóreas de monte parque. La especie dominante es *Acacia caven* (espinillo) y *Prosopis affinis* (ñandubay) aparece como especie asociada. Cabe destacar que esta vegetación es característica de zonas cercanas al Río Uruguay. Por su parte el estrato medio está conformado por especies arbustivas, subarbustivas y subarrosietadas. Pos-tala en este estrato aparecen restos de la dos especies arbustivas anteriormente nombradas, además de *Eupatorium buniifolium*, *Eryngium horridum*, *Baccharis coridifolia*, *B. trímera*, *B. punctulata*, entre otras. Junto a estas especies y de esta manera completando el último estrato, se encuentra el tapiz herbáceo o estrato bajo de la vegetación. El mismo está dominado por especies de gramíneas y en menor proporción por leguminosas de diferente valor nutricional, destacan doce en frecuencia y abundancia, *Paspalum dilatatum*, *P. notatum*, *P. plicatulum*, *Botriochloa laguroides*, *Setaria geniculata*, para el caso de las estivales. En igual línea las invernales destacadas son *Stipa setigera*, *Piptochaetium stipoides*, *Stipa megapotamica*, *Bromus auleticus*. Para el caso de las leguminosas, su presencia es en carácter de asociada, destacándose, *Desmodium incanum*, *Trifolium polymorphum*, *Adesmia bicolor*.

### 3.1.2.3. Historia y antecedentes del Potrero No. 18

Zanoniani (2009) expresa que el área experimental tiene más de 20 años de historia de cría de ganado vacuno. A su vez señala que dicha área corresponde a “campos vírgenes” según indican las especies que se encuentran en los mencionados. Las especies indicadoras de campo virgen que se encuentran presente en el área son *Dorstenia brasiliensis* (Rosengurtt, 1979) y *Geranium albicans*. El experimento cuenta con un área con historia de diferentes manejos de fertilización, tanto fosfatada como nitrogenada, además de manejos diferenciales de la carga animal provenientes del período 2001-2004 (Zanoniani, 2009), quedando hasta 2012 sin fertilizar y bajo pastoreo homogéneo. Posteriormente al 2012 se retoma un esquema de evaluación de diferentes dosis de nitrógeno.

### 3.1.3. Tratamientos y área experimental

El área experimental tiene 10,2 ha totales, subdivididas en 6 bloques, los bloques 1, 2, 3 y 4 corresponden a un experimento instalado en el año 2012 (1) y los 5A y 5B que corresponden al área con historia de fertilizaciones desde 2001 (2).

El diseño experimental corresponde a bloques completos al azar, con cuatro repeticiones en el experimento 1 y dos repeticiones en el 2.

Los tratamientos son, campo natural mejorado con siembra en cobertura de leguminosas *Trifolium pratense* cv Estanzuela 116 y *Lotus tenuis* cv Matrero y campo natural fertilizado con 60 o 120 unidades de nitrógeno por hectárea. Los tres tratamientos reciben fertilización “base” fosfatada de 40 unidades de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectárea. El tratamiento testigo corresponde al campo natural sin intervenciones.

La fertilización nitrogenada se realiza dividiendo la dosis en dos aplicaciones de otoño invierno. La fertilización fosfatada se realiza en una única aplicación otoño invernal. Las fuentes utilizadas para la fertilización nitrogenada son de origen amoniacal, bajo forma de urea granulada. Para el caso de la fuente fosfatada, la fertilización de base son 100kg/ha de 7-(40/40)-0+4%S.

Los tratamientos con fertilizante nitrogenado son los potreros de menor área en el experimento 1. Esto es así, ya que se asume que los potreros fertilizados van a producir más y por lo tanto para ajustar la carga requeriría un mayor número de animales, dificultando la realización del experimento.

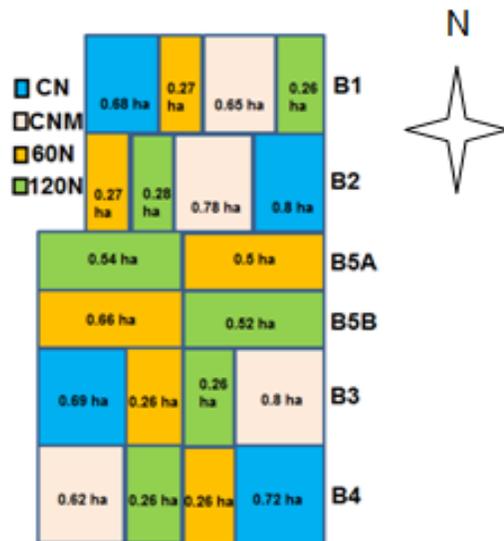


Figura No. 2. Croquis mostrando bloques, tratamientos y superficies de las parcelas.

#### 3.1.4. Animales experimentales

Los animales experimentales fueron novillos Holando con un peso promedio al iniciar el experimento de  $230 \pm 40$  kg PV. Dichos animales fueron asignados al azar dentro de los tratamientos. Se les realizó tratamiento sanitario de rutina.

#### 3.1.5. Información meteorológica

La información meteorológica con la que se cuenta es la recabada a través de la estación automática de EEMAC. Para realizar la caracterización climática histórica se tomaron los datos de Castaño et al. (2011). Con las precipitaciones mensuales y la evapotranspiración se realizó un balance hídrico de Thornthwaite-Mather tomando una capacidad de almacenaje promedio para los suelos presentes en el experimento de 86 mm (Larratea y Soutto, 2013).

## 3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

### 3.2.1. Manejo del experimento

El área experimental se pastorea en forma rotativa con carga variable Mott y Lucas (1952), ajustando la oferta de forraje según la estación del año. Los períodos de pastoreo son de 15 días y períodos de descanso de 45 días, totalizando ciclos de pastoreo de 60 días. Lo anteriormente mencionado funciona para el experimento “1”, bloques 1, 2,3, y 4. El experimento “2”, bloque 5, se pastorea con ciclos de pastoreo de 30 días con 15 días de descanso y 15 días de pastoreo. La oferta de forraje objetivo fue de 10-12% de peso vivo PV para el primavera-estival y 8-10% de PV para el otoño-invernal.

Para ajustar la oferta de forraje se utilizó el método de “put and take” utilizando animales fijos (tésters) y animales “volante” para lograr de esta manera mantener la oferta de forraje objetivo en el período de ocupación de la parcela. El método anteriormente mencionado permite validar las comparaciones entre los diferentes tratamientos, ya que de esta manera se uniformiza la intensidad de pastoreo (Blaser et al., Lucas, Mott, Mott y Lucas, citados por Maraschin, 1993)

### 3.2.2. Determinaciones realizadas

#### 3.2.2.1. Descripción botánica de la pastura en los diferentes tratamientos

Para la descripción botánica de la materia seca presente en los tratamientos se utilizó el método de botanal (Tothill et al., 1978).

Para describir la composición botánica de la pastura se considera la relación verde/seco pero en ocasiones se modifica la especificidad de la determinación simplificándola a la determinación de la relación Verde/Seco, y consta de diferenciar el forraje vivo del forraje muerto.

La segunda forma utiliza este método botanal Tothill et al. (1978), fue la más específica, tanto para describir la composición botánica de forraje presente pre pastoreo, y del forraje presente post pastoreo, llamado remanente. El método permite la estimación de la contribución al forraje presente de manera porcentual y en kilogramos, tanto para grupos de especies como así también para especies individuales, que se selecciona previamente.

Para asociar la composición de la pastura y la materia seca presente, a una escala que permita relacionar estos componentes al desempeño animal, se propone describir la pastura al nivel de fracciones dominantes o de algún interés en particular.

Las fracciones definidas tienen en cuenta el ciclo de producción, el tipo productivo y el hábito de vida resultando en: *Bromus auleticus* (Ba), *Stipa setigera* (Ss), otras gramíneas perennes invernales, gramíneas anuales invernales, *Paspalum notatum* (Pn), *Paspalum dilatatum* (Pd), *Coelorhachis selloana* (Cs), otras gramíneas perennes estivales, hierbas, leguminosas (tanto nativas como sembradas) y restos secos.

Las 15 especies seleccionadas para explicar el aporte de materia seca, no siempre fueron las mismas. El criterio de variación fue la presencia o ausencia de las mismas en determinadas época del período experimental, ejemplo verano u otoño.

Las variable “otras”, por ejemplo gramíneas perennes tanto de ciclo invernal como estival, incluyeron especies que se encontraban en la parcela pero que no eran de interés de este trabajo estudiarlas en detalle, por eso se agruparon.

Los restos secos fueron considerados como una fracción que contribuye a la materia seca presente.

Las variables contribución porcentaje y kilogramos de materia seca disponible y remanente se calcularon para las especies de interés, grupos y resto secos.

#### 3.2.2.2. Determinación de materia seca presente

La determinación de materia seca presente se realizó aplicando el método de doble muestreo, en donde cada muestra que se corta se realiza tomando una referencia previamente seleccionada (Haydock y Shaw, 1975). La escala consistió en 5 valores de referencia representativos de la disponibilidad de forraje dentro de la parcela, donde la escala 1 corresponde al valor de menor disponibilidad de forraje presente y 5 al mayor valor de disponibilidad de forraje presente.

Luego de tener los 5 puntos de la escala de referencia, se corta un cuadrado de 50 cm por 50 cm, 3 repeticiones por punto de la escala, dando un total de 15 muestras. Previo al corte se toman 5 medidas de altura dentro del cuadrado de 50\*50, donde el criterio desarrollado fue el punto de contacto de la regla con la punta de la hoja más alta.

El corte fue realizado al ras del suelo con tijera y levantado el material vegetal cortado tratando de no levantar mantillo ni suelo, ya que esto distorsiona los valores de materia seca.

Las muestras cortadas fueron llevadas al laboratorio, se pesaron en fresco y fueron secadas durante 48 hs. en la estufa con circulación de aire forzado a 60° C y de esta manera se obtuvo la cantidad de materia seca, perteneciente a cada escala. Con los pares de valores de escala o altura y materia seca se ajustaron relaciones funcionales generando así ecuaciones de predicción de la materia seca presente en kg/ha en función de la escala o altura.

Para obtener el valor promedio de escala se realizan muestreos analizando 120 cuadros/ha de 0,5\*0,5 metros, y el valor de la altura promedio de la parcela obteniendo a partir 230 lecturas de altura por hectárea. La distribución espacial de los cuadros para determinar la escala y composición botánica, así como las mediciones de altura de la pastura se realiza aplicando un muestreo sistemático desplazándose en zigzag a través de la parcela.

En cada cuadro de muestreo se describió la composición botánica aplicando el método botanal (Tothill et al., 1978). Además se estimó (como porcentaje) el área de suelo descubierto y la cobertura de malezas de campo sucio.

Estas determinaciones fueron realizadas pre y post pastoreo para describir la materia seca presente.

### 3.3. HIPÓTESIS

#### 3.3.1. Hipótesis estadística

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4$$

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4$$

### 3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 3.4.1. Modelo estadístico para el experimento

El modelo experimental utilizado corresponde a un diseño en Bloques Completos al Azar (DBCA) con parcelas divididas en el tiempo.

El diseño del experimento se representa:

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + \beta_j + t\beta_{ij} + \gamma_k + t\gamma_{ik} + \xi_{ijk}$$

Siendo:

Y= Variable de interés

$\mu$  = La media general.

$t_i$  = es el efecto de la i-ésimo tratamiento.

$B_j$  = es el efecto del j-ésimo bloque.

$t\beta_{ij}$  = es la interacción tratamiento por bloque correspondiente al error A

$\gamma_k$  = es el efecto de la k-ésima estación

$t\gamma_{ik}$  = es la interacción tratamiento por estación

$\xi_{ijk}$  = es el error experimental. Error B

El modelo estacional corresponde también a Bloques Completos al Azar (DBCA) Para una medición

$$Y_{ij} = \mu + t_i + \beta_j + \xi_{ij}$$

Siendo:

$Y$  = corresponde a la variable de interés.

$\mu$  = es la media general.

$t_i$  = es el efecto de la i-ésimo tratamiento.

$B_j$  = es el efecto del j-ésimo bloque.

$\xi_{ij}$  = es el error experimental.

Se realizan contrastes ortogonales para confrontar los diferentes tratamientos (C=contraste) separados por bloque. Los bloques "1s" No 1, 2,3 y 4 se contrastaron todos juntos y luego los bloques 5A y 5B (tratamientos "2s"), que además solo tiene los tratamientos nitrogenados.

C1: 120N vs. 60N

C2: 120N + 60N vs. CNM

C3: CN vs. 120 N + 60N + CNM

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CARACTERIZACIÓN CLIMÁTICA

#### 4.1.1. Temperatura y precipitaciones

La siguiente figura muestra la evolución de las temperaturas y precipitaciones ocurridas en el período de estudio (diciembre de 2015-junio de 2016) contrastándola con la serie histórica proporcionada por Castaño et al. (2011), para ambas variables.

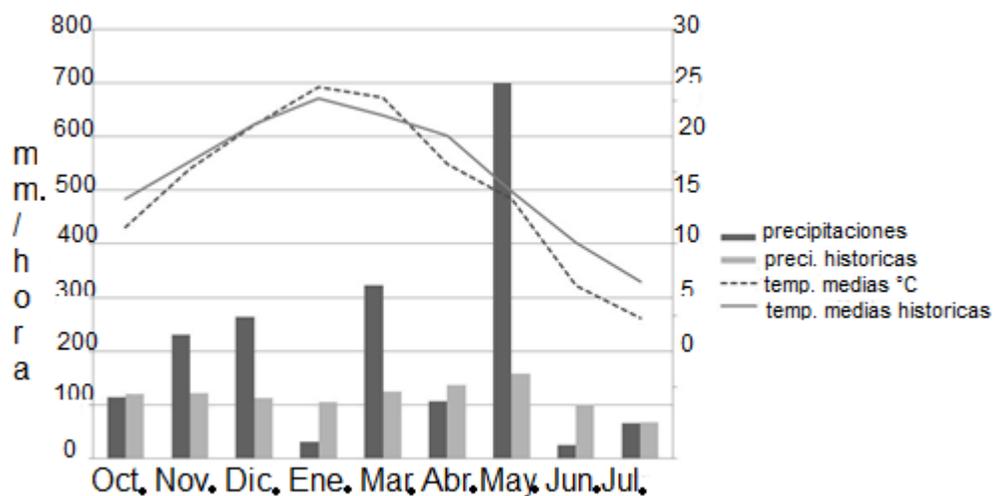


Figura No. 3. Temperaturas y precipitaciones medias para el período de estudio vs. temperaturas y precipitaciones medias históricas extraídas de serie histórica 1980-2009 (ver anexo No. 1).

En la figura se puede ver que en verano la temperatura se comportó por encima de la media histórica, cayendo por debajo de esta en otoño, e intensificando esa reducción en la temperatura hacia el invierno. Como resultado se presentó un verano más cálido y un invierno más frío que los históricos.

Para el caso de las precipitaciones las mismas se comportaron de manera muy diferente a lo que indica la serie histórica. En el acumulado de los meses de diciembre y febrero, llovieron 349,5 mm más en relación a lo que indica la serie histórica para ambos meses. Lo contrario sucedió para enero que llovieron 80 mm menos. Pero lo más notorio claramente fue el mes de abril, con 600 mm por encima de la media histórica, marcando un otoño extremadamente lluvioso.

La combinación de temperaturas y precipitaciones mayores a la media histórica durante un período crítico como es el verano, hicieron que el experimento en general mantuviera elevadas tasas de crecimiento, traduciéndose en muy buenas producciones de forraje.

#### 4.1.2. Balance hídrico

A continuación se presenta la evolución temporal del contenido de agua en el suelo, la evapotranspiración real (ETR) y el límite de confort hídrico de las plantas. Para el cálculo de ETR se tomó un valor de referencia de coeficiente de cultivo ( $K_c$ ) para una pastura.

