

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITRÓGENO-FOSFATADA EN LA
ESTRUCTURA DE DOS COMUNIDADES DE CAMPO NATURAL**

por

**María Florencia ISASA OLIVERA
Facundo SOARES DE LIMA NÚÑEZ
Maira SOARES DE LIMA NÚÑEZ**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2018**

Tesis aprobada por:

Director:
Ing. Agr. Marcelo Pereira Machín

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

.....
Ing. Agr. (Dr.) Elbio Berretta

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

.....
Ing. Agr. Felipe Casalás

Fecha: 21 de diciembre de 2018.

Autores:
María Florencia Isasa Olivera

.....
Facundo Soares de Lima Núñez

.....
Maira Soares de Lima Núñez

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecemos a nuestras familias por el apoyo continuo y la confianza en nosotros.

A los tutores Marcelo Pereira y Pablo Boggiano, que compartieron sus conocimientos y dedicaron su tiempo para lograr esta tesis. A Sully Toledo por su trabajo para corregir y a Mónica Cadenazzi por su guía en la parte estadística.

Un agradecimiento muy especial a los productores que nos recibieron en sus predios de forma atenta y cálida.

A los amigos que fueron pilar fundamental motivando y brindando ayuda en cada hora de estudio.

De parte de Facundo, un agradecimiento especial a Rocio Krall e Ignacio Prieto que si bien fueron muchos los amigos que me ayudaron en esta carrera, a ellos no podía dejar de nombrarlos. A mi tía Lucía que me preparaba encomiendas siempre tan deseadas, a Lucía Dutra da Silveira y Ana Inés Tafernaberry por prestarme los materiales de estudio. A mi hermana por ayudarme y enseñarme a estudiar desde mucho antes de empezar la facultad.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	IX
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	3
2.2. <u>CARACTERIZACIÓN DE LAS PASTURAS NATURALES DEL URUGUAY</u>	4
2.2.1. <u>Importancia de la heterogeneidad vegetal de las pasturas naturales</u>	5
2.2.2. <u>Distribución estacional del forraje de pasturas naturales</u>	10
2.2.3. <u>Producción y distribución del forraje en suelos sobre basalto</u> ..	10
2.3. <u>MACRONUTRIENTES</u>	11
2.3.1. <u>Potasio</u>	12
2.3.2. <u>Fósforo en suelo y efectos generales en las plantas</u>	12
2.3.3. <u>Nitrógeno en suelo: cantidad y formas</u>	13
2.3.4. <u>Nitrógeno en el ecosistema pastoril</u>	13
2.3.5. <u>Nitrógeno en planta absorción y metabolismo</u>	14
2.3.6. <u>Efecto del nitrógeno en variables morfológicas y estructurales</u>	14
2.3.7. <u>Efecto del nitrógeno y fósforo en producción de forraje y variabilidad en la producción</u>	15
2.3.8. <u>Efecto del nitrógeno y fósforo sobre la estacionalidad de la producción</u>	18
2.3.9. <u>Efecto del nitrógeno y fósforo sobre la composición botánica</u> ..	20
2.3.10. <u>Eficiencia de utilización del nitrógeno</u>	24
2.3.11. <u>Factores que afectan las pérdidas de nitrógeno</u>	25
2.3.11.1. Efecto de la temperatura y dosis de aplicación.....	25
2.3.11.2. Efecto de la humedad y profundidad de aplicación.....	25
2.3.11.3. Efecto de la época y fraccionamiento de la aplicación.....	26
2.3.11.4. Factores inherentes al suelo que afectan la dinámica del nitrógeno.....	27
2.4. <u>PASTOREO</u>	28
2.4.1. <u>Altura del remanente</u>	29
2.4.2. <u>Efecto en la composición botánica</u>	29

2.4.3.	<u>Efecto en la producción de forraje</u>	34
2.4.4.	<u>Selectividad</u>	36
2.4.5.	<u>Consideraciones sobre el método de pastoreo y distribución de los animales en la utilización de las pasturas naturales</u> ...	38
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	40
3.1.	CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES	40
3.1.1.	<u>Localización y período de evaluación</u>	40
3.1.2.	<u>Información meteorológica</u>	40
3.1.3.	<u>Descripción del sitio experimental de fertilización primaveral</u> ..	40
3.1.3.1.	Suelos.....	41
3.1.3.2.	Vegetación.....	41
3.1.3.3.	Antecedentes	41
3.1.4.	<u>Descripción del sitio experimental de la fertilización otoñal</u>	42
3.1.4.1.	Suelos.....	42
3.1.4.2.	Vegetación.....	42
3.1.4.3.	Antecedentes	43
3.1.5.	<u>Tratamientos</u>	43
3.1.5.1.	Metodología de corte de homogenización.....	43
3.1.6.	<u>Diseño experimental</u>	44
3.2.	METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	45
3.2.1.	<u>Manejo experimental</u>	45
3.2.1.1.	Cortes parcelas cerradas	45
3.2.1.2.	Dotación durante el período de estudio de la fertilización primaveral	45
3.2.1.3.	Intensidad de pastoreo de la fertilización primaveral	45
3.2.1.4.	Dotación durante el período de estudio de la fertilización otoñal	45
3.2.1.5.	Intensidad de pastoreo de la fertilización otoñal.....	46
3.2.2.	<u>Determinaciones en la pastura</u>	46
3.2.2.1.	Censo florístico	46
3.2.2.2.	Altura	46
3.2.2.3.	Cantidad de forraje	46
3.2.2.4.	Descripciones de la pastura	47
3.3.	HIPÓTESIS	47
3.4.	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	48
3.4.1.	<u>Modelo estadístico</u>	48
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	50
4.1.	DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE	50
4.1.1.	<u>Precipitaciones</u>	50
4.1.2.	<u>Temperatura</u>	51

4.2. CONDICIONES DE FERTILIZACIÓN	52
4.3. RESULTADOS GENERALES DE LA FERTILIZACIÓN	
PRIMAVERAL (ESTABLECIMIENTO “SAN JACINTO”).....	52
4.3.1. <u>Altura mensual de la pastura en las parcelas</u>	54
4.3.2. <u>Altura estacional de la pastura en las parcelas</u>	55
4.3.3. <u>Cantidad de forraje presente</u>	56
4.3.4. <u>Contribución promedio anual de los grupos de plantas</u>	57
4.3.5. <u>Contribución promedio estacional de los grupos de plantas</u>	61
4.3.5.1. Arbustos	61
4.3.5.2. Ciperáceas.....	61
4.3.5.3. Gramíneas	62
4.3.5.4. Hierbas	65
4.3.5.5. Juncáceas.....	65
4.3.5.6. Leguminosas	66
4.3.6. <u>Restos secos y suelo desnudo anual</u>	67
4.3.7. <u>Restos secos estacional</u>	68
4.3.8. <u>Suelo desnudo estacional</u>	69
4.3.9. <u>Valor pastoral anual de las especies</u>	70
4.3.9.1. Valor pastoral anual	70
4.3.9.2. Valor pastoral estacional.....	70
4.3.10. <u>Riqueza específica</u>	71
4.3.11. <u>Contribución específica anual de las principales especies</u>	72
4.3.12. <u>Contribución específica estacional de las principales</u>	
<u>especies</u>	76
4.3.12.1. <i>Adesmia bicolor</i>	77
4.3.12.2. <i>Andropogon lateralis</i>	77
4.3.12.3. <i>Bothriochloa laguroides</i>	78
4.3.12.4. <i>Coelorhachis selloana</i>	79
4.3.12.5. <i>Cynodon dactylon</i>	80
4.3.12.6. <i>Eleocharis dunensis</i>	81
4.3.12.7. <i>Panicum milioides</i>	82
4.3.12.8. <i>Paspalum dilatatum</i>	83
4.3.12.9. <i>Paspalum notatum</i>	84
4.3.12.10. <i>Sporobolus indicus</i>	85
4.3.13. <u>Análisis de componentes principales</u>	85
4.3.13.1. Grupos de plantas.....	85
4.3.13.2. Especies	87
4.4. RESULTADOS DE PRIMER Y SEGUNDO AÑO DE LA	
FERTILIZACIÓN DE PRIMAVERA.....	94
4.4.1. <u>Principales grupos de plantas</u>	94
4.4.2. <u>Contribución específica de las especies</u>	97
4.5. RESULTADOS GENERALES DE LA FERTILIZACIÓN OTOÑAL	
(ESTABLECIMIENTO “LAS GOLONDRINAS”)	98