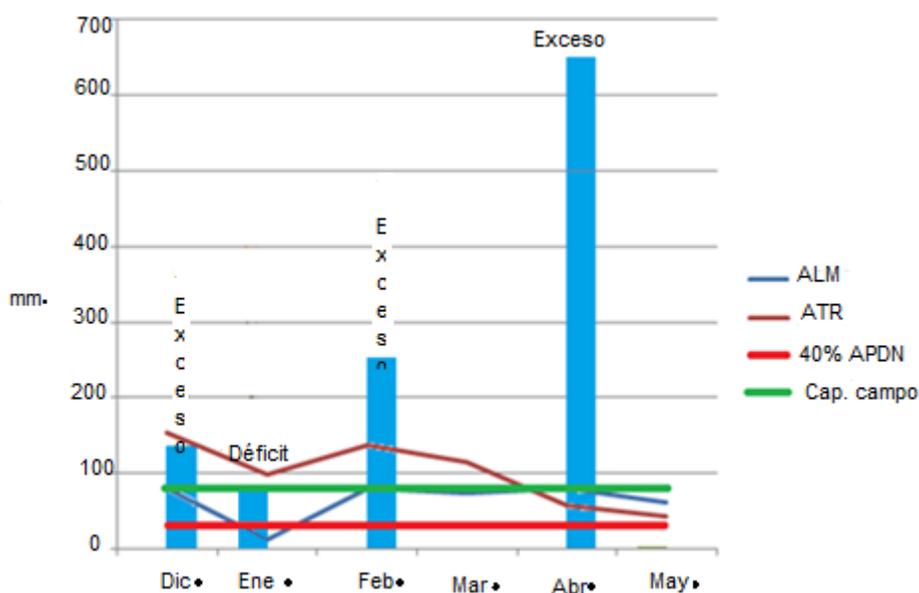


Figura No. 4. Dinámica del agua disponible en el suelo, a través de un balance hídrico decádico, evapotranspiración real y períodos de déficit y exceso.

Como se menciona el período de estudio fue muy bueno desde el punto de vista climático.

El perfil de suelo estuvo prácticamente todo el período por encima del 40% del agua potencialmente neta (40%APDN), indicando que el agua estuvo fácilmente disponible para las plantas, ósea dentro de la zona de confort hídrico, no limitando así el crecimiento de la pastura (García Petillo, 2012).

El período de déficit hídrico se presenta entre el 20 de enero y 10 de febrero, concretando 20 días de perfil de suelo muy por debajo del confort

hídrico, consecuencia del aumento de la demanda atmosférica (evapotranspiración) y ausencia de precipitaciones.

Se tomó un promedio de 86 mm de capacidad de almacenaje de agua del perfil, pero el suelo no es homogéneo y hay suelos con mayor capacidad de almacenaje de agua como así también hay con bastante menor. El déficit hídrico hay que relativizarlo por zona del sitio experimental ya que los suelos más profundos sufrieron menos este déficit lo cual no sería representativo de la realidad.

#### 4.2. ANÁLISIS EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA (KG/HA) PARA EXPERIMENTO "2"

A continuación se presentan los kg/ha para los disponibles y remanentes en verano y otoño, además de cada componente que conforma la materia seca total (MST).

##### 4.2.1. Materia seca disponible en kilogramos por hectárea para diferentes estaciones

###### 4.2.1.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación estival

Los componentes que se evalúan son materia seca total (MST), materia seca verde (MSV), materia seca restos secos (MSRS), relación verde/seco (Rv/s), altura de la pastura (cm), *Bromus auleticus* (Ba), *Stipa setigera* (Ss), otras gramíneas perennes invernales (OGPI), gramíneas anuales invernales (GAI), total de gramíneas invernales (TGI), *Paspalum notatum* (Pn), *Paspalum dilatatum* (Pd), *Coelorhachis selloana* (Cs), otras gramíneas perennes estivales (OGPE), total de gramíneas perennes estivales (TGPE), restos secos (Rs), hierbas enanas más *Dichondra microcalix* (H+Dm) , leguminosas (L) y cardos (C).

Cuadro No. 1. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de MST, MSV, MSRS, Rv/s y contrastes ortogonales para el período estival

	MST	MSV	MSRS	R V/S
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
C1: 120N vs. 60N	0,311	0,481	0,824	0,698
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120N	1706	1503	202	24
60N	1833	1604	229	34
Promedio	1769	1554	216	29
CV %	13	17	102	152

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los componentes evaluados no presentaron diferencias estadísticamente significativas en la estación. Lo cual indica que para la estación evaluada pudo darse una dilución de la fertilización determinando el mismo resultado.

Cuadro No. 2. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival

	B a	S s	O G P I	T G P I	G A I	T G I
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
C1: 120N vs. 60N	0,645	0,811	0,928	0,692	0,772	0,686
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120N	68	348	47	464	7	471
60N	36	322	44	403	5	408
Promedio	52	335	45	433	6	439
CV %	219	57	165	63	233	63

Valores de p-valores <0,10son significativamente diferentes.

Tanto para las especies invernales de interés (tipo productivo: fino) o para los otros grupos de especies (tipo productivo: tierno, fino-tierno) invernales las diferentes dosis de nitrógeno no mostraron ninguna diferencia significativa.

Contrario a lo expresado por Zanoniani (2009), para estación estival del experimento, la producción en kilogramos de materia seca disponible de los

diferentes componentes invernales no se diferenciaron estadísticamente ante el aumento de la dosis de nitrógeno. También, y a pesar de tener una historia de fertilización nitrogenada consistente, la misma no determinó cambios en la producción de las gramíneas anuales invernales (GAI), como lo mencionan Cardozo et al. (2008), al menos estadísticamente significativas para la estación.

Cuadro No. 3. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival.

	P n	P d	C s	OGPE	T G P E
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales				
C1: 120N vs. 60N	0,661	0,581	0,698	0,557	0,455
Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120N	389	312	43	208	952
60N	434	288	61	295	1078
Promedio	411	300	52	252	1015
CV %	47	26	161	107	30

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Para los componentes estivales no se detectó diferencia significativa para las diferentes dosis. Esto nuevamente indica una clara ventaja a favor de la menor dosis de nitrógeno, ya que se obtiene iguales resultados con una menor cantidad del mismo.

Cuadro No. 4. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival

	R S	H+D m	L	C
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
C1: 120N vs. 60N	0,824	0,729	0,146	sd
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120N	202	26	54	sd
60N	229	36	83	sd
Promedio	216	31	68	sd
CV %	102	153	55	sd

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Al no detectarse diferencias significativas entre las diferentes dosis, en concordancia con Burgos de Anda (1974), al no poder demostrar que las mayores dosis de nitrógeno acercan la brecha entre la producción estival e invernal, ya que si esto sucediera, la presencia de retos secos (RS) por el aumento en la producción invernal sería mayor en la estación estival. Lo que reportan Whitehead (1995), Rodríguez Palma et al. (2004), acerca de la reducción de las leguminosas ante crecientes dosis de nitrógeno, no fue detectado para este experimento.

#### 4.2.1.2. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación otoñal

Cuadro No. 5. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de MST, MSV, MSRS, R v/s y contrastes ortogonales para el período otoñal

	MST	MSV	MSRS	R V/S
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales			
C1: 120N vs. 60N	0,040	0,046	0,688	0,438
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120N	1688	1631	57	828
60N	1910	1878	32	1430
Promedio	1799	1755	44	1129
CV %	6	8	187	90

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Para la estación otoñal se encontraron diferencias significativas a favor de la dosis menor de nitrógeno (60N). Para la materia seca total (MST) la diferencia de 222 Kg/haMS a favor del tratamiento de 60 unidades de nitrógeno puede estar indicando lo reportado por Wilman y Wright (1983), Mazzanti et al. (1994), Whitehead (1995) ya que esa diferencia puede deberse a cambios positivos tanto en la morfología y fisiología de la planta especialmente el aumento en la densidad de macollos y menor filocrom, traduciéndose en aumentos de la materia seca total (MST) y materia seca verde (MSV) respectivamente.

La combinación de favorables temperaturas y radiación, sumado a la disponibilidad de agua, determinaron condiciones muy excepcionales para la producción de forraje, viéndose potenciadas por el uso de una dosis de nitrógeno, especialmente el componente gramíneas, que son las que explican el mayor aporte a la materia seca en los campos naturales del país (Ayala y Carámbula, 1994).

Cuadro No. 6. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal

	B a	S s	O G P I	T G P I	G A I	T G I
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales					
C1: 120N vs. 60N	0,456	0,449	0,470	0,367	0,540	0,390
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120N	156	352	157	665	4	670
60N	64	286	43	393	13	406
Promedio	110	319	100	529	9	538
CV %	147	36	206	74	208	74

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los componentes invernales no presentaron diferencias estadísticamente significativas. La explicación puede radicar en la elevada variabilidad de los datos que se refleja en los altos coeficientes de variación (CV%). Los valores absolutos muestran para la mayoría de los componentes invernales aumentan si se eleva la dosis de nitrógeno, estos aumentan su contribución a la materia seca presente como lo expresa (Zanoniani, 2009).

Cuadro No. 7. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal

	P n	P d	C s	O G P E	T G P E
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales				
C1: 120N vs. 60N	0,346	0,565	0,270	0,029	0,067
Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120N	593	262	15	48	917
60N	710	330	64	320	1425
Promedio	651	296	39	184	1171
CV %	25	53	143	69	26

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Coincidiendo con los resultados encontrados por Larratea y Soutto (2013), nuevamente las parcelas que fueron sometidas a la menor dosis de nitrógeno (60N) presentaron un mayor aporte al total de gramíneas perennes estivales (TGPE), siendo estadísticamente significativo para las OGPE. La

variación en dicho grupo por el cambio en la dosis de nitrógeno fue de 272 kg/ha de MS disponible.

Cuadro No. 8. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de RS, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período otoñal

	R S	H+D m	L	C
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales			
C1: 120N vs. 60N	0,687	0,986	0,834	sd
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120N	56	26	19	sd
60N	31	26	22	sd
Promedio	44	26	20	sd
CV %	191	93	108	sd

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Para los mencionados componentes no se encontró diferencia estadísticamente significativa, pero los elevados coeficientes de variación (CV%) hacen que nuevamente se dificulte encontrar las mismas.

#### 4.2.2. Materia seca remanente en kilogramos por hectárea para diferentes estaciones

##### 4.2.2.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación estival

Cuadro No. 9. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de MST, MSV, MSRS, Rv/s y contrastes ortogonales para el período estival

	MST	MSV	MSRS	R V/S
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales			
C1: 120N vs. 60N	0,05	0,316	0,8267	0,7074
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120N	1312	1142	170	320
60N	1400	1255	145	213
Promedio	1356	1199	157	267
CV %	6	17	124	175

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los kilogramos de materia seca presente por hectárea en los remanentes fueron estadísticamente diferentes entre las dosis de nitrógeno. La menor dosis de nitrógeno presentó nuevamente una tendencia o generalidad a que es capaz de generar una mayor producción especialmente en las gramíneas estivales

Como lo mencionan Larratea y Souto (2013), las altas dosis (120N) de nitrógeno, acrecentado este efecto por la historia de fertilización nitrogenada, pueden llevar al aumento de hierbas invernales, aumentando la proporción de suelo desnudo, perdiendo así especies de valor forrajero. En este trabajo no se encontraron diferencias significativas en porcentaje de suelo desnudo (%SD) y hierbas (%H+Dm).

Cuadro No. 10. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de Ba, Ss, OGPI, TGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival

	B a	S s	O G P I	T G P I	G A I	T G I
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales					
C1: 120N vs. 60N	0,778	0,5529	0,3306	0,4457	sd	0,4457
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120N	13	265	17	295	sd	295
60N	9	310	34	353	sd	353
Promedio	11	288	25	324	sd	324
CV %	245	50	127	44	sd	44

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Para los componentes invernales no se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Para el caso de *Bromus auleticus* (Ba) y otras gramíneas perennes invernales (OGPI) la variabilidad de los datos es muy alta, lo cual dificulta el análisis, esto se observa en los porcentajes que presenta el coeficiente de variación.

Cuadro No. 11. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival

	P n	P d	C s	OGPE	T G P E
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales				
C1: 120N vs. 60N	0,5988	0,7433	0,1618	0,6185	0,7948
Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120N	370	210	15	195	791
60N	420	230	34	150	835
Promedio	395	220	25	173	813
CV %	44	52	89	96	38

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Como expresa el cuadro No 8, no se encontraron diferencias estadísticas en la producción de materia seca presente en los remantes para las diferentes dosis de nitrógeno en las gramíneas estivales, que permitieran explicar ese incremento en la materia seca total (MST). La bibliografía indica que las gramíneas son las más beneficiadas ante los input de nitrógeno, pero no se encontró diferencia tanto para las invernales como para las estivales.

Cuadro No. 12. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival

	R S	H+D m	L	C
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales			
C1: 120N vs. 60N	0,828	0,721	0,320	0,332
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120N	170	19	36	0
60N	145	17	51	0
Promedio	157	18	44	0
CV %	124	75	62	368

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Nuevamente para el remanente estival en kilogramos de materia seca presente no hay diferencias estadísticamente significativas para las variables analizadas ante diferentes dosis de nitrógeno.

Para el caso de restos secos, que podría estar asociado a una mayor producción de los mismos por el aumento de los niveles tróficos Ayala y Carámbula (1994), se produce un aumento en las gramíneas anuales por una ventaja comparativa con las perennes a la hora de absorber el nitrógeno, no se vio reflejado. La variabilidad de los datos para restos secos (Rs) puede ser responsable de la falta de sensibilidad del análisis.

#### 4.2.2.2. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación otoñal

Cuadro No. 13. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de MST, MSV, MSRS, Rv/s y contrastes ortogonales para el período otoñal

	MST	MSV	MSRS	R V/S
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales			
C1: 120N vs. 60N	0,107	0,185	0,941	0,569
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120N	1337	1298	40	773
60N	1494	1457	37	515
Promedio	1416	1378	38	644
CV %	8	11	160	93

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Para el caso de los remanentes otoñales no se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa. Componentes como materia seca, restos secos y relación verde/seco, mostraron coeficientes de variación muy elevados a causa de la dispersión de los datos.

Cuadro No. 14. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de Ba, Ss, OGPI, TGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal

	B a	S s	O G P I	T G P I	G A I	T G I
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales					
C1: 120N vs. 60N	0,324	0,592	0,682	0,980	0,422	0,805
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120N	28	224	60	312	19	331
60N	87	182	41	310	3	313
Promedio	57	203	51	311	11	322
CV %	134	51	123	26	243	30

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Alguno de los componentes invernales estudiados en los kilogramos de materia seca remanente otoñal, observando los valores absolutos pueden llegar a estar asociados a los efectos de las diferentes dosis de nitrógeno.

Si bien no existieron diferencias estadísticas significativas, para el caso de *Bromus auleticus* (Ba) y gramíneas anuales invernales (GAI) la diferencia abultada entre sus medias y los elevados coeficientes de variación (CV%).

En el caso de las gramíneas anuales invernales (GAI) es de esperar que las mayores dosis de nitrógeno generen un aumento en este tipo de especies, como lo indican Eckert et al., citados por Young et al. (1999).

Rodríguez Palma et al. (2004) para el caso de *Bromus auleticus* (Ba) reportaron aumentos en esta especie, aunque esas contribuciones se observaron con las dosis mayores, lo cual en este caso podría estar jugando la historia de fertilización que tiene el experimento.

Cuadro No. 15. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal

	P n	P d	C s	OGPE	T G P E
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales				
C1: 120N vs. 60N	0,992	0,725	0,286	0,397	0,468
Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120N	590	169	17	109	885
60N	589	198	34	221	1042
Promedio	590	184	25	165	964
CV %	27	62	81	103	29

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Para los componentes estivales no hay diferencias estadísticas significativas. Los coeficientes de variación (CV%) en términos generales fueron bajos, excepto para otras gramíneas perennes estivales (OGPE), donde la menor dosis de nitrógeno presentó 111 kilogramos MS/hectárea más en el remanente, que la dosis de 120N.

Cuadro No. 16 Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre los kg/ha de MS presente de Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período otoñal

	R S	H+D m	L	C
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales			
C1: 120N vs. 60N	0,946	0,568	0,765	0,990
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120N	39	25	16	42
60N	36	41	20	41
Promedio	38	33	18	41
CV %	163	114	111	179

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los coeficientes de variación fueron muy elevados lo cual era de esperar, que no se registraran diferencias estadísticamente significativas.

#### 4.3. ANÁLISIS EN KILOGRAMOS POR HECTÁREA (kg/ha) PARA EXPERIMENTO “1”

A continuación se presentan los datos de Kg/ha para los disponibles y remanentes en las estaciones de verano y otoño, además de analizar cada componente que conforma la materia seca total (MST). Materia seca disponible en kilogramos por hectárea para diferentes estaciones.

##### 4.3.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación estival

Cuadro No. 17. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presentes de MST, MSV, MSRS y Rv/s y contrastes ortogonales para el período estival

	MST	MSV	MSRS	R V/S
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
120N vs.60N	0,593	0,495	0,354	0,340
120N + 60N vs.CNM	0,999	0,738	0,176	0,855
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,813	0,937	0,608	0,454
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120 N	2912	2678	234	524
60N	2680	2331	348	47
CNM	2796	2651	145	208
CN	2880	2586	294	564
Promedio	2817	2562	255	336
CV %	26	33	68	275

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

En cuanto a los componentes evaluados, no se encuentran diferencias entre tratamientos. Es posible que los tratamientos nitrogenados no hayan mostrado una mayor producción de materia seca por hectárea a un efecto de lavado de este nutriente en el perfil, lo cual no estuvo disponible para la planta en este momento.

Otra causa pudo deberse al estrés hídrico sufrido durante la estación estival, que abarcó un período de 20 días, desde el 20 de enero al 10 de febrero de 2016, este período pudo haber borrado cualquier posibilidad de respuesta al nutriente (N), lo cual dejó a todos los tratamientos en el mismo nivel de producción.

En cuanto a los coeficientes de variación (CV%), para los componentes MST y MSV fueron valores aceptables para un experimento de campo natural, pero para los últimos MSRS y R V/S fueron valores muy elevados en relación a los esperados.

Cuadro No. 18. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presentes de Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival

	B a	S s	O G P I	T G P I	G A I	T G I
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
120N vs.60N	0,593	0,769	0,306	0,850	0,629	0,830
120N + 60N vs.CNM	0,164	0,893	0,587	0,892	0,830	0,884
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,389	0,323	0,593	0,297	0,187	0,340
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120 N	2	582	31	615	2	617
60N	6	636	9	651	7	658
CNM	13	588	10	611	2	614
CN	2	453	8	463	16	479
Promedio	6	564	15	585	7	592
CV %	306	55	211	55	347	56

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los componentes invernales no mostraron diferencia estadísticamente significativa, para los diferentes contrastes planteados para la estación estival.

Otras gramíneas perennes invernales (OGPI) y gramíneas anuales invernales (GAI) presentaron elevados coeficientes de variación (CV%), lo cual dificultó encontrar diferencias estadísticas para dichos componentes.

Cuadro No. 19. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presentes de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival

	P n	P d	C s	OGPE	T G P E
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales				
120N vs.60N	0,712	0,233	0,486	0,776	0,540
120N + 60N vs.CNM	0,843	0,737	0,092	0,391	0,926
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,763	0,956	0,394	0,329	0,568
Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120 N	708	561	53	673	1995
60N	576	373	79	592	1621
CNM	703	512	124	420	1759
CN	751	475	59	791	2075
Promedio	684	480	79	619	1862
CV %	87	56	88	75	55

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

En términos generales el conjunto de datos presentaron coeficientes de variación (CV%) elevados para un experimento de este tipo. Dicha variabilidad nos influyó directamente, ya que elevó el valor de la mínima diferencia significativa es mayor, determinando una mayor exigencia para declarar diferentes a dos tratamientos.

Para el contraste 120N+60N vs. CNM la especie *Coelorhachis selloana* (Cs) presentó diferencia significativa, a favor del campo natural mejorado (CNM), 115 kg/ha MS más de Cs que los tratamientos fertilizados con nitrógeno (120:60N).

Como mencionan Berretta et al. (1998b), la tendencia no es clara para los pastos de tipo productivo tierno, como lo es *Coelorhachis selloana* (Cs) “cola de lagarto”, pero hay que considerar que es un disponible de un tratamiento donde se agregaron especies de mayor apetecibilidad como lo son las leguminosas sembradas. Esto pudo traer un alivio en la frecuencia de pastoreo a Cs, ya que el animal recargó más sobre las leguminosas sembradas, trayendo como consecuencia un aumento de Cs en los kilogramos presentes del disponible estival.

Cuadro No. 20. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presentes de Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival

	R S	H+D m	L	C
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
120N vs.60N	0,354	0,162	0,892	>0,9999
120N + 60N vs.CNM	0,176	0,288	0,003	0,066
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,607	0,154	0,226	0,497
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120 N	234	43	23	0
60N	348	19	34	0
CNM	145	15	259	4
CN	294	5	27	0
Promedio	255	21	86	1
CV %	68	147	153	407

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Como era de esperarse la inclusión *Trifolium pratense* y *Lotus glaber*, fue estadísticamente significativa para el componente leguminosas en el contraste 120N + 60N vs. CNM. Al levantar una de las limitantes identificadas por autores como Carámbula (1992), Berretta (1998a), coincidieron en la escasa presencia de leguminosas nativas en los campos naturales del país.

También se constató que el solo hecho de elevar los niveles tróficos, especialmente de nitrógeno, además de estar corregido todos los años con fósforo, este último fundamental para la leguminosa, no fue suficiente para elevar la contribución de especies de mayor valor nutricional, como las leguminosas nativas, quedando en desventaja frente a especies que se encuentran en mayor frecuencia para la captura de ese aumento en los nutrientes.

Lo reportado por Belora et al. (2018) puede explicar mucho de los resultados encontrados. En dicho periodo se produjo un desajuste en la oferta de forraje (OF%) objetivo. Los tratamientos 120N y 60N presentaron menor oferta de forraje, estadísticamente significativa con respecto a los tratamientos CN y CNM, donde la oferta de forraje fue superior.

Esto puede explicar los resultados obtenidos en relación a los esperados con respecto a la bibliografía consultada.

La menor oferta de forraje en los tratamientos nitrogenados, lo cual se traduce en una mayor carga, medida en unidades ganaderas por hectárea (UG/ha.), atenúa el efecto del nitrógeno sobre las especies invernales (Belora et al., 2018).

Este desajuste en cuanto a la oferta de forraje también ocurrió en el período invierno primaveral, o sea anterior a este periodo de estudio.

Toyos y Gutiérrez (2018) reportaron que para dicho período de estudio la oferta de forraje promedio no presentó diferencias significativas. Aunque dichos autores destacaron que los valores obtenidos de los tratamientos nitrogenados (60N y 120N) frente a campo natural mejorado (CNM) y campo natural (CN) fueron numéricamente la mitad que estos últimos.

Toyos y Gutiérrez (2018) separaron a la oferta de forraje en las dos estaciones que comprende su periodo de estudio. En la estación primaveral la oferta de forraje presentó diferencias significativas entre el tratamiento CNM y 60N, siendo en este último la oferta menor. La mayor carga en 60N pudo determinar una dilución del efecto del nitrógeno sobre la comunidad de especies invernales.

4.3.1.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación otoñal

Cuadro No. 21. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presente de MST, MSV, MSRS, Rv/s y contrastes ortogonales para el período otoñal

	MST	MSV	MSRS	R V/S
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
120N vs.60N	0,609	0,625	0,975	0,351
120N + 60N vs.CNM	0,092	0,062	0,175	0,040
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,004	0,002	0,052	0,004
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120 N	3256	3253	4	3208
60N	3165	3160	5	2490
CNM	2930	2869	61	1348
CN	2588	2484	104	114
Promedio	2985	2941	44	1790
CV %	8	9	155	54

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

El contraste entre las diferentes dosis de nitrógeno 120N vs. 60N, nuevamente como en el experimento “2” que el agregado de una dosis de 120 unidades de nitrógeno no confiere una ventaja clara al menos en los parámetros materia seca total (MST), materia seca verde (MSV) y relación verde/seco.

Para el contraste CNM vs. 120N+60N los tratamientos fertilizados con nitrógeno mineral (de bolsa) obtuvieron 560 y 673 kg/ha más que el tratamiento con nitrógeno obtenido de la fijación biológica de las leguminosas introducidas tanto para materia seca total (MST) y materia seca verde (MSV). Como el elevado coeficiente de variación que presentó materia seca restos secos (MSRS) no permitió detectar diferencias pero se observa numéricamente que los tratamientos con fertilización nitrogenada presentaron una clara diferencia ya que como lo expresan Wilman y Wright (1983), Whitehead (1995), este elemento modificó la tasa de aparición foliar (TAF) resultando en una menor presencia de restos secos.

Con respecto al último contraste CN vs. 120N+60N+CNM, el resultado fue el esperado donde los tratamientos con fertilizante pesan más que el campo natural mejorado, pero al contrastarlo con el tratamiento testigo (CN) la ventaja se acrecienta de los tratamientos con algún tipo de intervención.

Cuadro No. 22. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presentes de Ba, Ss, OGPI, TGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal

	B a	S s	OGPI	TGPI	GAI	TGI
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
120N vs.60N	0,781	0,565	0,850	0,672	0,231	0,656
120N + 60N vs.CNM	0,518	0,134	0,304	0,162	0,956	0,161
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,484	0,143	0,516	0,181	0,221	0,174
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120 N	351	588	170	1110	20	1129
60N	491	716	143	1349	31	1380
CNM	138	350	24	512	26	537
CN	38	273	34	346	16	362
Promedio	255	482	93	829	23	852
CV %	206	64	160	83	71	81

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Para los componentes invernales no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para ninguno de ellos. Los elevados coeficientes de variación (CV%) nuevamente dificultaron la tarea de encontrar dichas diferencias. Agronómicamente se observa una tendencia en concordancia a la bibliografía encontrada ya que las medias por tratamiento aumentaron a medida que el nivel de nitrógeno aumentó. Rodríguez Palma et al. (2004) mencionan esta respuesta en la especie *Bromus auleticus* (Ba) similar a la obtenida en términos numéricos.

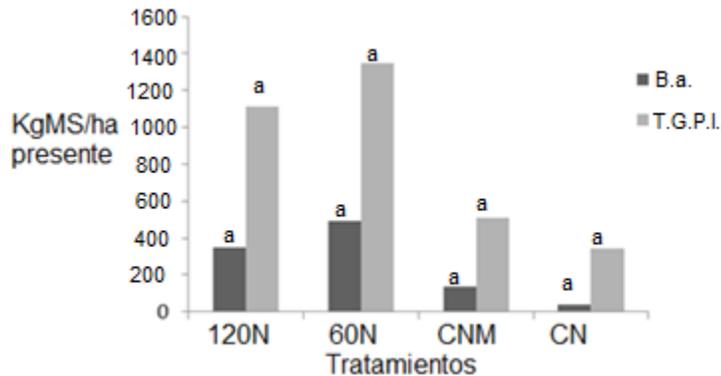


Figura No. 5. Kilogramos de materia seca disponible para *Bromus auleticus* (Ba) y total de gramíneas perennes invernales (TGPI), sin diferencias significativas, pero diferencias agronómicas importantes.

Cuadro No. 23. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presentes de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal

	P n	P d	C s	OGPE	T G P E
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales				
120N vs.60N	0,491	0,066	0,957	0,364	0,469
120N + 60N vs.CNM	0,548	0,783	0,775	0,752	0,477
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,789	0,475	0,263	0,520	0,800
Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120 N	1054	264	88	649	2055
60N	823	487	85	327	1722
CNM	1112	402	74	584	2171
CN	924	319	130	704	2076
Promedio	978	368	94	566	2006
CV %	48	42	74	82	31

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los coeficientes de variación (CV%) obtenidos para los componentes estivales en la estación de otoño fueron aceptables para un experimento de este tipo. Para la mayoría de ellos no se obtuvo diferencias estadísticamente significativas, excepto para *Paspalum dilatatum* (Pd) en el contraste 120N vs. 60N.

En concordancia a los obtenidos por Berretta (1998a) las especies de tipo productivo fino tendieron a aumentar la contribución con los tratamientos fertilizados, mencionando a *Paspalum dilatatum* (Pd), coincidiendo con el resultado del experimento.

Nuevamente la menor dosis de nitrógeno (60N) obtuvo una diferencia positiva sobre su contraste 120N. La diferencia es de 223.23 kg/ha de MS disponible de Pd, lo cual indicó que las mayores dosis de nitrógeno como dicen Kay y Evans, citados por Young et al. (1999) generan diferentes tipos de competencia entre plantas anuales y perennes o plantas con diferentes tipos productivos Berretta (1998a), Larratea y Soutto (2013) haciendo perder capacidad de producción a los componentes que se están estudiando, favoreciendo a otros con mayor capacidad competitiva en ambientes de mayor disponibilidad de nitrógeno.

Cuadro No. 24. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presentes de Rs, H+ Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período otoñal

	R S	H+D m	L	C
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
120N vs.60N	0,971	0,528	0,543	Sd
120N + 60N vs.CNM	0,174	0,659	0,000	Sd
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,050	0,614	0,014	Sd
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120 N	3	62	8	Sd
60N	5	40	18	Sd
CNM	61	64	97	Sd
CN	104	41	4	Sd
Promedio	43	52	32	Sd
CV %	158	104	66	Sd

Valores de p-valores <0,10son significativamente diferentes.

De los componentes analizados los que presentaron diferencias estadísticamente significativa fueron restos secos (RS) y leguminosas (L).

En el caso de los restos secos el coeficiente de variación (CV%) es elevado pudiendo no haber sido la causa de no encontrar diferencias en los contrastes 120N vs. 60N y 120N+60N vs. CNM. En el caso del último contraste CN vs.120N+60N+CNM se produjo una diferencia estadísticamente significativa a favor del campo natural (CN), presentando 244.37 kg/ha MS más de resto secos que los restantes tratamientos. La respuesta no se explica tanto por la disponibilidad de nitrógeno, sino por lo mencionado por Burgos de Anda (1974), ya que en la estación otoñal la variable que más influyó son las bajas temperaturas sobre la tasa de crecimiento dejando relegado el efecto del nitrógeno.

Para las leguminosas (L) la inclusión es el manejo fundamental (CNM) para estimular su producción ya que los campos del Uruguay por su bajo contenido de fósforo y estar sometidos a pastoreo continuo a altas cargas carece de estas especies. Nuevamente se observa el efecto de que no alcanza con aumentar los niveles tróficos de nitrógeno y fósforo en el suelo para que este grupo realice un aporte significativo a la materia seca disponible.

Para el caso del otoño la oferta de forraje reportada por Belora et al. (2018), no presentó diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, manteniéndose en el rango meta para la estación.

#### 4.3.2. Materia seca remanente en kilogramos por hectárea para diferentes estaciones

##### 4.3.2.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación estival

Cuadro No. 25. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presentes de MST, MSV, MSRS, Rv/s y contrastes ortogonales para el período estival

	MST	MSV	MSRS	R V/S
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
120N vs.60N	0,502	0,885	0,067	0,237
120N + 60N vs.CNM	0,856	0,521	0,108	0,620
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,427	0,165	0,035	0,594
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120 N	2042	1672	371	10
60N	1870	1635	235	30
CNM	1996	1796	201	27
CN	2137	1997	140	29
Promedio	2011	1775	237	24
CV %	24	27	58	127

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Para el caso de materia seca total (MST) y materia seca verde (MSV) no se encontró diferencia estadísticamente significativa, presentando un adecuado coeficiente de variación (CV%). Para la relación verde/seco (R v/s) al observar el coeficiente de variación (CV%) es esperable que el software estadístico no detectara diferencias estadísticamente significativas, ya que su valor es muy elevado.

Para los kilogramos de materia seca restos secos (MSRS) se encontró diferencia significativa para las diferentes dosis de nitrógeno (120N vs. 60N), al igual que lo reportado por Kay y Evans, citados por Young et al. (1999) que las mayores dosis de nitrógeno hacen que las especies anuales se vuelvan más competitivas. Estas tienen consumos de nitrógeno mayores a las planas perennes, lo cual en ambientes rico en este elemento las anuales se vuelven muy competitivas.

Los restos secos encontrados en este remanente, una alta proporción puede ser que sean pastos de tipo anual/ invernal como el caso de *Lolium multiflorum* "raigrás", el cual culminaron ya su ciclo.

Para el caso del contraste CN vs.120N+60N+CNM, nuevamente a medida que se introdujo en el sistema una mayor disponibilidad de nitrógeno, las relaciones entre especies cambiaron debido a ello, y comenzaron procesos de anualización de los tapices en caso de manejos incorrectos o excesos de fertilizaciones. Dicho esto el campo natural presentó especies más perennes, lo cual generó menores cantidades de restos secos acompañado claramente por la buena disponibilidad hídrica que tuvo el año.

Cuadro No. 26. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presentes de Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival

	B a	S s	O G P I	T G P I	G A I	T G I
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
120N vs.60N	0,146	0,167	0,143	0,266	sd	0,266
120N + 60N vs.CNM	0,247	0,840	0,387	0,784	sd	0,784
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,998	0,173	0,960	0,207	sd	0,207
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120 N	15	531	13	560	sd	560
60N	4	381	46	430	sd	430
CNM	2	475	46	522	sd	522
CN	7	341	36	384	sd	384
Promedio	7	432	35	474	sd	474
CV %	218	47	124	46	sd	46

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Para los componentes invernales no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el remante. Las especies invernales son en su mayoría, muy apetecibles, de tipo productivo tierno a tierno-fino y fino, por lo cual son muy buscadas por el ganado. Esto determinó que la participación en el remanente no fuera afectada por los diferentes tratamientos. Aunque nuevamente se observó la tendencia descrita por Larratea y Souto (2013) de que las especies invernales aumentan su contribución con el aumento en la disponibilidad de nitrógeno.