4.5.1. <u>Altura mensual de la pastura en las parcelas</u>	100
4.5.2. <u>Cantidad de forraje presente estacional</u>	102
4.5.3. <u>Contribución promedio anual de los grupos de plantas</u>	103
4.5.3.1. Gramíneas anuales invernales.....	106
4.5.3.2. Gramíneas perennes invernales	107
4.5.4. <u>Contribución promedio estacional de los grupos de plantas</u> ..	108
4.5.4.1. Arbustos	108
4.5.4.2. Ciperáceas.....	109
4.5.4.3. Gramíneas	110
4.5.4.4. Hierbas	113
4.5.4.5. Juncáceas.....	115
4.5.4.6. Leguminosas	116
4.5.4.7. Sub arbustivas	117
4.5.5. <u>Restos secos y suelo desnudo anual</u>	118
4.5.6. <u>Restos secos estacional</u>	119
4.5.7. <u>Suelo desnudo estacional</u>	121
4.5.8. <u>Valor pastoral</u>	121
4.5.8.1. Valor pastoral anual de las especies y gramíneas .	122
4.5.8.2. Valor pastoral estacional de las especies y gramíneas.....	123
4.5.9. <u>Riqueza específica de las parcelas</u>	124
4.5.10. <u>Contribución específica anual de las principales especies evaluadas</u>	125
4.5.11. <u>Contribución específica estacional de las principales especies evaluadas</u>	128
4.5.11.1. <i>Bothriochloa laguroides</i>	128
4.5.11.2. <i>Coelorhachis selloana</i>	129
4.5.11.3. <i>Eryngium horridum</i>	130
4.5.11.4. <i>Paspalum dilatatum</i>	130
4.5.11.5. <i>Paspalum notatum</i>	131
4.5.11.6. <i>Schizachyrium microstachyum</i>	131
4.5.11.7. <i>Sporobolus indicus</i>	132
4.5.11.8. <i>Stipa setigera</i>	133
4.5.12. <u>Contribución específica anual y estacional de otras especies de relevancia</u>	134
4.5.12.1. <i>Andropogon ternatus</i>	136
4.5.12.2. <i>Aristida uruguayensis</i>	137
4.5.12.3. <i>Piptochaetium montevidense</i>	138
4.5.12.4. <i>Trifolium polymorphum</i>	139
4.5.13. <u>Cobertura relativa estacional de las tribus de gramíneas</u>	139
4.5.14. <u>Análisis de componentes principales</u>	143
4.5.14.1. Grupo de plantas	143
4.5.14.2. Especies	145

4.6. CONSIDERACIONES FINALES	150
4.6.1. <u>Fertilización primaveral</u>	150
4.6.2. <u>Fertilización otoñal</u>	152
5. <u>CONCLUSIONES</u>	155
6. <u>RESUMEN</u>	156
7. <u>SUMMARY</u>	157
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	158
9. <u>ANEXOS</u>	178

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Altura estacional de la pastura en las parcelas cerradas y con corte; pastoreadas y la interacción cerrada al pastoreo y corte sin fertilizar; cerrada y corte con nitrógeno y fósforo; pastoreada sin fertilizar; pastoreada con nitrógeno y fósforo.....	55
2. Cobertura relativa anual de los grupos de plantas bajo tratamiento de fertilización con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar; cerrado y corte y bajo pastoreo.....	57
3. Cobertura relativa anual de las gramíneas cespitosas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	59
4. Cobertura relativa anual de las gramíneas estoloníferas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	60
5. Cobertura relativa estacional del grupo de ciperáceas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	61
6. Cobertura relativa estacional de las gramíneas cespitosas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	63
7. Cobertura relativa estacional de las gramíneas estoloníferas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	64
8. Cobertura relativa estacional de hierbas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	65
9. Cobertura relativa estacional de leguminosas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	66
10. Cobertura anual de restos secos y porcentaje de suelo desnudo en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	67

11. Cobertura de los restos secos para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	68
12. Porcentaje de suelo desnudo para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	69
13. Valor pastoral por estación en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	70
14. Contribución específica anual de las especies evaluadas: <i>Adesmia bicolor</i> ; <i>Andropogon lateralis</i> ; <i>Bothriochloa laguroides</i> ; <i>Coelorhachis selloana</i> ; <i>Cynodon dactylon</i> en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	73
15. Contribución específica anual de las especies evaluadas: <i>Eleocharis dunensis</i> ; <i>Panicum milioides</i> ; <i>Paspalum dilatatum</i> ; <i>Paspalum notatum</i> ; <i>Sporobolus indicus</i> en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	75
16. Contribución específica de <i>Adesmia bicolor</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	77
17. Contribución específica de <i>Bothriochloa laguroides</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	78
18. Contribución específica de <i>Coelorhachis selloana</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos	79
19. Contribución específica de <i>Eleocharis dunensis</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo.....	81
20. Contribución específica de <i>Panicum milioides</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	82

21. Contribución específica de <i>Paspalum dilatatum</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	83
22. Contribución específica de <i>Sporobolus indicus</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	85
23. Cobertura relativa anual de los grupos de plantas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	103
24. Cobertura relativa anual de las gramíneas cespitosas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	105
25. Cobertura relativa anual de las gramíneas estoloníferas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	106
26. Cobertura relativa anual de las gramíneas perennes invernales en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	107
27. Cobertura relativa estacional de ciperáceas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	109
28. Cobertura relativa estacional de las gramíneas cespitosas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	110
29. Cobertura relativa estacional de las gramíneas estoloníferas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	111
30. Cobertura relativa estacional de las gramíneas anuales en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	112
31. Cobertura relativa estacional de las gramíneas perennes invernales en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar,	

cerrado y corte y pastoreo.....	113
32. Cobertura relativa estacional de hierbas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	114
33. Cobertura relativa estacional del grupo juncáceas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	115
34. Cobertura relativa estacional de leguminosas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	116
35. Cobertura relativa estacional de sub arbustivas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	117
36. Cobertura relativa anual de los restos secos y suelo desnudo en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	118
37. Cobertura de los restos secos para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	119
38. Cobertura del suelo desnudo para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	121
39. Valor pastoral de las parcelas en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	122
40. Valor pastoral estacional de las especies evaluadas para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	123
41. Valor pastoral de las gramíneas evaluadas para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	123
42. Contribución específica anual de las especies evaluadas: <i>Bothriochloa laguroides</i> ; <i>Coelorhachis selloana</i> ; <i>Eryngium horridum</i> ; <i>Paspalum dilatatum</i> ; <i>Paspalum notatum</i> ; <i>Schizachyrium</i>	