Cuadro No. 27. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presentes de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival

	P n	P d	C s	OGPE	T G P E
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales				
120N vs.60N	0,521	0,560	0,917	0,601	0,870
120N + 60N vs.CNM	0,581	0,561	0,608	0,808	0,804
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,036	0,945	0,253	0,306	0,088
Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120 N	453	244	23	353	1073
60N	545	301	21	255	1122
CNM	567	223	29	343	1163
CN	781	262	39	475	1557
Promedio	586	257	28	357	1229
CV %	46	67	108	96	46

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

El contraste para el cual dos componentes como *Paspalum notatum* (Pn) y total de gramíneas perennes estivales (TGPE) fue estadísticamente significativos fue CN vs.120N+60N+CNM. La mayor presencia de Pn no fue extraño en el campo natural, ya que es una especie perenne que evolucionó en ambientes de baja disponibilidad de nitrógeno como lo mencionan Kay y Evans, citados por Young et al. (1999).

*Paspalum notatum* es una especie de porte rastrero, pero si se lo pone a competir por luz, se pelonga y se expone más a él “diente del animal”. Esta diferencia se da entre el CN, CNM y los tratamientos con nitrógeno. Además como ya se mencionó, la fertilización otoño-invernal promovió a otras especies y por tanto disminuyó su presencia en el remanente.

El total de gramíneas perenes estivales (TGPE), está influenciado por la alta participación del Pn, que orienta la respuesta determinando diferencias en el mismo contraste que Pn.

Cuadro No. 28. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presentes de Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival

	R S	H+D m	L	C
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
120N vs.60N	0,067	0,793	0,133	sd
120N + 60N vs.CNM	0,108	0,282	0,011	sd
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,035	0,783	0,270	sd
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120 N	371	20	19	sd
60N	235	23	59	sd
CNM	201	11	100	sd
CN	140	21	36	sd
Promedio	237	19	53	sd
CV %	58	101	89	sd

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

El componente restos secos (Rs) para los contrastes, 120N vs. 60N y CN vs.120N+60N+CNM de acuerdo con lo que expresan (Lemaire et al., 1997), donde advierten que la fertilización aumenta los ritmos de crecimiento, lo cual se tienen que ajustar tanto la intensidad como la frecuencia de pastoreo, con el fin de no acumular senescencia. A tiempo similar de ocupación entre los diferentes tratamientos, puede explicar la mayor acumulación de restos secos en los tratamientos fertilizados.

La dosis mayor (120N) logro 136 kg/ha MS por encima de la dosis menor (60N).

Como era de esperar para el caso del campo natural (CN) presentó especies que co-evolucionaron en ambientes de baja disponibilidad de nitrógeno, básicamente de hábito perenne, además de no haber sufrido una desestabilización y sustitución de estas especies por las de hábito anual como lo expresan (Cardozo et al., 2008). Los otros tratamientos presentaron 389 kg/ha MS más de Rs.

En el caso de las hierbas enanas (H+Dm) el coeficiente de variación fue muy elevado lo cual nuevamente dificultó encontrar diferencias estadísticamente significativas.

El componente leguminosa (L) mostró diferencias en la presencia de leguminosas en el tapiz a favor del tratamiento con la inclusión de las mismas. Aumentar los niveles de nitrógeno y especialmente de fósforo a través de fertilización basal realizada a todos los tratamientos con algún grado de intervención no generó ningún tipo de cambio a favor de que aumentara la presencia de leguminosas especialmente las nativas, por lo tanto la diferencia obtenida fue a favor del tratamiento que la intervención es la siembra de leguminosas sembradas

Belora et al. (2018) reportan que la materia seca remanente para la estación estival fue significativamente inferior para los tratamientos nitrogenados (60N y 120N).

La interpretación en cuanto a la composición botánica de los remanentes a luz de lo obtenido por Belora et al. (2018), se puede decir que a pesar de tener menos altura esos remanentes y menos materia, a igual tiempo de ocupación el tratamiento 120N presentó mayor proporción de restos secos que 60N.

Boggiano et al. (2005) determinaron que con altos niveles de nitrógeno se logran mayores desaparecidos cada 100 kg de PV a igual oferta de forraje.

#### 4.3.2.2. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación otoñal

Cuadro No. 29. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presente de MST, MSV, MSRS, Rv/s y contrastes ortogonales para el período otoñal

	MST	MSV	MSRS	R V/S
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
120N vs.60N	0,070	0,087	0,639	0,041
120N + 60N vs.CNM	0,201	0,129	0,457	0,159
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,138	0,238	0,294	0,369
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120 N	2290	2260	30	77
60N	2765	2697	68	41
CNM	2251	2149	102	27
CN	2742	2604	139	88
Promedio	2512	2427	85	58
CV %	13	13	132	190

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Para el caso de los componentes evaluados solo se registró diferencia estadísticamente significativa para el contraste 120N vs. 60N. Para materia seca total (MST) y materia seca verde (MSV), los coeficientes de variación (CV%) se comportaron muy estables, comportándose de manera contraria para materia seca restos secos (MSRS) y relación verde / seco (R v/s), lo cual dificultó la detección de diferencias.

Para el tratamiento 120N, materia seca total (MST) presentó 475 kg/ha MS presente menos en el remanente otoñal que su contraste 60N.

La medición otoñal se realizó desde 21/03/16 hasta 06/06/16 lo cual era de esperar que el mayor aporte en los remantes esté dado por las especies perennes ya que las anuales al inicio de la estación otoñal están en período de implantación y luego la competencia por luz con las otras especies puede deprimirlas. Por otro lado el inicio de la estación fue muy lluvioso lo cual hace bajar la disponibilidad de N- $\text{No}_3^-$ .

Todo esto hizo que los tratamientos más proclives a tener especies anuales (altas dosis de nitrógeno) tuvieran menos materia seca total (MST) en el período otoñal, ya que las mayores dosis de nitrógeno (120N) no presentaron la producción de las gramíneas anuales invernales (GAI), además de tener menos especies perennes por efectos de la competencia de las anuales invernales que desplazaron a las perennes.

Como consecuencia de ello la relación verde/seco (Rv/s) fue significativa, presentando mayor proporción de verde los tratamientos de menor dosis de nitrógeno producto de una mayor presencia de especies perennes.

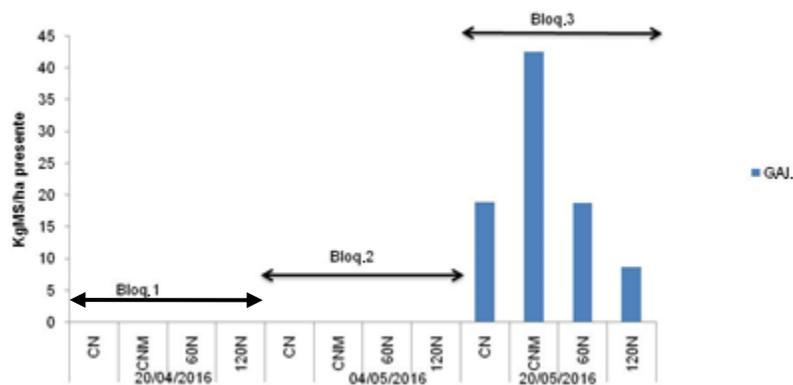


Figura No. 6. Presencia de GAI por fecha de muestreo, bloque y tratamiento en los remanentes otoñales

En la figura No. 6 se observa claramente el flujo de emergencia de *Lolium multiflorum* (raigrás) a través de las fechas de muestreo, evidenciando que su aporte a la materia seca presente se concentró sobre el final del período de estudio.

Cuadro No. 30. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presentes de Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal

	B a	S s	OGPI	TGPI	GAI	TGI
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
120N vs.60N	0,715	0,788	0,938	0,983	0,630	0,970
120N + 60N vs.CNM	0,275	0,307	0,803	0,092	0,136	0,101
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,191	0,999	0,826	0,361	0,796	0,357
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120 N	146	521	37	704	2	706
60N	186	482	39	707	5	712
CNM	59	370	32	461	11	472
CN	8	458	41	506	5	511
Promedio	99	458	37	595	6	600
CV %	151	43	98	36	129	35

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los componentes invernales presentaron comportamientos un tanto variables, mostrando coeficientes de variación (CV%) para el caso de las especies *Bromus auleticus* (Ba) y *Stipa setigera* (Ss) muy diferentes. Esa mayor variabilidad en la respuesta puede considerarse como resultado de las diferentes intervenciones del campo natural, las cuales afectaron de manera diferente a estas especies. Esa mayor variabilidad también generaron mayores dificultades para encontrar diferencias significativas, como en el caso de Ba, otras gramíneas perennes invernales (OGPI) y gramíneas anuales invernales (GAI).

En general se observaron diferencias significativas, pero que agronómicamente pueden ser considerables estos aumentos de presencia de las especies invernales en los tratamientos nitrogenados (Whitehead 1995, Rodríguez Palma et al. 2004, Larratea y Soutto 2013).

Esta última afirmación solo se observó estadísticamente para el caso de total gramíneas perenes invernales (TGPI), lo cual las dosis de nitrógeno

120N+60N obtuvieron 488 kg/ha MS presente más que el campo natural mejorado (CNM) en los remanentes otoñales.

Cuadro No. 31. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presente de Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal

	P n	P d	C s	OGPE	T G P E
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales				
120N vs.60N	0,278	0,577	0,621	0,553	0,181
120N + 60N vs.CNM	0,981	0,382	0,114	0,706	0,603
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,395	0,853	0,140	0,140	0,128
Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120 N	886	276	45	313	1520
60N	1095	345	32	424	1896
CNM	986	215	78	308	1587
CN	1121	298	17	586	2022
Promedio	1022	284	43	408	1756
CV %	25	60	85	62	21

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

En términos generales los coeficientes de variación (CV%) presentaron valores aceptables para un experimento de estas características.

Ningún tratamiento logró modificar el comportamiento de los parámetros para los remanentes otoñales, donde *Paspalum notatum* (Pn) se destaca en importancia en el total de las gramíneas perennes estivales, lo cual ratificó la buena adaptabilidad que presentó esta especie a el pastoreo, ya que fue la que más presente estuvo en todo los tratamientos de remanentes otoñales.

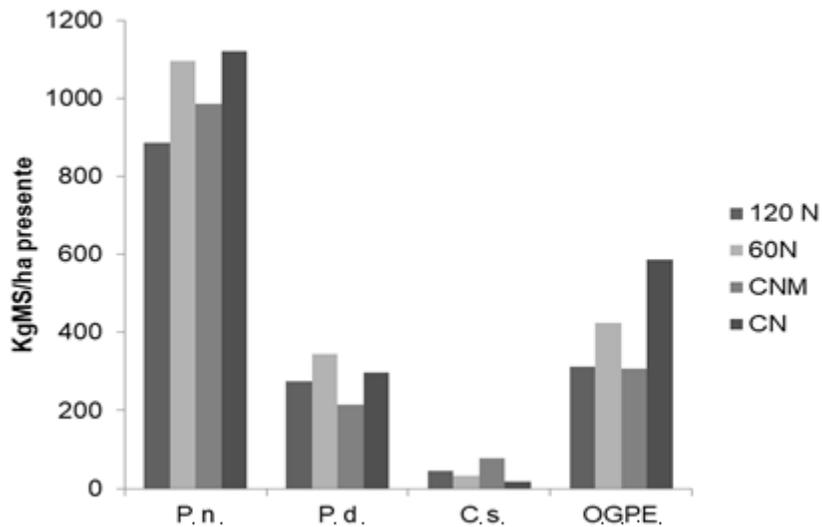


Figura No. 7. MS en kg/ha presente de *Paspalum notatum* (Pn), *Paspalum dilatatum* (Pd), *Coelorhachis seloana* (Cs) y otras gramíneas perennes estivales (OGPE) en remanentes otoñales

En la figura No. 7 se observa los kg/ha de materia seca presente, la GÉNEROS a contribución de *Paspalum notatum* (Pn) en la materia seca remanente de todos los tratamientos, destacando su gran adaptabilidad a el pastoreo

Cuadro No. 32. Efecto de la dosis de nitrógeno y mejoramiento de campo natural, sobre los kg/ha presente de Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período otoñal

	R S	H+D m	L	C
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
120N vs.60N	0,644	0,891	0,502	0,202
120N + 60N vs.CNM	0,455	0,196	0,215	0,326
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,293	0,200	0,378	0,886
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120 N	30	14	11	10
60N	68	11	29	50
CNM	102	37	50	3
CN	139	43	10	17
Promedio	84	26	25	20
CV %	132	110	146	208

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los coeficientes de variación (CV%), para todos los parámetros mostraron elevados valores, lo cual una vez más era esperable que no se encontraran diferencia estadísticamente significativas.

#### 4.4. CONTRIBUCIÓN PORCENTUAL (%) DE LAS ESPECIES EN EL DISPONIBLE Y REMANENTE PARA EXPERIMENTO “2”

A igual que el análisis de los diferentes componentes de la materia seca presente en kilogramos por hectárea, ahora se evaluara en términos de qué proporción de la materia seca total (MST) fue ocupada por los diferentes componentes arrojando así un porcentaje para cada componente en relación a la misma (MST). El análisis fue realizado tanto para disponibles como para remanentes.

##### 4.4.1. Porcentaje de la materia seca total disponible para diferentes estaciones

##### 4.4.1.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación estival

Los componentes evaluados fueron los mismos que se evaluaron para kilogramos de materia seca presente tanto en disponibles como remanentes.

Cuadro No. 33. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST presente para MSV, MSRS, Rv/s, cm y contrastes ortogonales para el período estival

	MSV	MSRS	R V/S	cm
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales			
C1: 120N vs.60N	0,906	0,906	0,656	0,287
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120N	90	10	28	10
60N	89	11	36	11
Promedio	89	11	32	10
CV %	13	108	115	15

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

El porcentaje que ocupó cada componente dentro de la materia seca total (MST) no mostró diferencias estadísticamente significativas para los dos niveles de nitrógeno utilizado. Cabe destacar que materia seca total no tuvo dato (s.d.) ya que los porcentajes fueron relativos a ella.

Para la altura de la pastura no se encontró diferencia estadística con las diferentes dosis de nitrógeno, contando con escasa dispersión en los datos, lo cual arrojó un coeficiente de variación (CV%) aceptable. La intensidad de pastoreo determinó las alturas iguales.

Cuadro No. 34. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento "2" sobre porcentaje (%) de MST presente para Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival

	B a	S s	O G P I	T G P I	G A I	T G I
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales					
C1: 120N vs.60N	0,559	0,384	0,930	0,365	0,302	0,341
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120N	4	21	2	27	1	28
60N	2	17	2	21	0	21
Promedio	3	19	2	24	1	25
CV %	212	51	168	53	274	57

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los componentes invernales no mostraron ningún cambio ante diferentes dosis de nitrógeno, para el período estival. Esto puede mostrar que los años de fertilización igual el efecto de la dosis, o que existió un efecto "dilución" para los tratamientos fertilizados.

Cuadro No. 35. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento "2" sobre porcentaje (%) de MST presente para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival

	P n	P d	C s	O G P E	T G P E
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales				
C1: 120N vs.60N	0,874	0,420	0,559	0,400	0,605
Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120N	24	20	2	11	58
60N	25	17	4	17	62
Promedio	24	19	3	14	60
CV %	44	33	148	85	31

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los componentes estivales se comportaron de manera similar a los invernales, no mostrando así una diferencia estadística significativa. La fertilización al final del invierno no mostró su efecto ya que el inicio de la estación estival fue muy lluvioso, lo cual lixivió la mayor parte del nitrógeno aplicado. A mitad de dicha estación se presentó un período de seca, nuevamente perjudicando la respuesta de algún residuo de nitrógeno que podía haber quedado de la aplicación de finales de invierno.

Si no se toman en cuenta los coeficientes de variación (CV%) para *Coelorhachis selloana* (Cs) y otras gramíneas perennes estivales (OGPE), fueron extremadamente elevados y se consideraran las medias de tratamientos por parámetro evaluado, se puede señalar que tampoco hay una diferencia agronómica clara entre los diferentes tratamientos.

Cuadro No. 36. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento "2" sobre porcentaje (%) de MST presente para Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival

	R S	H+D m	L	C	SD	MCS
Contraste	p-valor de contrastes ortogonales					
C1: 120N vs.60N	0,913	0,594	0,328	0,336	0,598	0,874
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120N	10	1	3	0	16	7
60N	11	2	4	0	13	7
Promedio	11	1	3	0	14	7
CV %	108	139	65	400	66	72

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Las medias de los tratamientos presentaron diferencias despreciables a pesar de los elevados coeficientes de variación (CV%), lo cual era de esperar que no hubiera diferencias.

El componente porcentaje de suelo descubierto (%SD) presentó valores muy altos en cuanto a lo que se consideraba normal para un campo natural. Claramente el nitrógeno anualizado la pastura lo cual una vez que las gramíneas invernales anuales culminaron su ciclo, dejaron el suelo descubierto, quedando propenso a ser invadido por malezas enana

4.4.1.2. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación otoñal

Cuadro No. 37. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST presente para MSV, MSRS, Rv/s, cm y contrastes ortogonales para el período otoñal

	MSV	MSRS	R V/S	cm
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
C1: 120N vs.60N	0,774	0,774	sd	0,028
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120N	96	4	66	10
60N	98	2	68	11
Promedio	97	3	67	10
CV %	6	207	82	5

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los parámetros evaluados en porcentaje de la materia seca total (MSV, MSRS, R v/s) no presentaron diferencias. La responsable de esto es la intensidad de pastoreo, la misma homogenizó la cantidad de RS y de MV.

La contribución de las especies tanto en el disponible como en los remanentes, para los parámetros MV y RS no presentó ninguna diferencia estadísticamente significativa. Claramente lo expresado anteriormente es a modo de comentario, al no contar con análisis estadístico que permita evaluar el comportamiento de las especies en conjunto para disponibles y remanentes.

La altura de la pastura presentó diferencia significativa para las medias de tratamiento. El tratamiento de menor dosis de fertilizante (60N) presentó 1,6 cm más en promedio que la dosis mayor de nitrógeno (120N).

La interpretación a dicho resultado puede estar dada por un aumento de las especies anuales en el tratamiento 120N y como consecuencia de estas últimas el aumento en la colonización de las malezas menores o enanas, otras de menor porte y una mayor proporción de suelo descubierto.

En este período el *Lolium multiflorum* no presentó un aporte importante en la pastura, pudiéndose considerar su contribución en altura a la pastura de carácter insignificante.

La segunda consecuencia de las especies anuales, en el tratamiento de mayor dosis de nitrógeno es que por el propio hábito de vida anual, estas dejan espacio libre en la estación estival, dejando este espacio a malezas menores o

enanas y suelo descubierto, determinando promedios de altura menores en el período siguiente (otoño).

La diferencia encontrada en las alturas de remanente, se atribuye a que ante iguales o similares ofertas de forraje (OF), la diferencia estuvo marcada por la altura inicial de la pastura a la cual ingresaron a comer los animales.

Promediamente la altura para este período comparada con el experimento “1” fue menor, estadísticamente significativa, local no solo repercutió en la altura de la pastura sino también en la ganancia media de los animales (Belora et al., 2018).

Cuadro No. 38. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST presente para Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal

	B a	S s	O G P I	T G P I	G A I	T G I
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
C1: 120N vs.60N	0,467	0,580	0,383	0,380	0,622	0,405
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120N	12	19	14	45	0	45
60N	5	17	5	27	1	27
Promedio	8	18	9	36	0	36
CV %	131	24	170	65	194	65

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los parámetros invernales no mostraron diferencias estadísticamente significativas, pero la mayoría de ellos estuvieron acompañados de una dispersión muy grande en los datos que conformaron sus medias.

Agronómicamente y coincidiendo con lo que encontraron Rodríguez Palma et al. (2004), Zanoniani (2009), Larratea y Soutto (2013) se observa que la mayor dosis de nitrógeno (120N) contribuyó en aumentar el porcentaje de presencia en el disponible otoñal de las especies invernales.

En la figura No. 8 se muestra el incremento porcentual en la contribución de los diferentes componentes invernales, por utilizar la mayor dosis de nitrógeno. Esto es a modo descriptivo ya que estadísticamente no se puede afirmar lo anteriormente mencionado.

Las diferencias negativas encontradas es cuando la mayor (120N) dosis no logró superar la contribución de la dosis menor (60N).

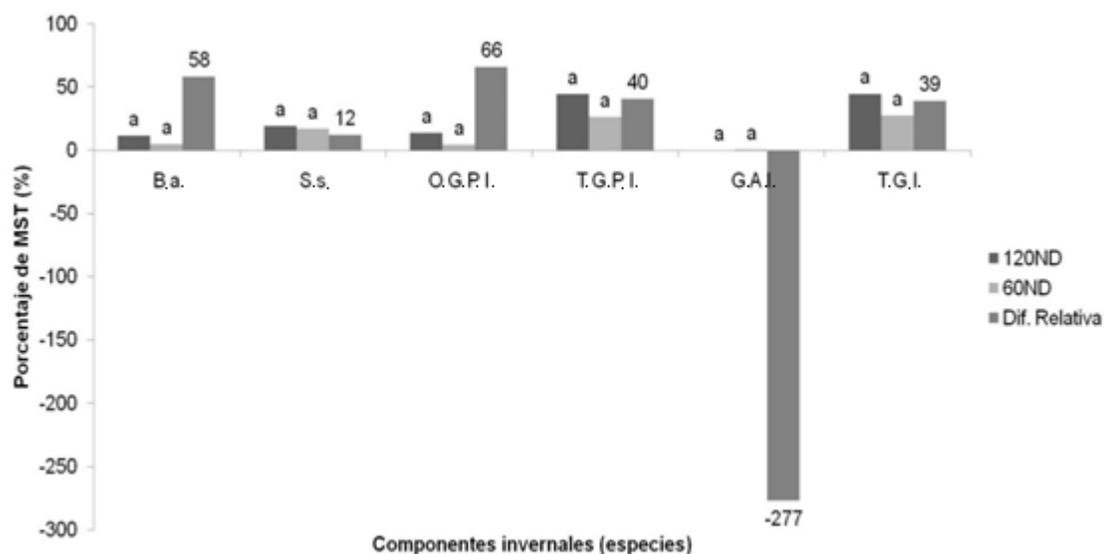


Figura No. 8. Diferencia relativa en porcentaje, en relación a la diferencia entre el tratamiento 120N y 60N

Cuadro No. 39. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST presente para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal

	P n	P d	C s	OGPE	T G P E
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales				
C1: 120N vs.60N	0,870	0,640	0,550	0,158	0,353
Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120N	33	12	0	3	49
60N	35	15	2	15	68
Promedio	34	14	1	9	58
CV %	33	65	191	104	34

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los componentes estivales no mostraron diferencias estadísticamente significativas, no obstante en el TGPE fue numéricamente mayor la contribución en la dosis menor (60N), que fue consistente con lo reportado por Larratea y Souto (2013).

Cuadro No. 40. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST presente para RS, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período otoñal

	R S	H+D m	L	C	SD	MCS
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
C1: 120N vs.60N	0,774	0,988	0,658	sd	0,410	0,455
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120N	4	2	1	sd	3	3
60N	2	2	1	sd	5	6
Promedio	3	2	1	sd	4	5
CV %	207	107	159	sd	58	122

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los valores promedios determinados, mostraron una muy baja contribución de los componentes.

Por otra parte se destaca la reducción de áreas con suelo desnudo (SD) así como también la proporción de restos secos (RS) si se comparan estos mismos parámetros con el período estival. La menor proporción de restos secos (RS) son en respuesta al pastoreo. En cuanto al aumento en la cubierta vegetal, fue consecuencia directa del incremento en el ritmo de crecimiento de las especies de ciclo invernal.

Lo expresado anteriormente no tiene análisis estadístico por lo tanto es meramente descriptivo de la comparación de valores porcentuales obtenidos en las diferentes estaciones.

#### 4.4.2. Porcentaje de la materia seca total remanente para diferentes estaciones

##### 4.4.2.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación estival

Cuadro No. 41. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST presente para MST, MSV, MSRS, Rv/s, cm del remanente y contrastes ortogonales para el período estival

	MSV	MSRS	R V/S	Cm
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
C1: 120N vs.60N	0,730	0,741	0,698	0,971
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120N	87	13	34	8
60N	89	11	44	8
Promedio	88	12	39	8
CV %	18	121	121	9

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los diferentes componentes evaluados en el remanente estival no mostraron ninguna diferencia estadísticamente significativa en relación a las dos dosis de nitrógeno utilizadas en el experimento.

En relación a los valores obtenidos en el disponible estival, tanto para la relación verde/seco (R V/S) como para la altura de la pastura (cm), los valores se comportaron consistentemente a lo esperado.

La relación verde/seco fue mayor en los remanentes que en los disponibles, debido a la arquitectura de la pastura la cual al haber sido pastoreado el animal removió los restos secos y permitió la entrada de luz a los estratos menores, lo cual la pastura en todos sus estratos, estuvo recibiendo más luz, activando la generación de tejido nuevo.

Por el lado de los centímetros, el remanente presentó menor altura que el disponible, claramente por efecto del pastoreo.

Los coeficientes de variación (CV%) nuevamente se mostraron elevados para algunos componentes, como materia seca restos secos (MSRS) y relación verde/ seco (R V/S).

Cuadro No. 42. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST presente para Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival

	B a	S s	O G P I	T G P I	G A I	T G I
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
C1: 120N vs.60N	0,871	0,586	0,418	0,484	0,327	0,939
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120N	1	19	1	21	4	25
60N	1	22	2	25	0	26
Promedio	1	21	2	23	2	26
CV %	235	50	124	44	255	44

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Era esperable que siendo especies de invierno presentaran baja contribución en el remanente estival y con los elevados coeficientes de variación (CV%) dada la heterogeneidad de su participación en la pastura.

El valor promedio de medias de tratamiento de los parámetros invernales, muestran que este grupo no fue seleccionado exclusivamente por sobre otros grupos, lo cual fueron encontrados en igual proporción de la materia seca total (MST) tanto en disponibles como remanentes estivales.

Posiblemente la proporción de especies invernales no fuese abundante en el período estival, impidiendo que el animal ejerza una presión de selección sobre ellas.

Cuadro No. 43. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST presente para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival

	P n	P d	C s	O G P E	T G P E
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales				
C1: 120N vs.60N	0,649	0,902	0,220	0,767	0,892

Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120N	27	17	1	12	57
60N	31	16	2	10	59
Promedio	29	16	2	11	58
CV %	45	50	87	122	43

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los parámetros mostraron muy buenos coeficientes de variación (CV%) en términos generales, ya que otras gramíneas perennes estivales (OGPE) presentaron un valor muy elevado. Las contribuciones de las especies estivales no mostraron diferencias significativas, lo que indicó que en los remanentes estivales las dosis de nitrógeno no generara diferencias en la contribución de los mismos, ni en la selección de los animales.

Cuadro No. 44. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento "2" sobre porcentaje (%) de MST presente para Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival

	R S	H+D m	L	C	SD	MCS
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
C1: 120N vs.60N	0,734	0,657	0,411	0,332	0,893	0,992
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120N	13	1	3	0	17	6
60N	11	1	4	0	18	6
Promedio	12	1	3	0	18	6
CV %	122	79	61	368	49	39

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Nuevamente no se encontraron diferencias estadísticamente significativas para los componentes analizados.

Las diferencias de medias encontradas para los componentes en los remanentes y disponibles estivales, no mostraron diferencias sustanciales en los valores. A pesar de la carencia de análisis estadístico, se deduce que una vez más la oferta de forraje (OF) igual operó a favor de esto, ya que en la pastura que dió igual proporción de componentes de los que había en el disponible.

4.4.2.2. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación otoñal

Cuadro No. 45. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST presente para, MSV, MSRS, Rv/s, cm y contrastes ortogonales para el período otoñal

	MSV	MSRS	R V/S	Cm
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
C1: 120N vs.60N	0,281	0,294	0,174	0,139
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120N	96	4	62	8
60N	99	1	89	9
Promedio	98	2	75	9
CV %	4	163	32	7

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Para la estación otoñal no hay diferencias significativas para los parámetros evaluados. El parámetro que presentó mayor dispersión en sus datos y por lo tanto un elevado coeficiente de variación (CV%) fue materia seca restos secos (MSRS).

La presencia de buenas temperaturas aún, con una disminución de la demanda atmosférica, sumado a la buena disponibilidad de agua en el perfil, especialmente después de las abultadas lluvias de febrero de 2016, siguiendo con un marzo por debajo del promedio, para luego un abril, donde realmente llovió 4,8 veces más que el promedio de dicho mes (700 mm).

La combinación de buenas temperaturas y buena disponibilidad de agua en el perfil, causó que los parámetros se diferenciaron mucho de los resultados obtenidos para la estación estival. La consecuencia inmediata del aumento del ritmo de crecimiento de la pastura fue el aumento la proporción de MSV y una disminución en consecuencia de esta de la proporción de restos secos (RS). La relación de estas dos variables por lo tanto se vio favorecida en el disponible otoñal, además de que este presentó una diferencia de un centímetro de altura en relación al disponible estival.

Cuadro No. 46. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST presente para Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal

	B a	S s	O G P I	T G P I	G A I	T G I
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
C1: 120N vs.60N	0,812	0,939	0,770	0,915	sd	0,915
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120N	3	16	3	21	sd	21
60N	3	15	2	21	sd	21
Promedio	3	16	3	21	sd	21
CV %	136	37	162	32	sd	32

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los componentes invernales en la estación otoñal no presentaron ninguna diferencia significativa ante diferentes tratamientos de dosis de nitrógeno, manteniendo las bajas contribuciones encontradas en el disponible estival.

Donde más aumentó en términos relativos a la estación estival, fue para la especie *Bromus auleticus*, la cual pasó de tener una contribución del 1 % al 3 %, claramente siempre dentro de valores de escasa contribución.

Las especies invernales pudieron haber aumentado más su contribución tanto en términos porcentuales como en kg/ha de MS, si el período de estudio hubiese abarcado la estación invernal, ya que *Lolium multiflorum* hubiese contribuído de manera significativa.

Cuadro No. 47. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST presente para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal

	P n	P d	C s	OGPE	T G P E
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales				
C1: 120N vs.60N	0,487	0,447	0,520	0,510	0,631
Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120N	41	17	2	8	68
60N	44	13	2	14	73
Promedio	43	15	2	11	71
CV %	15	45	27	104	19

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

En el caso de los componentes estivales los coeficientes de variación (CV%) presentaron valores menores, excepto para otras gramíneas perennes estivales (OGPE).

Ninguno de ellos presentó diferencias estadísticamente significativas ante cambios en la dosis de nitrógeno para los remanentes otoñales. Agronómicamente tampoco se identifica ninguna tendencia, ya que los valores de las medias fueron muy parejos.

Cuadro No. 48. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “2” sobre porcentaje (%) de MST presente para RS, H+Dm, L, C, SD y MCS contrastes ortogonales para el período otoñal

	R S	H+D m	L	C	SD	MCS
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
C1: 120N vs.60N	0,280	0,405	0,673	0,944	0,463	0,478
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120N	4	2	1	4	6	4
60N	1	1	1	3	8	6
Promedio	2	2	1	4	7	5
CV %	173	68	112	179	47	88

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

No se encuentran diferencias estadísticamente significativas para los componentes analizados, presentando valores promedio bajos y similares. Nuevamente los coeficientes de variación (CV%) jugaron en contra, por lo que

que se ha explicado, especialmente en el componente restos secos (Rs), donde la media del tratamiento 120N triplicó el valor de restos secos del tratamiento 60N.

#### 4.5. ANÁLISIS EN PORCENTAJE (%) PARA EXPERIMENTO “1”

Se evaluaron los mismos componente que para el experimento “2”, tanto para disponibles y remanentes en las dos estaciones evaluadas (verano-otoño).

##### 4.5.1. Porcentaje de la materia seca total disponible para diferentes estaciones

##### 4.5.1.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación estival

Cuadro No. 49. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST presente para, MSV, MSRS, Rv/s, cm y contrastes ortogonales para el período estival

	MSV	MSRS	R V/S	cm
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
120N vs.60N	0,442	0,442	0,212	0,258
120N + 60N vs.CNM	0,309	0,309	0,547	0,445
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,559	0,559	0,410	0,419
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120 N	92	8	48	15
60N	88	12	28	14
CNM	94	6	47	14
CN	89	11	52	15
Promedio	91	9	44	15
CV %	10	97	65	11

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los componentes evaluados para los disponibles estivales del experimento “1” no mostraron diferencias estadísticamente significativas.

Las distintas intervenciones en el campo natural tuvieron un bajo efecto sobre los componentes evaluados para el período de tiempo evaluado.