<i>microstachyum</i> ; <i>Sporobolus indicus</i> ; <i>Stipa setigera</i> en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	125
43. Contribución específica de <i>Bothriochloa laguroides</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	128
44. Contribución específica de <i>Coelorhachis selloana</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	129
45. Contribución específica de <i>Paspalum dilatatum</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	130
46. Contribución específica de <i>Schizachyrium microstachyum</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	131
47. Contribución específica de <i>Sporobolus indicus</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	132
48. Contribución específica de <i>Stipa setigera</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	133
49. Contribución específica anual de las especies evaluadas: <i>Aristida uruguayensis</i> ; <i>Andropogon ternatus</i> ; <i>Piptochaetium montevidense</i> ; <i>Piptochaetium stipoides</i> ; <i>Trifolium polymorphum</i> en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	135
50. Contribución específica de <i>Andropogon ternatus</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	137
51. Contribución específica de <i>Aristida uruguayensis</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte, pastoreo y en la interacción de los tratamientos.....	138

52. Contribución específica de <i>Trifolium polymorphum</i> para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	139
53. Cobertura relativa estacional de la tribu Andropogoneae en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	140
54. Cobertura relativa estacional de la tribu Eragrostideae en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	141
55. Cobertura relativa de la tribu Paniceae en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	142
56. Cobertura relativa de la tribu Poeae en tratamientos con nitrógeno y fósforo, sin fertilizar, cerrado y corte y pastoreo.....	142

Figura No.

1. Propuesta de modelo conceptual de funcionamiento del ecosistema pastoril natural.....	9
2. Diseño fertilización del experimento de fertilización primaveral.	44
3. Diseño de fertilización del experimento de fertilización otoñal.	44
4. Precipitaciones acumuladas mensuales e históricas (1982-2012) en milímetros.....	50
5. Temperaturas máximas, mínimas y medias para el período diciembre 2016 a noviembre 2017 y media histórica de la serie 1982-2012 para los meses evaluados.....	51
6. Número de especies por grupo de plantas de acuerdo al ciclo y hábito de vida.....	52
7. Tipo productivo de gramíneas censadas.....	53
8. Evolución de la altura promedio mensual de la pastura para los tratamientos bajo corte y fertilizado, corte sin fertilizar, pastoreado fertilizado y pastoreado sin fertilizar en el período comprendido	

entre diciembre 2016 y noviembre 2017.....	54
9. Evolución de los kgMS/ha promedio estacional de la pastura en las parcelas para los tratamientos CNP, CSF, PNP y PSF en el período comprendido entre diciembre 2016 y noviembre 2017.....	56
10. Biplot de grupos de plantas y tratamientos por parcelas resultados de un ACP durante un año.....	86
11. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP durante el verano.....	88
12. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP durante el otoño.....	90
13. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP durante el invierno.....	91
14. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP durante la primavera.....	93
15. Cobertura relativa de los principales grupos de plantas en primavera 2017 en los distintos tratamientos respecto al 100% correspondiente a la cobertura en los tratamientos en primavera 2016.....	95
16. Participación relativa de cada tratamiento en el total de la contribución de cada grupo en la primavera 2016.....	96
17. Participación relativa de cada tratamiento en el total de la contribución de cada grupo en la primavera 2017 ajustados los valores con covariable.....	96
18. Número de especies por grupo de plantas según ciclo y hábito de vida.....	99
19. Tipo productivo de gramíneas censadas.....	100
20. Evolución de la altura promedio mensual de la pastura para los tratamientos cerrados con corte y fertilizados con nitrógeno y fósforo, cerrados con corte y sin fertilizar, pastoreados y fertilizados, y pastoreados sin fertilizar en el período comprendido entre febrero 2017 y noviembre 2017.....	101

21. Evolución de la cantidad de forraje promedio estacional de la pastura para los tratamientos cerrados con corte y fertilizados con nitrógeno y fósforo, cerrados con corte y sin fertilizar, pastoreados y fertilizados, y pastoreados sin fertilizar.....	102
22. Evolución de la cobertura (sobre el total de especies) de <i>Stipa setigera</i> desde verano 2016 a la primavera 2017 en los tratamientos cerrados y fertilizados con nitrógeno y fósforo, cerrados y sin fertilizar, pastoreado fertilizados y pastoreado sin fertilizar.....	134
23. Biplot de grupos de plantas y tratamientos por parcelas resultados de un ACP durante un año.....	144
24. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP en verano.....	145
25. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP en otoño.....	147
26. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP en invierno.....	148
27. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP en primavera.....	149

1. INTRODUCCIÓN

El campo natural es el ecosistema más extenso y diverso de la región. Es la base que sustenta una de las actividades productivas más importantes del Uruguay: la ganadería. Además provee otros beneficios conocidos como “servicios ecosistémicos” siendo ejemplos de éstos la conservación de la biodiversidad, el control de los flujos de nutrientes, el balance de gases del efecto invernadero, la calidad de las aguas, la manutención del paisaje (Fernández et al., 2013).

El Uruguay forma parte de los pastizales del Río de la Plata, una de las regiones más vastas de campos naturales del mundo que se extiende desde el centro este de Argentina hasta el Sur de Brasil. Comparando los últimos tres censos agropecuarios generales del MGAP. DIEA (1990, 2000, 2011), surge que el área de campo natural se redujo en 2.132.000 hectáreas en 21 años. Las prácticas de manejo que apunten a aumentar la productividad, rentabilidad y sostenibilidad del campo natural permitirán de algún modo mitigar estos procesos y mantener como una opción viable la producción sobre el mismo. Conocer las especies que componen un tapiz y su evolución debido a las prácticas de manejo propuestas (fertilización de campo natural) es determinante para obtener el máximo beneficio productivo y a su vez que sea sostenible en el tiempo.

El siguiente trabajo se llevó a cabo en dos predios de la colonia Juan Gutiérrez del Instituto Nacional de Colonización. Algunos de los predios que integran la colonia presentan un módulo de alta producción forrajera consistente en superficies adaptadas al modelo de producción del establecimiento donde se apliquen tecnologías de aumento de volumen y calidad de forraje. En los dos predios que se realizó el trabajo se llevó adelante uno de los programas del proyecto “Más Tecnologías” llamado “Investigación participativa en campo natural (Aplicación y complementación de un modelo de estados y transiciones como soporte de manejo adaptativo para la Colonia Juan Gutiérrez)” que apuntó a generar procesos participativos donde productores y técnicos consoliden el sistema de manejo que más se adapte a las diversas situaciones del campo natural. Se buscó implementar la fertilización de campo natural (un módulo de alta producción familiar) como una tecnología apropiada, sencilla, de bajo costo, que podría generar algunos procesos de cambio en campos que presentan degradación.

Ésta tesis es la continuación del trabajo en el módulo de alta producción por fertilización de campo. Un gran conocimiento de estos factores es fundamental para el análisis económico, *“principalmente en una época en el*

que el costo de este insumo representa tan alta participación en el costo total de la empresa agropecuaria” (Pinto et al., 2004).