Teniendo en cuenta que ningún contraste fue significativo, los valores de media de tratamiento tampoco permitieron observar respuestas de acuerdo

a lo esperado. Los valores encontrados para MSRS y R V/S dieron de manera inversa según lo reportado por Eckert et al., citados por Young et al. (1999), quienes advirtieron que al aumentar la disponibilidad de nitrógeno la competitividad de las especies anuales era mayor. Por lo tanto esto se tendría que haber visto reflejado en la mayor dosis de nitrógeno, y además en los componentes mencionados, ya que las especies anuales invernales estarían culminando su fin y por lo tanto contribuyendo a la disminución de la relación verde/seco y al aumento de la materia seca de los restos secos.

En cuanto a la altura (cm) de la pastura disponible, si bien el tratamiento de mayor entrada de nitrógeno presentó la altura superior, concordando con lo que encontraron Mazzanti et al. (1994), el testigo (sin nitrógeno) obtuvo la misma altura, lo cual indicó que el efecto nitrógeno se diluyó, dejando a las alturas en un promedio 15 cm, con valores muy similares entre los tratamientos.

Cuadro No. 50. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento "1" sobre porcentaje (%) de MST presente para Ba, Ss, OGPI, TGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival

	B a	S s	O G P I	T G P I	G A I	T G I
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
120N vs.60N	0,411	0,241	0,240	0,280	0,666	0,278
120N + 60N vs.CNM	0,318	0,768	0,435	0,724	0,853	0,721
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,375	0,189	0,511	0,199	0,154	0,242
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120 N	0	20	1	21	0	21
60N	0	28	0	28	0	28
CNM	0	22	0	23	0	23
CN	0	16	1	17	1	18
Promedio	0	21	1	22	0	23
CV %	319	60	185	57	377	57

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Algunos componentes invernales presentaron comportamientos interesantes desde el punto de vista agronómico, tal es el caso del total de gramíneas perennes invernales (TGPI) y *Stipa setigera* (Ss) que al ser observadas las medias de los tratamientos, apareció que el tratamiento con 60 kg de nitrógeno por hectárea la participación de especies invernales. Pero estas conclusiones quedaron en un marco especulativo ya que en los análisis de varianza no presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Observando los promedios para todos los parámetros invernales, entre el experimento 2 vs.1 o sea, viejo vs. nuevo, puede ser un error pensar que el experimento dos tiene un mayor porcentaje de gramíneas invernales (TGI), lo cual es mejor dado los problemas de estacionalidad del campo invernal, pero observando parámetro por parámetro, se deduce que ese aumento fue por una mayor contribución de gramíneas anuales invernales (GAI), las cuales en determinado porcentaje de contribución dejaron de ser deseables en el sistema.

Cuadro No. 51. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento "1" sobre porcentaje (%) de MST presente para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival

	P n	P d	C s	OGPE	T G P E
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales				
120N vs.60N	0,254	0,470	0,352	0,292	0,444
120N + 60N vs.CNM	0,525	0,465	0,237	0,827	0,312
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,631	0,481	0,140	0,345	0,593
Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120 N	24	18	2	25	68
60N	23	13	3	18	57
CNM	26	17	3	14	61
CN	26	15	2	28	70
Promedio	25	16	3	21	64
CV %	44	97	62	30	98

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

No hay diferencias estadísticamente significativas entre las medias de los tratamientos.

A pesar de esto, se compararon los valores promedios de los componentes de este experimento No 1 (nuevo), con el No2-viejo, observando que en el experimento No 1 la relación *Paspalum notatum/Paspalum dilatatum* es más pareja, pero lo más destacable fue el incremento de la fracción OGPE.

El valor promedio de OGPE, para el experimento 1, incluyó tratamientos con menores volúmenes de fertilización, lo cual se considera que la fracción OGPE estaba compuesta en su mayoría por *Paspalum plicatulum* y *Bothriochloa laguroides* se puede pensar como lo expresan Berretta (1998a) que para la primera sus hojas disminuirán el tiempo que permanecían verdes, encontrándose en un tipo productivo ordinario, de menor apetecibilidad para el ganado, producto de la menor disponibilidad de nitrógeno. Para el caso de la

segunda especie, el mayor tiempo en la entrada de los animales entre pastoreo hizo que esté en estado reproductivo, haciendo que el animal baje la frecuencia en que la consume (Berretta, 1998a).

Cuadro No. 52. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST presente para Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival

	R S	H+D m	L	C	SD	MCS
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
120N vs.60N	0,444	0,284	0,890	>0,999	0,966	0,638
120N + 60N vs.CNM	0,312	0,364	0,004	0,073	0,289	0,686
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,593	0,189	0,242	0,511	0,760	0,170
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120 N	8	1	1	0,01	13	6
60N	12	1	2	0,01	13	6
CNM	6	0	10	0,16	10	6
CN	11	0	1	0,01	13	7
Promedio	9	1	3	0	12	6
CV %	98	162	184	457	49	37

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Tanto leguminosas (L) y cardos (C) para el contraste CNM vs.120N + 60N presentaron diferencias significativas. Con medias tan bajas cualquier variación es significativa, además que para el caso de cardos, todos los tratamientos dieron cero por ciento menos CNM, lo cual se elevó mucho el CV%, pero claramente la significancia de ese parámetro fue nula.

Con respecto a las leguminosas, el efecto de que por sí solo el nitrógeno y especialmente aumente el nivel trófico de fósforo no estimula las comunidades nativas de leguminosas. Es necesario la introducción de leguminosas sembradas para que luego estas sí hagan uso del aumento de los niveles de fósforo, y además a través de estas introducir nitrógeno al sistema.

En cuanto a los cardos, la mayor presencia en el campo natural mejorado (CNM) puede deberse al período de implantación del mejoramiento, el cual en su primer intento no fue exitoso, dejando espacio para la entrada de cardos de crecimiento invernal, que fueron más precoces que las gramíneas anuales y perenes invernales, favorecidos aún más por el nitrógeno de la fijación biológica de las leguminosas introducidas.

Siguiendo esta línea de pensamiento, podría pasar lo mismo con los tratamientos nitrogenados, ya que el espacio libre lo dejan las especies anuales como lo expresan Eckert et al., citados por Young et al. (1999) pero claramente en el período invernal, el campo natural nitrogenado le compite mucho más a los cardos que lo que le puede competir un mejoramiento, lo cual al llegar a la estación estival con mayor presencia de cardos.

#### 4.5.1.2. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación otoñal

Cuadro No. 53. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento "1" sobre porcentaje (%) de MST presente para MST, MSV, MSRS, Rv/s y contrastes ortogonales para el período otoñal

	MSV	MSRS	R V/S	cm
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
120N vs.60N	0,876	0,876	0,989	0,379
120N + 60N vs.CNM	0,221	0,221	0,059	0,106
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,041	0,041	0,031	0,028
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120 N	100	0	100	17
60N	100	0	100	18
CNM	97	3	53	16
CN	95	5	30	14
Promedio	98	2	71	16
CV %	3	122	41	9

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Según lo reportado por Wilman y Wright (1983), Mazzanti et al. (1994), Whitehead (1995), los niveles crecientes en la disponibilidad de nitrógeno aumentan tanto la tasa de aparición foliar, como la tasa de expansión foliar, determinando un aumento en la vida media foliar y una menor senescencia.

Los tratamientos nitrogenados siempre presentaran mayor cantidad de tejido verde, ya que sus tejidos poseen una estimulación en la producción de células y no una mayor elongación de las mismas, claramente para esta época del año (otoño, Lemaire et al., 1997)

En el experimento "2" los resultados fueron coincidentes con estos, por lo tanto se debería controlar la evolución de los mismos a ver si en un momento los efectos residuales de las altas fertilizaciones comenzaron a generar cambios importantes en la vegetación y en su comportamiento.

Cuadro No. 54. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST presente para Ba, Ss, OGPI, TGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal

	B a	S s	O G P I	T G P I	G A I	T G I
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
120N vs.60N	0,777	0,402	0,980	0,976	0,243	0,999
120N + 60N vs.CNM	0,446	0,088	0,240	0,141	0,769	0,140
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,473	0,642	0,261	0,299	0,311	0,286
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120 N	16	20	6	42	1	43
60N	20	16	6	41	1	43
CNM	9	9	2	20	1	21
CN	7	13	1	21	1	22
Promedio	13	15	4	31	1	32
CV %	126	40	104	57	54	55

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

El componente que presentó diferencia estadísticamente significativa fue la especie *Stipa setigera* (Ss). El campo natural mejorado (CNM) presentó 16 por ciento menos presencia de esta especie, en el disponible otoñal.

Cabe destacar que *Bromus auleticus* (Ba) presentó medias muy similares a las de Ss, pero la variación en la información impidió detectar diferencias entre tratamientos.

Las diferencias numéricas entre tratamientos mostraron el doble de participación de la GPI en los tratamientos nitrogenados, coincidiendo con lo reportado por los autores Rodríguez Palma et al. (2004), Zanoniani (2009), Larratea y Soutto (2013), quienes mencionaron que a mayores niveles de nitrógeno las gramíneas invernales comenzarán a aumentar su aporte.

Cuadro No. 55. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST presente para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal

Contrastes	P n	P d	C s	OGPE	T G P E
	p-valor de contrastes ortogonales				
120N vs.60N	0,480	0,073	0,826	0,805	0,983
120N + 60N vs.CNM	0,872	0,593	0,335	0,423	0,258
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,574	0,842	0,059	0,876	0,389
Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120 N	32	6	2	16	56
60N	24	16	2	13	56
CNM	30	13	3	25	71
CN	34	13	5	20	71
Promedio	30	12	3	18	63
CV %	41	48	64	87	27

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los coeficientes de variación (CV%) mostraron valores tanto altos para el caso de Cs, OGPE, TGPE y normales para Pn y Pd.

*Paspalum dilatatum* (Pd) presentó 10,3 % menos presencia en el tratamiento 120N que en la dosis menor (60N). Berretta (1998a) expone que esta especie tiende a aumentar su contribución con los tratamientos fertilizados, pero que también depende de la carga que es manejada durante el verano. Las dosis mayores de nitrógeno favorecen a otras especies como las GAI lo cual dificultan el rebrote primaveral de *Paspalum dilatatum* generándole competencia por luz o agua. Por lo tanto una dosis mayor a 60 unidades de nitrógeno podría favorecer la competencia de otras especie desfavoreciendo especies perennes, de tipo productivo fino como *Paspalum dilatatum* (Pd).

*Coelorhachis selloana* (Cs) presentó diferencia estadísticamente significativa para el contrataste CN vs. CNM +120N+60N, la cual fue un 10 % superior en el campo natural.

Berretta (1998a) reporta que esta especie no tiene un comportamiento claro frente a los aumentos en los niveles de nitrógeno. Si bien en este sentido la especie muestra un comportamiento adverso a niveles crecientes de intervención en el campo natural, es posible que esta especie haya coevolucionado con niveles bajos de nitrógeno Kay y Evans, citados por Young et al. (1999), lo cual al aumentarlos no fueron muy habilidosas en capitalizar ese

cambio en el ambiente, por lo tanto fueron bajando su aporte a la materia seca presente, ya que otras especies presentaron una adaptabilidad mayor a ambientes de buena disponibilidad de nitrógeno, aumentando su aporte. Por otro lado con el mejoramiento y la fertilización se promovieron otro grupo de especies que pudieron resultar en la reducción del aporte de Cs.

Cuadro No. 56. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento "1" sobre porcentaje (%) de MST presente para Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período otoñal

	R S	H+D m	L	C	SD	MCS
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
120N vs.60N	0,971	0,552	0,665	sd	0,964	0,172
120N + 60N vs.CNM	0,196	0,592	0,001	sd	0,580	0,775
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,037	0,995	0,034	sd	0,999	0,944
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120 N	0	2	0	sd	6	3
60N	0	1	1	sd	6	8
CNM	3	3	3	sd	4	5
CN	5	2	0	sd	5	5
Promedio	2	2	1	sd	5	5
CV %	124	108	55	sd	73	82

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Nuevamente para el contraste CNM vs. 120N+60N la inclusión de leguminosas sembradas fue fundamental para aumentar la presencia de las mismas en la materia seca disponible. Cuestión que se observa en el último contraste en el cual el campo natural presentó un 5 % menos de este componente, determinando que la medida para aumentar tanto la cantidad de leguminosas y con ello la calidad de la dieta fue la siembra de las mismas.

Para el caso de los restos secos, el campo natural (CN) presentó más restos secos que los otros tratamientos, asociado a la mayor disponibilidad de nitrógeno. Esto le confiere a los tratamientos fertilizados y al CNM un rápido rebrote de las especies invernales, especialmente las anuales pero también algunas perennes.

4.5.2. Porcentaje de la materia seca total remanente para diferentes estaciones

4.5.2.1. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación estival

Cuadro No. 57. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST presente para, MSV, MSRS, Rv/s, cm y contrastes ortogonales para el período estival

	MSV	MSRS	R V/S	cm
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
120N vs.60N	0,127	0,139	0,306	0,255
120N + 60N vs.CNM	0,056	0,080	0,439	0,377
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,017	0,018	0,289	0,022
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120 N	81	19	10	11
60N	87	13	23	10
CNM	90	10	25	11
CN	94	6	30	12
Promedio	88	12	22	11
CV %	8	59	104	14

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los componentes evaluados en el período estival para los remantes, se comportaron de la manera esperada. Cuanto más input de nitrógeno tenían los tratamientos, más restos secos presentaron, por ende menos materia verde. Este fenómeno fue debido a la sustitución de especies de hábito de vida perenne por anuales, lo cual en el período estival ya cumplieron su ciclo y estaban secas.

Este fenómeno es la explicación de los contrastes CNM vs.120N +60N y CN vs. 120N +60N +CNM. En cuanto a la altura (cm), los tratamientos nitrogenados y mejorados tuvieron menos centímetros de altura que el campo natural (CN). Los tratamientos nitrogenados presentaron en promedio menor altura producto de que estuvieron sometidos a una menor oferta de forraje (OF%), durante este período (Belora et al., 2018)

Comparando los valores promedios de las medias del disponible estival contra los promedios de las medias del remante estival, se observa en este último el efecto de la selectividad del animal, ya que aumentó el porcentaje de

material seco, el cual el animal no consume, haciendo caer la relación verde/seco.

Cuadro No. 58. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST presente para Ba, Ss, OGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período estival

	B a	S s	O G P I	T G P I	G A I	T G I
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
120N vs.60N	0,201	0,433	0,076	0,612	0,525	0,234
120N + 60N vs.CNM	0,236	0,880	0,635	0,888	0,368	0,607
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,760	0,256	0,774	0,282	0,464	0,045
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120 N	1	26	1	28	3	30
60N	0	22	3	24	0	25
CNM	0	23	2	25	4	29
CN	0	18	2	20	0	20
Promedio	0	22	2	24	2	26
CV %	208	48	116	47	311	31

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Si bien la información de *Bromus auleticus* (Ba), otras gramíneas perennes invernales (OGPI) y gramíneas anuales invernales fue muy variable, los valores medios mostraron una muy baja participación en la pastura, siendo las diferencias entre tratamiento despreciables.

A pesar del elevado CV% OGPI, presentó diferencias estadísticas a favor del tratamiento de 60 unidades de nitrógeno. La diferencia es casi de un 2% más de especies como *Piptochaetium stipoides*, *P.bicolor*, *P. montevidiensis*, las mismas de tipo productivo tierno a tierno-fino y de hábito de vida perenne, lo cual le confirió estabilidad al sistema.

Para el caso de total de gramíneas invernales (TGI) era de esperar que la diferencia se inclinara a favor de los tratamientos con alguna incorporación de nitrógeno. En cierta medida el ingreso de nitrógeno al sistema en otoño-invierno favoreció las gramíneas, especialmente las invernales como lo mencionan (Rodríguez Palma et al. 2004, Zanoniani 2009).

Cuadro No. 59. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento "1" sobre porcentaje (%) de MST presente para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período estival

	P n	P d	C s	OGPE	T G P E
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales				
120N vs.60N	0,271	0,599	0,901	0,736	0,230
120N + 60N vs.CNM	0,699	0,472	0,153	0,710	0,802
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,045	0,625	0,322	0,149	0,008
Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120 N	21	13	1	14	49
60N	28	16	1	13	58
CNM	27	11	2	15	55
CN	37	11	2	21	70
Promedio	28	13	1	16	58
CV %	44	71	85	62	22

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

En el caso de las variables estivales se detectaron diferencias significativas para *Paspalum notatum* (Pn) y TGP.