Identificada la relevancia de generar información específica del comportamiento del campo natural ante este manejo es que el objetivo del siguiente trabajo fue:

- Evaluar la respuesta en la composición botánica de dos comunidades vegetales de campo natural a la fertilización con nitrógeno y fósforo a una dosis comercial bajo corte y pastoreo continuo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. INTRODUCCIÓN

El campo natural es definido como una comunidad vegetal formada principalmente por especies herbáceas y sub arbustivas (Berretta y Do Nascimento, 1991) en donde prevalecen gramíneas con metabolismo C4 y escasas C3 (Berretta et al., 1998a). Se complementa esta definición con la utilizada por la Mesa de Ganadería sobre Campo Natural (2017) en donde definen al campo natural como aquella vegetación sin desmonte en los últimos 40 años, con menos de 30% de cobertura aérea de árboles y/o 70% de arbustos, con una cobertura basal de al menos 50% de especies herbáceas nativas y en general dominada por gramíneas pertenecientes al elenco florístico local.

A nivel regional Uruguay es el país con mayor porcentaje de cobertura de campo natural, estimados entre el 55 y 60% del territorio (Baeza et al. 2012, MGAP. DIEA 2013). Sin embargo, esta realidad no es estática y los cambios en el uso de suelo, de pastizales a plantaciones forestales o cultivos, tienen lugar a un ritmo acelerado. Díaz et al., citados por Fernández et al. (2013) discuten con preocupación las crecientes amenazas provocadas por el desplazamiento de la frontera agrícola que ha reemplazado los pastizales naturales.

Como problemática de los campos naturales de Uruguay se observan distintos niveles de degradación evidenciados por la pérdida de vigor, altura, densidad y vitalidad en el conjunto de la vegetación. La degradación de los campos se caracteriza por la disminución de la aptitud nutritiva del suelo y sustitución de especies productivas por improductivas.

Es la variación del equilibrio actual, en forma temporal o permanente, entre la pastura y los animales que provoca cambios en el potencial productivo, disminuyendo la capacidad de carga en dichas pasturas. Las principales causas pueden ser por agricultura intensiva, mal manejo del pastoreo (sub o sobrepastoreo) o quemas reiteradas (Rosengurt, 1946). Además las cargas excesivas también pueden provocar compactación de suelo, disminuyendo la infiltración, la difusión de oxígeno y afectando el crecimiento de raíces (Pinto et al., 2004).

Como reacción a estas perturbaciones los ecosistemas poseen la capacidad de tolerar las mismas o regresar a su estado de condición natural (determinado por su estructura y funcionamiento) a mayor o menor velocidad,

esto se denomina resiliencia. Corrientemente la resiliencia de un ecosistema depende de la riqueza de especies vegetales o formas de vida, cuanto mayor sea la riqueza de especies de un sistema mayor será la capacidad de resiliencia del mismo después de ocurrir una alteración (Rosengurtt 1943, Lavorel 1999).

A pesar de los numerosos servicios ecosistémicos que presenta el campo natural, presenta dos limitantes desde el punto de vista productivo: la marcada estacionalidad de la oferta de forraje la cual se concentra en cuatro o cinco meses del año, y por otra parte el bajo valor nutritivo de ese forraje (baja concentración de energía y proteína en la materia seca) durante la mayor parte del año (Zanoniani y Lattanzi, 2017). Carámbula (1991) menciona otras características limitantes de las pasturas naturales como predominancia de especies ordinarias, incremento de gramíneas xerófilas, ausencia parcial de leguminosas, invasión parcial de malezas, avance de especies foráneas, acción de agentes erosivos por reducción de la densidad del tapiz y destrucción de la pasturas más productivas por la agricultura.

Estas limitantes pueden ser mejoradas con manejo del pastoreo, introducción de leguminosas y fertilización orgánica o inorgánica, encontrándose mayores niveles de respuesta al agregado de nitrógeno (Bemhaja, 1994). El nivel de nitrógeno (N) y fósforo (P) disponible en los suelos del Uruguay en su mayoría son muy deficitarios ya sea, en el caso de N, por baja mineralización de la materia orgánica y concentraciones menores a 5 ppm de P cuando el nivel crítico para gramíneas es de 8-10 ppm (Bordoli, 1998).

2.2. CARACTERIZACIÓN DE LAS PASTURAS NATURALES DEL URUGUAY

El clima de Uruguay según la clasificación de Koppen posee características subtropicales húmedo de verano caliente (tipo Cfa), siendo homogénea la característica de ser templado-húmedo (Romero, s.f.), con precipitaciones que oscilan entre 900 mm (en el Suroeste) y 1400 mm (en el Noreste, Corsi, 1978). La temperatura media anual es de aproximadamente 16°C en el Sur y 19°C en el Norte, mientras que la temperatura media mensual varía desde 7°C en julio a 31°C en enero (Romero, s.f.).

La composición florística de los campos naturales presenta una gran heterogeneidad, con más de 450 especies y variedades botánicas (Del Puerto, 1969). De las familias que lo componen la más destacada es la familia *Gramineae* (= *Poaceae*) donde coexisten más de 200 especies entre invernales (C3) y estivales (C4), también integran los campos especies de las familias *Compositae* (= *Asteraceae*), *Leguminosae* (= *Fabaceae*), *Cyperaceae*, *Umbelliferae*, *Rubiaceae*, *Oxalidaceae* (Del Puerto, Rosengurtt, Berretta,

citados por Boggiano y Berretta, 2006).

Como consecuencia de la interacción clima y suelo, la vegetación del Uruguay es predominantemente herbácea, presentando un intrincado mosaico de especies que cambian su frecuencia y sus hábitos morfo fisiológicos según las condiciones geológicas, edáficas, topográficas y de manejo a las cuales se exponen (Berretta, 1996). El pastoreo es el principal factor que mantiene estos campos en disclimax pastoril (Vieira da Silva, citado por Berretta, 1996).

Las temperaturas óptimas de crecimiento para especies C3 y C4 son de 20 a 25°C y de 30 a 35°C respectivamente, siendo la temperatura base para C3 de 5 °C y de 10 a 15°C para C4 (Cooper y Tainton, 1968) determinando que en las pasturas naturales del Uruguay convivan tanto gramíneas templadas (C3), como tropicales (C4).

Se puede afirmar que el tapiz natural presenta una abundancia de especies tipo C4 (estivales) participando en un 60-80% en el recubrimiento del suelo. Estas especies presentan mayor eficiencia en el uso de nitrógeno y agua que las C3 (mayoritariamente invernales), de esta manera presentan mayor adaptación a suelos más pobres y a la sequía debido su dormancia estival. Es por ello que en suelos fértiles y profundos generalmente se ha registrado una contribución mayor de especies invernales (Carámbula, 1997). Las especies invernales, según las temperaturas presentan frecuencias relativamente mayores en los suelos superficiales, pero son hierbas enanas y pastos ordinarios de baja producción.

2.2.1. Importancia de la heterogeneidad vegetal de las pasturas naturales

Según Rosengurtt et al. (1939), la principal causa de variación vegetal en el campo natural es la heterogeneidad del suelo, expresada a través de sus propiedades químicas y físicas. Los suelos de los campos naturales poseen una mayor variación que los suelos de la región agrícola bajo cultivos. La amplia capacidad de adaptación de las plantas y la competencia intrínseca de las mismas, provoca modificaciones en tapiz natural.

Los animales en pastoreo actúan sobre la pastura a través de la defoliación selectiva de las plantas, el pisoteo, de la deposición de heces y orina y de la dispersión de la semilla. De estas actividades la defoliación es la que ejerce mayor poder modificador de la pastura, actuando a través de la frecuencia, intensidad y distribución espacial y temporal en relación al estado fenológico de las pasturas (Harris 1978, Watkin y Clements 1978).

Otro factor a tener en cuenta es el clima. El hecho de que las oscilaciones climáticas afectan en forma diferente a las distintas especies, sugiere que pueda haber fluctuaciones de un año a otro en la proporción de los constituyentes florísticos de la vegetación pratense (Rosengurtt et al., 1939).

La heterogeneidad ambiental (tipo de sustrato, posición del paisaje y profundidad del suelo) determina variaciones estructurales y funcionales de los ecosistemas. Los aspectos estructurales incluyen la cobertura total, la composición específica o de tipos funcionales de las especies, su abundancia relativa y su distribución vertical o estratificación de la biomasa. Los aspectos funcionales hacen referencia al intercambio de materia y energía dentro de un ecosistema. Las características estructurales y funcionales determinan diferencias en cuanto a potencial productivo, fenología, fragilidad y respuesta a perturbaciones (Altesor et al., 2005).

Es importante identificar las comunidades vegetales que se presentan en los campos naturales para lograr realizar un manejo diferencial de las mismas en cuanto a sus requerimientos nutricionales, intensidad y frecuencia de pastoreo (Lezama, 2013). Dentro de ellas es posible establecer una relación entre el porcentaje de especies que las componen y la participación de las mismas al recubrimiento del suelo, relaciones de 30/70 y 20/80 (Ley de Gini-Lorenz) se pueden visualizar en relevamientos realizados en distintas vegetaciones a lo largo del año (Coronel y Martínez 1983, Olmos y Godron 1990b).

De acuerdo al número de especies inventariadas que en general es elevado, alrededor de una decena de ellas por tipo de vegetación, son las que hacen el mayor aporte a la producción de forraje. Algunos autores como Quadros et al. (2017) resaltan que es importante conocer la diversidad de especies de una pastura natural y a su vez realizar un manejo acorde a la ecofisiología de las principales especies. La identificación de las mismas es de particular importancia para seguir la evolución de las comunidades y ordenar el manejo ganadero (Berretta, 1996). Para esto se utiliza la fitosociología ya que identifica patrones en la composición de la vegetación sobre la base de observaciones a campo (Altesor et al., 2005).

En otoño e invierno aumenta la participación relativa de las especies invernales, pero no llega a superar a las estivales. Dentro de las invernales, alrededor del 50% de ellas son hierbas enanas y pastos ordinarios, mientras que los finos son escasos. Este predominio de especies estivales es lo que explica la mayor producción de forraje en primavera y verano (Berretta, 1996).

En resumen, la composición botánica de los campos naturales es

heterogénea y varía de acuerdo al área geográfica del país (Gallinal et al., 1938), al tipo de suelo (Rosengurtt 1943, 1979, Millot et al. 1987, Berretta 1988, Boggiano et al. 2002), incidiendo principalmente la humedad y temperatura del mismo (Aandal y Heerwagen, 1966), y las prácticas de manejo realizadas en los potreros (Rosengurtt 1943, 1946, 1979, Millot et al. 1987, Boggiano et al. 1998).

La heterogeneidad que presentan en la composición florística no es aleatoria, sino que según las variaciones espaciales de los factores ambientales la respuesta de las poblaciones vegetales será diferente, por lo que su producción y distribución, así como la utilización pueden variar de una zona a otra y de un tiempo a otro, causando diferentes comportamientos productivos tanto vegetal como animal (Auerbach y Shmida 1987, Urban et al. 1987, Adler et al. 2001, Batista et al. 2005).

Mantener las mejores especies forrajeras del campo vigorosas, con buena proporción y cobertura es la principal determinante de la sustentabilidad y condición productiva de las pasturas y de los animales que se alimentan de estas (Rosengurtt, 1943).

En ecosistemas donde el hombre está presente se debe incorporar el efecto del pastoreo animal el cual está determinado por las categorías animales, especies y dotación de dichas categorías. Estas medidas de manejo llevan a operar bajo diferentes presiones de pastoreo (intensidades de defoliación, selectividad, y preferencia) las que conjuntamente con el método de pastoreo determinarán la frecuencia y diversidad de especies de un potrero. También debido a la acción del hombre es que la fertilización, quema, desmalezamiento e intersiembra afectan la composición botánica de una pastura (Nabinger y Carvalho, 2009).

Las especies poseen mecanismos de tolerancia y evasión a la herbivoría que interaccionan con la acción del hombre y afectan la composición florística. Debido a esto es que se agrupa las especies por características comunes de respuesta para reducir y simplificar el estudio de las mismas. Para esto el modelo propone utilizar los grupos funcionales. Cada grupo funcional está diferenciado por características morfogénicas, estructurales, fisiológicas y ecológicas (Rosengurtt, 1943).

Las interacciones suelo-clima-hombre-herbivoría afectan a los grupos funcionales y a su proporción. Dichas interacciones no son cuantitativamente estables a mediano plazo ya que tanto el suelo, el clima y las acciones humanas varían en el tiempo direccionando las modificaciones en la vegetación.

La estructura de la pastura y la producción global del pasto determinan el comportamiento ingestivo, el cual conjuntamente con la calidad de la dieta ingerida (dependiente de la composición botánica y su estado) definen el desempeño animal individual (Nabinger y Carvalho, 2009).

En la figura siguiente se esquematizan las relaciones dentro de un ecosistema pastoril controlado por el hombre. Sus decisiones sobre el método y características del pastoreo así como acciones directas sobre la vegetación condicionarán la frecuencia de los distintos constituyentes florísticos de la misma. El conjunto de esos condicionantes antrópicos interactúan a su vez con el tipo de vegetación a través de los mecanismos propios de tolerancia y de escape, determinando alteraciones más o menos significantes en la composición florística según la frecuencia con que esos mecanismos estén presentes en las diferentes especies. Como la heterogeneidad de los campos naturales es tan vasta resulta complejo cuantificar los efectos en cada componente específico (Nabinger y Carvalho, 2009). Por lo tanto se agrupan las especies por características morfogénicas, estructurales, fisiológicas y ecológicas similares. Tales interacciones no son cuantitativamente estables a mediano plazo porque el clima varía, el suelo evoluciona y las intervenciones humanas cambian, de modo que ocurre constantemente una retroalimentación de esa parte del sistema generando nuevos direccionamientos en la sucesión vegetal, pero es mucho menos variable y de utilización más simple que la composición específica.