El campo natural presentó 35% más de presencia de Pn en los remanentes estivales que en el resto de los tratamientos (120N+60N+CNM) y 16% más de TGPE.

Cuando se agrega nitrógeno cambian las relaciones entre especies Ayala y Carámbula (1994), estableciéndose un 1 punto de equilibrio como mencionó Berretta (1998a). En presencia de nitrógeno otras especies comenzaron a competirle a *Paspalum notatum* (Pn), especialmente anuales, por luz, agua y nutrientes, resultando como consecuencia de esto una baja naturalmente en su porcentaje de contribución.

Cuadro No. 60. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento "1" sobre porcentaje (%) de MST presente para Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período estival

	R S	H+D m	L	C	SD	MCS
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
120N vs.60N	0,136	0,745	0,127	sd	0,521	0,897
120N + 60N vs.CNM	0,080	0,490	0,020	sd	0,159	0,058
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,018	0,628	0,246	sd	0,301	0,931
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120 N	19	1	1	sd	21	5
60N	13	1	3	sd	19	5
CNM	10	1	5	sd	15	8
CN	6	1	2	sd	15	6
Promedio	12	1	3	sd	17	6
CV %	59	105	97	sd	39	50

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Para el caso de los contrastes CNM vs. 120N+60N y CN vs. 120N+60N+CNM, se observa con claridad y consistencia a lo largo de toda la estación para varias de las variables evaluadas, que a medida que aumentaban las dosis de nitrógeno los restos secos iban en aumento. Dado que la intensidad de pastoreo referida como altura de los remanentes, fue similar en todos los tratamientos, el cambio se explica por el aumento de especies anuales y perennes invernales que transfieren material muerto desde primavera, ya que la contribución de gramíneas perennes estivales fue mayor en CN.

Para el caso del componente leguminosas (L) el contraste CNM vs. 120N+60N nuevamente se comportó como en el correr del experimento, dando la pauta que la mejor estrategia para levantar los niveles de leguminosas en la dieta animal era incorporarlas, ósea sembrarlas.

Los campos por años de sobre pastoreo o bajos niveles de fósforo carecen de estas especies, por lo tanto con el sólo hecho de fertilizar no se levanta esta limitante.

El parámetro malezas de campo sucio (MCS) presentó en un 5,25% más en el campo natural mejorado (CNM). Esta diferencia en cuanto a los tratamientos nitrogenados puede atribuirse a la implantación del mejoramiento, el cual al tener especies perennes, debía tener una mínima competencia para lograr su establecimiento, ya que era lento.

4.5.2.2. Evaluación de los diferentes componentes de la materia seca presente para la estación otoñal

Cuadro No. 61. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST presente para, MSV, MSRS, Rv/s, cm y contrastes ortogonales para el período otoñal

	MSV	MSRS	R V/S	cm
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales			
120N vs.60N	0,388	0,320	0,613	0,626
120N + 60N vs.CNM	0,208	0,314	0,014	0,245
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,925	0,726	0,326	0,380
Tratamientos	Medias de los tratamientos			
120 N	99	1	87	12
60N	96	4	76	13
CNM	93	5	26	11
CN	96	4	45	13
Promedio	96	4	59	12
CV %	5	114	51	19

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Para los parámetros evaluados hay diferencia significativa en la relación verde/seco (R V/S).

La misma presentó una diferencia a favor de los tratamientos nitrogenados (120N; 60N), exactamente de 11%. De acuerdo con lo expresado por Wilman y Wright (1983), Mazzanti et al. (1994), Whitehead (1995), los aumentos en la disponibilidad de nitrógeno generaron cambios positivos en las gramíneas especialmente, cambios como mayor tasa de elongación foliar (TEF) y disminución de la tasa de aparición foliar (TAF). Al estar en un remanente, claramente la competencia por luz fue eliminada, ya que hay más posibilidades que el tapiz se haya abierto por el efecto del propio pastoreo, sumado a que en otoño donde aún hay alta radiación además de las abundantes lluvias del año en estudio, los tratamientos que tenían más nitrógeno pudieron hacer uso de las condiciones reinantes, y comenzar un rebrote más rápido.

Cuadro No. 62. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST presente para Ba, Ss, OGPI, TGPI, GAI, TGI y contrastes ortogonales para el período otoñal

	B a	S s	O G P I	T G P I	G A I	T G I
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
120N vs.60N	0,862	0,408	0,535	0,429	0,745	0,438
120N + 60N vs.CNM	0,260	0,271	0,975	0,074	0,126	0,083
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,158	0,892	0,797	0,364	0,835	0,361
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120 N	6	22	2	30	0	30
60N	7	18	1	26	0	26
CNM	3	15	1	19	0	19
CN	0	19	2	21	0	21
Promedio	4	18	2	24	0	24
CV %	133	37	93	30	139	29

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Es de destacar la baja participación de *Bromus auleticus* (Ba) en todos los tratamientos, donde las Medias de los tratamientos nitrogenados mostraron una clara diferencia con los no nitrogenados (CN; CNM).

El contraste CNM vs. 120N + 60N fue el que presentó diferencias significativas tanto para total de gramíneas perennes invernales (TGPI) como para total de gramíneas invernales (TGI).

Nuevamente siguieron la tendencia de lo mencionado por Zanoniani (2009), Larratea y Soutto (2013) los cuales mencionaron que la contribución de gramíneas invernales está íntimamente relacionado con el aporte de nitrógeno, por lo tanto los tratamientos nitrogenados mostraron una superioridad que para el caso de TGPI fue de 17.47% y para TGI 16.86%.

Estos datos solo confirmaron la relación entre el nitrógeno y las gramíneas invernales, que en este caso pudieron capitalizar al máximo la oferta ambiental ya que las lluvias no fueron limitantes.

Cuadro No. 63. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento “1” sobre porcentaje (%) de MST presente para Pn, Pd, Cs, OGPE, TGPE y contrastes ortogonales para el período otoñal

	P n	P d	C s	OGPE	T G P E
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales				
120N vs.60N	0,871	0,739	0,760	0,792	0,805
120N + 60N vs.CNM	0,562	0,437	0,084	0,660	0,566
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,491	0,483	0,373	0,189	0,375
Tratamientos	Medias de los tratamientos				
120 N	41	13	1	11	67
60N	40	12	1	12	65
CNM	44	10	2	13	70
CN	46	9	1	16	72
Promedio	43	11	1	13	69
CV %	22	50	83	40	14

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los componentes estivales presentaron valores medios en lo que respecta a coeficientes de variación (CV%).

La diferencia significativa para la especie *Coelorhachis selloana* (Cs), donde el campo natural mejorado (CNM) presentó casi 3% más presencia en los remanentes otoñales. En cuanto al comportamiento de los pastos tiernos, como es el caso de *Coelorhachis selloana* (Cs), Berretta (1998a) reportan que el comportamiento de estos no fue del todo claro, ya que dependió también de las especies con que estos interaccionan y a las cargas que se los está manejando.

Con respecto a la interacción de especies, es claro que en el campo natural mejorado (CNM) al introducirle especies de tipo productivo fino y muy alta palatabilidad como las leguminosas sembradas, claramente el animal por la propia selección recargó menos sobre especies como *Coelorhachis selloana* (Cs). Si bien esta especie es muy buena, no es tan palatable como las leguminosas sembrada, por lo tanto en los remantes aumentó su presencia.

Cuadro No. 64. Efecto de la dosis de nitrógeno en el experimento "1" sobre porcentaje (%) de MST presente para Rs, H+Dm, L, C y contrastes ortogonales para el período otoñal

	R S	H+D m	L	C	SD	MCS
Contrastes	p-valor de contrastes ortogonales					
120N vs.60N	0,318	0,592	0,434	0,200	0,542	0,883
120N + 60N vs.CNM	0,311	0,127	0,166	0,332	0,130	0,662
CN vs.120N+ 60N+ CNM	0,764	0,859	0,268	0,857	0,276	0,351
Tratamientos	Medias de los tratamientos					
120 N	1	1	0	1	6	4
60N	4	0	1	3	5	5
CNM	5	2	2	0	8	4
CN	4	1	0	1	4	3
Promedio	4	1	1	1	6	4
CV %	119	126	135	206	47	66

Valores de p-valores <0,10 son significativamente diferentes.

Los valores en general fueron bajos sin mostrar diferencias en tratamientos.

Tanto como para el disponible y remanente otoñal los valores de suelo desnudo fueron muy bajos. Esto habla de un buen entramado en el tapiz del suelo, en promedio, como así también para los diferentes tratamientos.

## 5. CONCLUSIONES

Las intervenciones no modificaron la MS disponible ni remanente durante el período estivo-otoñal.

La fertilización nitrogenada no permitió aumentar los componentes invernales tanto en los disponibles como en los remanentes. Se observa una tendencia nuevamente muy marcada para la estación otoñal, a medida que aumentan los ingresos de nitrógeno, aumenta la producción de las gramíneas invernales, tanto de especies perennes como anuales.

La proporción de gramíneas invernales no fue modificada significativamente ante los diferentes tratamientos.

El período de estudio no permitió observar claramente los efectos de la anualización, ya que las especies anuales no habían comenzado aún su ciclo, pero se observa una tendencia muy clara en los tratamientos nitrogenados con historia de fertilización a sufrir este fenómeno.

Los componentes estivales presentaron respuestas difusas en cuanto a la fertilización.

Se detectó que *Paspalum dilatatum* (Pd) fue la especie estival que mayor respuesta tiene al agregado de nitrógeno, favoreciéndose de la dosis de 60 unidades de nitrógeno, frente a 120 unidades de nitrógeno. *Paspalum notatum* (Pn) fue la especie de mayor presencia en los remanentes, para todos los tratamientos, sin presentar respuesta a las diferentes intervenciones.

La altura de la pastura, no presentó respuestas significativas ante los diferentes tratamientos.

Las ofertas de forraje (OF%) para el periodo invernal-primaveral y estival en los tratamientos nitrogenados fueron estadísticamente inferiores determinando que la carga en unidades ganaderas fuese superior en relación a los tratamientos no nitrogenados (CN, CNM).

La mayor carga pudo haber causado un efecto reductor en la proporción de las especies promovidas por el nitrógeno (invernales, estivales finas) como lo menciona la bibliografía.

Los datos analizados presentaron elevados coeficientes de variación (CV%) condicionando la detección de diferencias entre tratamientos.

## 6. RESUMEN

El área experimental dentro de la estación fue el potrero No. 18, mientras que el período de evaluación consistió en 6 meses, comprendidos desde 01/12/15 hasta el 06/06/16, abarcando las estaciones verano-otoño. Para realizar un mejor análisis se petitionó por estación, verano que abarcó desde el 01/12/15 hasta el 08/03/16 y otoño desde el 08/03/16 hasta el 06/06/16. Los objetivos planteados fueron la evaluación de diferentes de intervención del campo natural, siendo estos: mejoramiento con leguminosas, fósforo y fertilización nitrogenada y fosfatada, bajo un sistema de pastoreo rotativo con ofertas de forraje en un principio pre establecido de 10% en verano y 8% en otoño, con novillos Holando, para observar la respuesta en producción de forraje y composición botánica. Debido a la dispersión de los datos se realizan contrastes ortogonales, tanto para el experimento "1", como para el "2", en disponibles y remanentes, para las estaciones verano y otoño. Dichos contraste fueron C1:120N vs. 60N, C2: CNM vs.120N+60N, C3: CN vs. 120N+60N+CNM en lo que respecta al experimento 1, para el 2 sólo se utilizó el contraste número uno (C1:120N vs. 60N). Los parámetros evaluados fueron iguales para los dos experimentos y para las dos unidades de evaluación (kilogramos de materia seca, porcentaje de la materia seca total). Estos son materia seca total (MST), materia seca verde (MSV), materia seca restos secos (MSRS), relación verde/seco (R V/S), altura de la pastura (cm). Los componentes de interés invernales, *Bromus auleticis* (Ba), *Stipa setigera* (Ss), otras gramíneas perennes invernales (OGPI), total gramíneas perennes invernales (TGPI), gramíneas anuales invernales (GAI), total de gramíneas invernales (TGI). Los componentes de interés estival, *Paspalum notatum* (Pn), *Paspalum dilatatum* (Pd), *Coelorhachis selloana* (Cs), otras gramíneas perennes estivales (OGPE), total de gramíneas perennes estivales (TGPE). Los restantes componentes fueron restos secos (Rs), hierbas menores o enanas (H+Dm), leguminosas (L), cardos (C), suelo desnudo (SD), malezas de campo sucio (MCS).A través de estos parámetros se determina que la fertilización nitrogenada presentó una leve tendencia a elevar la producción de materia seca total en la estación otoñal, trayendo consigo una mejora en la calidad del forraje ya que aumentó la materia seca verde para la misma estación, especialmente en los tratamientos de 60 unidades de nitrógeno por hectárea. La fertilización nitrógeno-fosfatada no permitió aumentar la contribución de los componentes invernales, ni de la fracción leguminosa, ambas fracciones de interés por su aporte a la calidad de la dieta que consume el animal. No hay indicadores claros de degradación de tapiz por efecto de sucesivas fertilizaciones nitrogenadas.

Palabras clave: Nitrógeno; Fósforo; Mejoramiento de campo natural; Ofertas de forraje; Verano; Otoño; Selección de especies bajo pastoreo.

## 7. SUMMARY

The experimental area within the station was paddock No. 18, while the evaluation period consisted of 6 months, ranging from 1/12/15 to 06/6/16, covering the summer-autumn seasons. In order to carry out a better analysis, it is requested by station, summer that goes from 1/12/15 to 03/08/16 and autumn from 03/08/16 to 06/06/16. The proposed objectives were the evaluation of different interventions of the natural field, these being: improvement with legumes, phosphorus and nitrogen fertilization and phosphate, under a rotating grazing system with forage offers in a pre-established principle of 10% in summer and 8 % in autumn, with Hollando steers, to observe the response in forage production and botanical composition. Due to the dispersion of the data, it was decided to perform orthogonal contrasts, both for experiment "1" and for "2", in available and remnants, for the summer and autumn seasons. These contrast were C1: 120N vs. 60N, C2: CNM vs.120N + 60N, C3: CN vs. CN 120N + 60N + CNM in regard to experiment 1, for the 2 only the number one contrast (C1: 120N vs. 60N) was used. The parameters evaluated were the same for the two experiments and for the two evaluation units (kilograms of dry matter, percentage of total dry matter). These are total dry matter (MST), green dry matter (MSV), dry matter dry matter (MSRS), green / dry ratio (R V / S), height of the pasture (cm). The components of winter interest, *Bromus auleticis* (Ba), *Stipa setigera* (Ss), other winter perennial grasses (OGPI), total winter perennial grasses (TGPI), annual winter grasses (GAI), total winter grasses (TGI). The components of summer interest, *Paspalum notatum* (Pn), *Paspalum dilatatum* (Pd), *Coelorhachis selloana* (Cs), other summer perennial grasses (OGPE), total of summer perennial grasses (TGPE). The remaining components were dry remains (Rs), minor or dwarf weeds (H + Dm), legumes (L), thistles (C), bare soil (SD), dirty field weeds (MCS). could determine that nitrogen fertilization presents a slight tendency to increase the total dry matter production in the autumn season, bringing with it an improvement in the quality of the forage since it increases the green dry matter for the same season, especially in the treatments of 60 units of nitrogen per hectare. The nitrogen-phosphate fertilization did not allow to increase the contribution of the winter components, nor of the legume fraction, both fractions of interest for their contribution to the quality of the diet consumed by the animal. No clear indicators of degradation of the carpet were observed due to successive nitrogenous fertilizations

Keywords: Nitrogen; Match; Natural field improvement; Forage offers; Summer; Autumn; Selection of species under grazing.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Alcock, M. B.; Clark, H.; Harvey, A. 1986. The implications of sward height for animal and herbage production from perennial Rye-grass swards. In: Frame, J. ed. Grazing. s.l., British Grassland Society. pp. 105-112 (Occasional Symposium no. 19).
2. Ayala, W.; Carámbula, M. 1994. Nitrógeno en campo natural. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 33-42 (Serie Técnica no. 51).
3. Ayala Torales, A. T.; Deregibus, V. A.; Moauro, P. R. 2000. Differential response of forage legumes to phosphorus application. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 43: 473 – 480.
4. Barreto, E. 2001. Efectos de la densidad de siembra y la fertilización fosfatada inicial en la implantación y crecimiento inicial de *Lotus pedunculatus* LE 627 introducido en cobertura sobre campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 75 p.
5. Belora, F.; Puig, F.; Zerbino, J. 2018. Respuesta productiva de un campo natural sometido a niveles de fertilización nitrogenada y mejoramientos con leguminosas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 94 p.
6. Bemhaja, M.; Berretta, E. J. 1991. Respuesta a la siembra de leguminosas en Basalto profundo. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 103-114 (Serie Técnica no. 13).
7. \_\_\_\_\_. 1998a. Caracterización de mejoramiento de campo bajo diferentes cargas con novillos durante tres años. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 83-90 (Serie Técnica no. 102).
8. \_\_\_\_\_. 1998b. Mejoramiento de campo: manejo de leguminosas. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998,

Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 53 – 61(Serie Técnica no. 102)

9. Berretta, E. J. 1988. El pastoreo como herramienta para mejorar la productividad de las pasturas naturales. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical: Grupo Campos y Chaco (9ª., 1987, Tacuarembó). Trabajos presentados. Tacuarembó, s.e. pp. 79-93.
10. \_\_\_\_\_.; Levratto, J. C. 1990 Estudio de la dinámica de una vegetación mejorada con fertilización e introducción de especies. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2º., 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 197-203.
11. \_\_\_\_\_.; Do Nascimento, D. 1991. Glosario estructurado de términos sobre pasturas y producción animal español–portugués. Montevideo, Uruguay, IICA. 126 p. (Diálogo no. 32).
12. \_\_\_\_\_.1998a. Impacto del pastoreo en el ecosistema de la pradera natural. In: Puignau, J. P. ed. Recuperación y manejo de ecosistemas degradados. Montevideo, IICA. pp. 55 - 62.
13. \_\_\_\_\_.; Risso, D. F.; Levratto, J. C.; Zamit, W. S. 1998b. Mejoramiento de campo natural de Basalto fertilizado con nitrógeno y fósforo. In: Seminario de Actualización de las Tecnologías para Basalto (1998, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 73-84 (Serie Técnica no.102).
14. Boggiano, P. 2003. Informe de consultoría: subcomponente manejo integrado de pradera. Proyecto combinado GEF/IBRD Manejo integrado de ecosistemas y recursos naturales en Uruguay. Componente Manejo y conservación de la diversidad biológica. (en línea). Montevideo, MGAP. 72 p. Consultado set. 2015. Disponible en <https://es.calameo.com/books/004233671ecd6b2fc8621>
15. \_\_\_\_\_.; Zanoniani, R.; Millot, J. C. 2005. Respuesta del campo natural a manejos crecientes de intervención. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 105-114 (Serie Técnica no. 151).