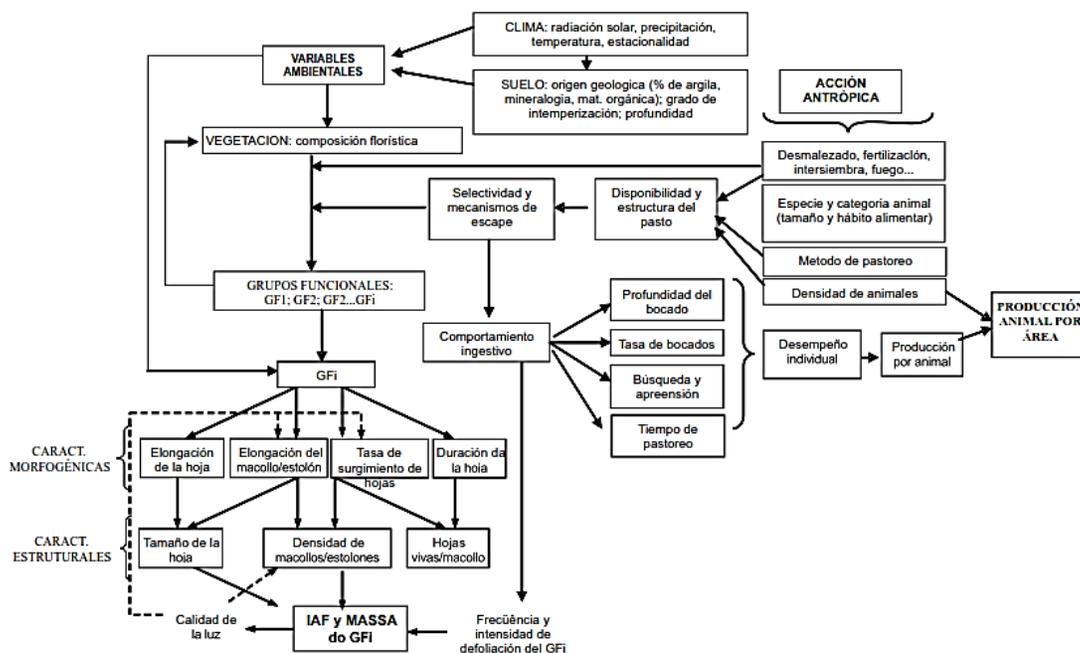


Figura No.1. Propuesta de modelo conceptual de funcionamiento del ecosistema pastoril natural.

Fuente: tomado de Nabinger y Carvalho (2009).

Conway (1987), define la sustentabilidad como la estabilidad de la producción a largo plazo frente a disturbios o períodos de estrés importantes. Esta depende de mecanismos de autorregulación, el mantenimiento de la estructura (resistencia) y la recuperación frente a períodos de estrés y disturbios excepcionales (resiliencia) han sido vinculados positivamente a la heterogeneidad espacial y a la diversidad biológica de los predios. La resiliencia se ve afectada por los factores del pastoreo: momento, frecuencia e intensidad. La sustentabilidad ecológica se explica por un aumento de cobertura de suelo y de materia orgánica, que mejora la estructura del suelo y la tasa de infiltración generando una retroalimentación positiva sobre la producción de forraje y materia orgánica (Pinto et al., 2004).

Dicho esto, la investigación sobre prácticas de manejo capaces de aprovechar la heterogeneidad espacial y la diversidad biológica, serían fundamentales para sistemas pastoriles expuestos a ambientes con elevada variación en el tiempo y espacio (Lattera, 2004).

2.2.2. Distribución estacional del forraje de pasturas naturales

La selectividad de los animales en pastoreo, las temperaturas bajas en invierno que limitan el crecimiento de las especies y el crecimiento de la pastura en primavera-verano que representa el 60-85% de la producción total anual, provocan una acumulación de forraje hacia la estación fría que limita el crecimiento de los pastos invernales y también el suministro de alimento de calidad durante el invierno (Maraschín, 2001).

En estudios realizados por Bottaro et al., citados por Burgos (1974), sobre fertilización de algunos campos naturales del país, se observó una marcada estacionalidad de la producción de forraje para suelos sobre basalto, en los cuales la producción fue máxima en los meses de primavera y otoño siendo que en invierno las bajas temperaturas limitan el crecimiento y en verano el déficit de agua es una limitante en algunos de los suelos sobre basalto (suelos superficiales). Bottaro et al., citados por Burgos (1974) observaron que para pasturas sobre Fray Bentos en el sitio donde se realizó el ensayo se presentó una mayor producción de forraje en verano, siendo muy similares las producciones de primavera y otoño.

2.2.3. Producción y distribución del forraje en suelos sobre basalto

La Región Basáltica con una superficie de cuatro millones de hectáreas es el área agroecológica más grande del país, representando el 21% del territorio nacional, abarcando la zona Norte y Oeste del Uruguay (MAP. DSF, 1979). Lana y carne son los rubros fundamentales en la estructura productiva de la zona y a pesar de los bajos rendimientos históricos obtenidos, dada su extensión, significan un alto volumen del producto nacional.

Los suelos de dicha región se desarrollaron sobre derrames basálticos y pueden clasificarse según el grado de desarrollo en superficiales y profundos. Los suelos superficiales (Litosoles) presentan un perfil menor a 30 cm, lo que provoca una baja capacidad de retención de agua, por lo tanto un alto riesgo a la sequía y erosión, que limitan su uso para cultivos (Durán, 1985). Los Litosoles más importantes son: Litosoles negros y Litosoles pardo rojizos. Los suelos profundos que se encuentran en esta región presentan perfil desarrollado de color oscuro, alta fertilidad natural y profundidad que puede superar el 1m. Los tipos de suelos principales son: Brunosoles y Vertisoles (Durán, 1985).

En las pasturas naturales de la Región Basáltica en suelos de mayor profundidad se destaca la presencia de pastos finos invernales como *Bromus auleticus*, *Stipa setigera* y *Poa lanigera* (Boggiano, 2003). La producción promedio de forraje de los campos naturales de dicha región es de 4700 kg MS/ha/año, dependiendo de la profundidad de los suelos, suelos muy superficiales presentan una producción de 800 kg/MS/ha/año, mientras que suelos profundos presentan una producción entorno a los 4700 kg MS/ha/año (Castro 1980, Berretta 1998b).

Por lo tanto, debido a lo expresado anteriormente es importante concluir que en la producción de forraje de pasturas naturales, es tan importante la producción como la distribución de la misma a lo largo del año, las cuales varían de acuerdo al tipo de suelo y composición botánica del tapiz (Burgos, 1974).

2.3. MACRONUTRIENTES

La investigación ha demostrado resultados positivos en el uso de fertilizantes en los campos naturales. Cuando las condiciones de fertilidad de suelo son bajas es una opción factible el uso de fertilizantes para complementar correctos manejos del campo natural. Pero se sabe que las respuestas son muy variables según composición botánica actual de la pastura, tipos de suelo, variaciones climáticas, tipo de fertilizantes y método de incorporación, además de las múltiples interacciones con el manejo pre y post fertilización: tipo y categoría animal, intensidad de pastoreo y duración entre otros (Pinto et al., 2004).

Ayala y Carámbula (1994) estudiaron la respuesta de la producción anual de forraje (kg MS/ha) de campo natural al agregado de N, P y K. Los resultados obtenidos mostraron falta de respuesta al agregado de P y K y un significativo aumento frente al aporte de N. Este comportamiento se vio modificado cuando los tres elementos primarios fueron agregados conjuntamente, constatándose incrementos muy importantes (253 a 300%) por efectos de la interacción entre dichos nutrientes.

Castells (1974), encontró para un basalto superficial interacción positiva al agregado de NP en invierno, verano y primavera. En las tres estaciones analizadas se encontró respuesta significativa al N, tanto para el coeficiente lineal como para el cuadrático, determinando que el N, de los tres nutrientes evaluados (N, P, K), es entonces el que más limitó el crecimiento de pasturas en estos suelos. Sin embargo, no encontró diferencias significativas en la interacción con NP en la producción de forraje por estaciones.

2.3.1. Potasio

Los suelos de la región basáltica presentan buenas concentraciones de potasio debido a altos contenidos y tipo de arcilla, capacidad de intercambio de cationes, entre otros (Hernández, citado por Hernández et al., 2009), por lo que no es necesaria la aplicación de este nutriente en los campos naturales sin historia de extracciones importantes de forraje (por ejemplo en forma de fardos) como fue demostrado por Bottaro y Zavala (1973).

Los niveles críticos son de 0,25 meq/100 gr de suelo para texturas medias a pesadas (Hernández et al., 2009).

2.3.2. Fósforo en suelo y efectos generales en las plantas

El contenido de fósforo en la solución del suelo según Zamalvide (1999) es muy baja, ubicándose en el orden de 0,05-0,2 ppm, lo que significa alrededor de 50 g/ha en los primeros 20 cm de un suelo con buena humedad. Hernández et al. (1995) registran valores de 5 ppm en áreas de basalto. Sin embargo, datos de Ferrando (2013) indican valores de 3,6 ppm de P en los primeros 25 cm de suelo en dicha región.

Como ventajas principales de los compuestos fosfatados frente al N se menciona la relativa estabilidad en el suelo y que no se pierde por lixiviación o volatilización. Presenta alta estabilidad y baja solubilidad por otro lado, al igual que el N, los niveles alcanzados por fertilización irán disminuyendo con el tiempo (Ferrando, 2013).

La cantidad de P que absorben las plantas está determinada fundamentalmente por la concentración de P que el suelo es capaz de mantener en la solución a través del equilibrio que se establece cuando las raíces lo retiran y las fracciones lo reponen (fracción lábil, Ferrando, 2013).

El fósforo está involucrado en procesos metabólicos que implican liberación de energía, dicha energía se almacena en el adenosintrifosfato (ATP) mediante enlaces de fósforo. Esta energía es utilizada para procesos de síntesis o de absorción activa de iones en la raíz de las plantas (Puig y Ferrando 1983, Hernández 1999, Morón 1999). También dicho nutriente está involucrado en procesos como ser la división celular, floración, fructificación y formación de semillas (Hernández, 1999).

2.3.3. Nitrógeno en suelo: cantidad y formas

El porcentaje de nitrógeno total en el horizonte superficial de los suelos del país en general está en el rango de 0,1 a 0,3%, siendo la textura un elemento determinante. El 98% del N total que se encuentra en el suelo está en forma orgánica. El N disponible para las plantas se encuentra en forma inorgánica como NH_4 y NO_3 .

La relación entre las formas orgánicas e inorgánicas en el suelo se da a través de procesos biológicos que son realizados fundamentalmente por la biomasa microbiana siendo claves en el ciclaje de nutrientes del suelo (Smith, 1994). La actividad microbiana se ve afectada por factores ambientales como humedad y temperatura generando fluctuaciones entre y dentro de las estaciones.

En sistemas no alterados por el hombre la mayoría del nitrógeno inorgánico que toman las plantas es derivado de la materia orgánica del suelo, la cual tiende a permanecer relativamente constante de acuerdo con el clima, tipo de suelo y tipo de cobertura vegetal (Perdomo y Barbazán, 1999).

En Uruguay Díaz Roselló (1992) demostró que con la incorporación de leguminosas en sus tapices naturales es posible levantar los niveles de N en suelo por FBN además de mejorar la calidad del alimento.

2.3.4. Nitrógeno en el ecosistema pastoril

Para mantener en equilibrio la producción de forraje hay que tener en cuenta el balance de N a largo plazo.

$$\text{Entrada de N} - (\text{pérdidas de N} + \text{ganancia en el ecosistema de N}) = 0$$

Diferentes cambios, como por ejemplo presión de pastoreo o fertilización nitrogenada, resultarán en un movimiento del sistema hacia un nuevo nivel de equilibrio del N total del ecosistema.

Las mayores vías de pérdidas de N en ecosistemas pastoriles son los propios animales (productos, retención, transferencia), volatilización de amonio y lixiviación. Al aumentar la utilización de pasturas se reduce el reciclaje de N a través del mantillo (hojas muertas) y se incrementa la dependencia de plantas de la mineralización de la materia orgánica del suelo y las excretas animales para cubrir sus requerimientos de N (Morón, 1996).

Si se pretende mantener un aumento en la productividad, la implementación de prácticas de manejo para incrementar el ciclaje de N deben ir acompañadas por prácticas que incrementen las ganancias de N en la pastura (fertilización, fijación biológica) para que el balance del sistema esté en equilibrio o sea positivo. También es importante tener en cuenta el impacto ambiental al incrementarse las pérdidas de N.

El impacto del manejo en el ciclo del N y la productividad de las pasturas necesitan ser consideradas tanto en el corto plazo como en el largo plazo. Por ejemplo, el aumento de la presión de pastoreo puede determinar un aumento en la tasa de reciclaje de N en el corto plazo pero esto resultará en un aumento en las pérdidas y cambios en la composición botánica que eventualmente puede llevar a una menor productividad posterior (Bromfield y Simpson, citados por Alano y Mariscano, 2012).

2.3.5. Nitrógeno en planta absorción y metabolismo

Una vez en la planta la mayor parte del N se encuentra en forma orgánica, mientras que las formas inorgánicas representadas principalmente como ion nitrato son de escasa magnitud (Perdomo y Barbazán, 1999).

Las formas más comúnmente absorbidas son los iones amonio (NH_4) y nitrato (NO_3). La urea $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ en algunos casos también puede ser absorbida por las plantas. Independientemente de cómo las plantas lo absorban, el N es transformado en el interior de las mismas a las formas de NH_3 , o NH_2 . Una vez reducido, este nitrógeno forma compuestos más complejos los que finalmente formarán proteínas, las cuales cumplen en las células vegetales una función principalmente funcional y estructural. La mayoría de éstas son enzimas que funcionan como catalizadoras y directores del metabolismo; el nitrógeno además es parte integral de la molécula de clorofila (Tisdale y Nelson, 1966).

2.3.6. Efecto del nitrógeno en variables morfogénicas y estructurales

Para la implementación de diferentes estrategias de manejo se deben tener en cuenta, al menos en parte, las características morfogénicas de las especies dominantes del tapiz (Escuder, 1997).

Para pasturas templadas en condiciones vegetativas se definieron características morfogénicas, las cuales están directamente influenciadas por el ambiente y determinadas genéticamente: tasa de aparición foliar (TAF), tasa de elongación foliar (TEF) y vida media foliar (VMF, Chapman y Lemaire, 1993).

Altas aplicaciones de nitrógeno incrementan la producción de forraje como consecuencia del aumento en las tasas de crecimiento y elongación, área foliar y densidad de macollos (Laidlaw y Steen, 1989). Las modificaciones en la TEF son función de la división celular y la elongación celular (Volenc y Nelson 1983, Mcadam et al. 1989). La adición de nitrógeno en la TEF modifica el número de células epidérmicas producidas por día, mientras que el largo celular permanece constante variando con el agua (Volenc y Nelson 1983, Mcadam et al. 1989, Gastal et al. 1992).

En condiciones naturales se ha observado que la aplicación de nitrógeno tiene nulo efecto sobre la TAF (Anslow 1966, Davies 1971, Whitehead 1995). Sin embargo, Lattanzi et al., citados por Azanza et al. (2004), observaron que la fertilización nitrogenada en raigrás, determinó una tasa de aparición de hojas más rápida con dosis de 50 N y 100 N en relación a 0 N; para dosis 150 N y 250 N no hubo efecto sobre dicha tasa.