16. Bossi, J.; Ferrando, L. A.; Fernández, A.; Elizalde, G.; Morales, H.; Ledesma, J.; Carballo, E.; Medina, E.; Ford, I.; Montaña, J. 1975. Carta geológica del Uruguay. Montevideo, Geeditores. Esc. 1:1.000.000.
17. Brougham, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. *Australian Journal of Agricultural Research*. 7: 377-387.
18. Burgos De Anda, A. 1974. Efecto de la fertilización mineral NP en la producción de forraje de campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 83 p.
19. Campbell, A. G. 1966. The dynamics of grazed mesophytic pastures. In: International Grassland Congress (10th., 1966, Helsinki, Finland). Proceedings. Helsinki, s.e. pp. 644-650.
20. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
21. \_\_\_\_\_. 1992. Mejoramientos extensivos: fundamentos. In: Mas, C.; Carámbula, M.; Bermúdez, R.; Ayala, W.; Carriquiry, E. eds. Mejoramientos extensivos en la región Este: resultados experimentales 1991-92. Montevideo, INIA. pp. 12-16 (Actividades de Difusión no. 75).
22. \_\_\_\_\_. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
23. \_\_\_\_\_. 1998. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 5-45.
24. \_\_\_\_\_. 2002a. Pasturas y forrajeras: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
25. \_\_\_\_\_. 2002b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
26. \_\_\_\_\_. 2007. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.

27. Cardozo, W.; Cardozo, E.; Lorenti, F. 2008. Utilización de pasturas por bovinos destinados a la producción de carne. In: Utilización de pasturas. Montevideo, Uruguay, Facultad de Agronomía. pp. 20-30.
28. Carrera, M.; González, D.; González, R.; Rovira, P. 1996. Efecto de la dotación y manejo del pastoreo en la productividad del campo natural y mejorado. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 264 p.
29. Castaño, J. P.; Giménez, A.; Ceroni, M.; Furest, J.; Aunchayna, R.; Bidegain, M. 2011. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009. Montevideo, INIA. 34 p. (Serie Técnica no. 193).
30. Castells, D. 1974. Fertilización de campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 86 p.
31. Dos Santos, J. A.; Riccetto, J. P.; Ríos, C. M. 1992. Efecto del método de pastoreo, relación lanar/vacuno y dotación sobre la productividad de pasturas naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 116 p.
32. Durán, A. 1985. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 47-64.
33. Frame, J.; Charlton, J. F. L.; Laidlaw, A. S. 1998. Temperate Forage Legumes. Wallingford, UK, CABI. 327 p.
34. Gomes, L. H.; Maraschin, G. E.; Riboldi, J. 1998. Efeito de ofertas de forragem, diferimentos e adubações sobre a dinâmica da pastagem natural. II. Composição florística. Utilização sustentável e melhoramento de campos naturais do Cone Sul; desafios para o III milênio. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul: Zona Campos (17<sup>a</sup>., 1998, Lages, SC). Resumos. Lages, s.e. p. 137.
35. Gutiérrez, M. J.; Toyos, J. 2018. Respuesta invierno primaveral de un campo natural a niveles de fertilización nitrogenada y mejoramiento con siembra en cobertura de *Lotus tenuis* y *Trifolium pratense*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 76 p.

36. Harlan, J. R. 1958. Generalized curves for gain per head and per acre in rates of grazing studies. *Journal of Range Management*. 11: 140-147.
37. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. Measurement of continuously grazed pastures. In: Cayley, J. W. D.; Bird, P. R. eds. *Techniques for measuring pastures*. Victoria, Australia, s.e. pp. 13-20.
38. Hull, J. L.; Meyer, J. H.; Kromann, R. 1965. Further studies on the influence of stocking rate on animal and forage production from irrigated pasture. *Journal of Animal Science*. 20: 45-52.
39. Hunt, L. A. 1965. Some implications of death and decay in pasture production. *Journal of the British Grassland Society*. 20 (1): 27-31.
40. Izaguirre, P. 1995. Especies indígenas y subespontáneas del género *Trifolium* L. (Leguminosae) en el Uruguay. Montevideo, INIA. 22 p (Serie Técnica no. 58)
41. Kade, M.; Pagani, E. A.; Mendoza, R. E. 2003. Phosphorus utilization efficiency in populations of Narrow-Leaf Birdsfoot Trefoil. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 34 (1-2): 271-284.
42. Koukoura, Z.; Kyriazopoulos, A.; Mantzanas, K. 2005. Effects of fertilization on floristic diversity and herbage production in a grazed natural range-land. In: International Occasional Symposium of the European Grassland Federation (13th., 2005, Tartu). Integrating efficient grassland farming and biodiversity. s.n.t. pp. 307-310.
43. Larratea, F.; Soutto, J. P. 2013. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la productividad invierno primaveral de un campo natural del litoral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 121 p.
44. Lemaire, G. 1997. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover. In: International Symposium on Animal Production Under Grazing (1997, Viçosa). Proceedings. Viçosa, MG, Brasil, s.e. pp. 117-144.
45. Mc Meekan, C. P. 1961. Grazing management. *Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production*. 21: 47.

46. \_\_\_\_\_; Walshe, M. J. 1963. Relationship of grazing methods and stocking rate in efficiency of pasture utilization by dairy cattle. *Journal of Agricultural Science*. 61: 147-163.
47. Mas, C. 1992. Mejoramientos extensivos: antecedentes. In: Mas, C.; Carámbula, M.; Bermúdez, R.; Ayala, W.; Carriquiry, E. eds. *Mejoramientos extensivos en la región este: resultados experimentales 1991-92*. Treinta y Tres, INIA. pp. 1-11 (Actividades de Difusión no. 75).
48. Mazzanti, A.; Lemaire, G. 1994. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. *Grass and Forage Science*. 49 (3): 352-359.
49. Methol, R.; Solari, J. 1994. Dinámica de la implantación de leguminosas sembradas en cobertura bajo diferentes manejos de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 113 p.
50. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2015. Censo agropecuario. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado 20 sep. 2017. Disponible en <http://www2.mgap.gub.uy/portal/page.aspx?2,diea,diea-anuario-2015,O,es,0>
51. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, FUCREA. 199 p.
52. Moliterno, E. 1991. Crecimiento de pasturas bajo pastoreo. In: *Utilización de pasturas*. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 1-15.
53. Montes, L.; Cahuepe, M. 1985. Evaluación de *Lotus tenuis* mediante dos métodos de siembra. *Revista Argentina de Producción Animal*. 5: 313-321.
54. \_\_\_\_\_. 1988. *Lotus tenuis*. *Revista Argentina de Producción Animal*. 8: 367-376.

55. Morón, A. 1996. Ciclo del nitrógeno en el sistema suelo-planta-animal. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1 -12 (SerieTécnica no. 51).
56. Mott, G. O.; Lucas, H. L. 1952. The design, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: International Grassland Congress (6th., 1952). Proceedings. s.n.t. pp. 1380-1385.
57. \_\_\_\_\_. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Oxford, England). Proceedings. Oxford, Alden. pp. 606-611.
58. Negro, C. A.; Ganzábal, A. R. 1984. Efecto de la carga animal sobre la producción de una pastura asociada de trébol blanco, festuca y lotus. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 109 p.
59. Olmos, F. 1992. Aportes para el manejo del campo natural. Montevideo, INIA. pp. 12-19 (Serie Técnica no. 20).
60. Perdomo, C.; Barbazán, M. 1999. Nitrógeno. Montevideo, Facultad de Agronomía. 71 p.
61. Risso, D. F.; Morón, A. 1990. Evaluación de mejoramientos extensivos de pasturas naturales en suelos sobre Cristalino (1984-1990). In: Seminario Nacional de Campo Natural (2º., 1990, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 205-218.
62. \_\_\_\_\_.; Berretta, E. J.; Zarza, A.; Cuadro, R. 2002. Productividad, composición y persistencia de dos mejoramientos de campo para engorde de novillos en la Región de Cristalino. In: Risso, D.; Montossi, F. eds. Mejoramientos de campo en la región de Cristalino: fertilización, producción de carne y persistencia productiva. Montevideo, INIA. pp. 3-30 (Serie Técnica no. 129).
63. Rodríguez Palma, R. 1998. Fertilización nitrogenada de un pastizal la Pampa deprimida: crecimiento y utilización del forraje bajo el pastoreo de vacunos. Tesis Magister Scientiae. Balcarce, Argentina. Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. 135 p.

64. \_\_\_\_\_.; Saldanha, S.; Andión, J.; Vergnes, P. 2004. Fertilización nitrogenada de campo natural de basalto. 1. Producción de forraje. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical: Grupo Campos (20a., 2004, Salto, Uruguay). Sustentabilidad, desarrollo y conservación de los ecosistemas. Trabajos presentados. Salto, Facultad de Agronomía. pp. 298-299.
65. Rosengurtt, B. 1979. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Universidad de la República. División Publicaciones y Ediciones. 86 p.
66. Skipp, R. A.; Christensen, M. J. 1990. Selection for persistence in red clover: influence of root disease and stem nematode. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 33: 319-333.
67. Smethan, M. L. 1981. Espacios y variedades de leguminosas forrajeras. In: Langer, R. H. L. eds. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 97-147.
68. Tothill, J. C. 1978. Measuring botanical composition of grasslands. In: Mannetje, L. ed. Measurements of grassland vegetation and animal production. Hurley, s.e. pp. 22-55.
69. Vignolio, O. R.; Fernández, O. N.; Maceira, N. O. 1999. Flooding tolerance in five populations of *Lotus glaber* Mill. (Syn. *Lotus tenuis* Waldst. et. Kit.). *Australian Journal of Agricultural Research*. 50 (4):555-560.
70. \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_.; \_\_\_\_\_. 2002. Biomass allocation to vegetative and reproductive organs in *Lotus glaber* and *L. corniculatus*. *Australian Journal of Botany*. 50 (1): 75–82.
71. Wallenhammar, A.; Adolfsson, E.; Engström, M.; Henriksson, M.; Lundmark, S.; Roempke, G.; Ståhl, P. 2006. Field surveys of *Fusarium* root rot in organic red clover leys. Sustainable grassland productivity. In: General Meeting of the European Grassland Federation (21st., 2006, Badajoz, Spain). Proceedings. Madrid, s.e. pp. 369-371.

72. Whitehead, D. C. 1995. Grassland nitrogen. Wallingford, UK, CABI. 397 p.
73. \_\_\_\_\_. 2000. Nutrient elements in grassland: soil-plant-animal relationship. Wallingford, UK, CABI. 363 p.
74. Wilman, D.; Wright, P.I. 1983. Some effects of applied nitrogen on the growth and chemical composition of temperate grasses. *Herbage Abstracts*. 53 (8): 387-393.
75. Young, J. A.; Blank, R. R.; Clements, C. D. 1999. Nitrogen enrichment and immobilization influence on the dynamics of and annual grass community. In: International Rangeland Congress (6th., 1999, Townsville, Queensland, Australia). People and rangelands building the future. Townsville, s.e. v.1, pp. 279-281.
76. Zanoniani, R.; Ducamp, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. *Cangüé*. no. 25: 5 - 11.
77. \_\_\_\_\_. 2009. Efecto de la oferta de forraje y la fertilización nitrogenada sobre la productividad otoño invernal de un campo natural del litoral. Tesis Maestría en Ciencias Agrarias. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p.

## 9. ANEXOS

Anexo No. 1. Temperaturas y precipitaciones medias históricas extraídas de serie histórica 1980-2009.

PAYSANDÚ	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	ANUAL
Temp. medias (°C)	25,2	24	22,6	18,7	15,1	12,4	11,9	13,6	15	18,2	20,8	23,4	18
Preci. medias (mm)	106,1	125,5	137,8	158,8	102	68,3	56,1	55,3	71,5	121,1	123,1	112,9	1239

Anexo No. 2. Tabla de componentes estudiados

	ESPECIES	FAMILIA
	<i>Bromus auleticus</i>	GRAMINEAE
	<i>Stipa setigera</i>	GRAMINEAE
OGPI	<i>Schizachyrium microstachyum</i>	GRAMINEAE
	<i>Piptochaetium bicolor</i>	GRAMINEAE
	<i>Piptochaetium montevidense</i>	GRAMINEAE
	<i>Piptochaetium stipoides</i>	GRAMINEAE
	<i>Stipa brachichaeta</i>	GRAMINEAE
	<i>Stipa charruana</i>	GRAMINEAE
GAI	<i>Vulpia australis</i>	GRAMINEAE
	<i>Lolium multiflorum</i>	GRAMINEAE
	<i>Paspalum dilatatum</i>	GRAMINEAE
	<i>Paspalum notatum</i>	GRAMINEAE
	<i>Coelorhachis selloana</i>	GRAMINEAE
OGPE	<i>Bouteloua megapotamica</i>	GRAMINEAE
	<i>Paspalum quadrifarium</i>	GRAMINEAE
	<i>Paspalum urvillei</i>	GRAMINEAE
	<i>Sporobolus indicus</i>	GRAMINEAE
	<i>Setaria geniculata</i>	GRAMINEAE
	<i>Setaria vaginata</i>	GRAMINEAE
	<i>Eleusine tristachya</i>	GRAMINEAE
	<i>Axonopus affinis</i>	GRAMINEAE
	<i>Bothriochloa laguroides</i>	GRAMINEAE
<i>Eragrostis lugens</i>	GRAMINEAE	
H + Dm	<i>Dichondra microcalix</i>	CONVOLVULACEA
	<i>Eryngium nudicaule</i>	UMBELIFERAE
	<i>Chaptalia piloselloidea</i>	COMPOSITAE
	<i>Chaptalia exscapa</i>	COMPOSITAE
	<i>Chevreulia sarmentosa</i>	COMPOSITAE
	<i>Chevreulia acuminata</i>	COMPOSITAE
	<i>Pterocaulon sp.</i>	COMPOSITAE
	<i>Soliva pterosperma</i>	COMPOSITAE
L	<i>Lotus tenuis</i>	LEGUMINOSAE
	<i>Trifolium pratense</i>	LEGUMINOSAE
	<i>Desmodium incanum</i>	LEGUMINOSAE
C	<i>Circium vulgare</i>	COMPOSITAE
	<i>Cardus acanthoides</i>	COMPOSITAE