La deficiencia de nitrógeno reduce levemente la VMF (Gastal y Lemaire, 1988). Debido al efecto que tiene la nutrición nitrogenada sobre la TEF y sobre el tamaño de hoja, la tasa de senescencia aumenta en términos absolutos con el nivel de fertilización nitrogenada (Mazzanti y Lemaire, 1994).

Respecto a las variables estructurales de la pastura, las que se modifican con el agregado de nitrógeno son: el tamaño final de las hojas (largo, ancho medio, espesor y peso de lámina), largo del pseudotallo y tallo, densidad y peso promedio de los macollos (Ryle 1964, Wilman y Mohamed 1980, Nelson y Zarrough 1981, Wilman y Pearse 1984, Laidlaw y Steen 1989, Mazzanti et al. 1994, Whitehead 1995, Marino 1996).

2.3.7. Efecto del nitrógeno y fósforo en producción de forraje y variabilidad en la producción

La producción de campo natural es una consecuencia del equilibrio existente entre el tipo de suelo, la fertilidad del mismo, el tipo de especies presentes que componen el tapiz y las condiciones ambientales que ocurren en cada lugar en particular.

El incremento en el suministro de nitrógeno mediante la fertilización afecta la productividad de la pastura por sus efectos directos sobre la fisiología y morfología de las plantas forrajeras, el nivel de respuesta en crecimiento está ligada al medio ambiente (Wilman y Wright 1983, Whitehead 1995) y a prácticas de manejo. Con respecto a esto último es sabido que la oferta de forraje tiene

interacción significativa con la fertilización nitrogenada (Boggiano et al., 1998).

Según Hoglund y Miller (1952), aplicando 32 y 40 kg/ha anuales de N y P respectivamente, durante cinco años observaron un incremento en la producción de forraje, aumentando su período de crecimiento y tasa de rebrote.

Por su parte Rogler y Lorenz (1957), también observaron una mayor tasa de rebrote de la pastura. A su vez, encontraron interacción entre la carga animal y la fertilización nitrogenada.

Lodge (1959), observó un marcado efecto año en la respuesta en producción de forraje de una pastura natural al agregado de 32 kg de N/ha, donde se obtuvo diferencias significativas al segundo año y no en el primero.

Mason y Militimore (1959), trabajando con fertilización nitrogenada encontraron que las aplicaciones incrementaron rápidamente la producción de forraje, y este efecto se acrecentaba con el paso de los años (65 y 154% superior al testigo para el primer y segundo año respectivamente). A pesar de esto, los autores concluyen que se debe prestar atención al hecho de que en algunas localidades no se observó respuesta, y que este comportamiento puede deberse, entre otros factores, a la textura de los suelos como así también a las pobres condiciones de la pastura.

Norman (1962) informa que en 1956-57 hubo una marcada respuesta al N y al P cuando se les aplicó en conjunto. En 1957-58 la tendencia general de la respuesta y el nivel de significación para los efectos primarios y la interacción fueron similares, aunque la respuesta del P se manifestó solamente a los más altos niveles de N.

Johnston et al. (1969) trabajando sobre campos naturales, encontraron que los incrementos de rendimiento respecto al testigo fueron de 10% para las parcelas con fósforo, 53% para las parcelas con nitrógeno y de 15% para las parcelas tratadas con NP.

En estudios realizados sobre pasturas naturales en la Universidad de Santa María (RS), utilizando aplicaciones de urea en cobertura a dosis de 0, 100, 200 y 300 kg de N/ha, se encontraron diferencias significativas ($P < 0.01$) para los efectos de las dosis de N. Se verificaron respuestas en producción de MS hasta con 300 kg de N/ha, lo cual demuestra que no se llega al potencial de respuesta del campo natural a estas dosis. Con aumentos en niveles de fertilizante la eficiencia disminuye al igual que el porcentaje de recuperación del N (Cabreira et al., 1988).

Se ha observado respuesta positiva al agregado de fósforo en los

campos de la región del Cono Sur aumentando la frecuencia de leguminosas nativas generando aumentos en la producción y calidad de forraje (Ben et al. 1998, Dutra et al. 1998, Gomes et al. 1998a, Royo y Mufarrege, Royo y Pizzio, Porta et al., citados por Ayala y Bendersky 2017).

Específicamente en el Uruguay Risso y Saovino, citados por Burgos (1974) en un ensayo realizado sobre campo natural en suelo profundo del basamento cristalino, observaron un aumento de casi 100% en la producción de forraje total con la aplicación de 125 kg de P/ha Cabe destacar que la estacionalidad de la producción no fue alterada por la fertilización, aunque se vio que el campo fertilizado tuvo mejor producción de forraje en todas las estaciones siendo en primavera mayor la respuesta.

Risso y Saovino, citados por Burgos (1974), en otro ensayo no observaron una respuesta importante a aplicaciones anuales inferiores a 40 kg de P/ha. Con mayores dosis encontraron un aumento lineal en la población de leguminosas, una clara disminución del porcentaje de malezas conjuntamente con la desaparición del suelo descubierto.

Bemhaja (1994), en un ensayo realizado para evaluar el efecto del nitrógeno sobre la producción del campo natural sobre areniscas de Tacuarembó, en el cual se fertilizó a inicios de primavera hasta inicios del verano con los siguientes tratamientos: 0, 40, 80 y 120 unidades de N/ha obtuvo una producción 72% superior para el primer año y 89% superior para el segundo año de fertilización con dosis de 120 kg /ha de N. Además, dicha fertilización provocó cambios en la distribución vertical de la materia seca, observándose un mayor aporte en el estrato superior del tapiz. Un ensayo similar de Bemhaja (1994) sobre basalto profundo, fertilizando a principio de otoño y a mediados de primavera, con iguales dosis que el ensayo anterior, reporta aumentos de la producción a partir del segundo año. La mayor respuesta se obtuvo con agregado de 120 unidades de N/ha y fue de un 83%.

La respuesta a la fertilización nitrogenada depende en gran medida del efecto año. En este sentido Ayala y Carámbula (1994), afirman que dicha variabilidad en la respuesta se debe a fluctuaciones en la disponibilidad del nutriente y a la eficiencia de uso del mismo, apuntando a minimizarla mediante el fraccionamiento de las aplicaciones de fertilizante nitrogenado.

Berretta (1998b) reporta diferencias crecientes entre tratamientos fertilizados con NP y el testigo que se incrementan a medida que aumenta el número de años de aplicaciones. Los valores, en tres años consecutivos, fueron de 27, 54 y 75% superiores en los tratamientos fertilizados por año.

García Pintos et al. (2016) reportaron que la producción de forraje al igual que todas las variables estudiadas de la pastura, no mostraron respuesta frente a los tratamientos que se probaron, los cuales fueron: 1) testigo (Campo natural), 2) campo natural mejorado + 100 kg/ha de 7-(40/40)-0 + 4% S, 3) Fertilización nitrogenada con 60 kg/ha/año de N + 100 kg/ha de 7-(40/40)-0+ 4% S (60 kg de N) y 4) fertilización nitrogenada con 120 kg/ha/año de N + 100 kg/ha de 7-(40/40)-0+ 4% S (120 kg de N).

A pesar de esto, en general no hay respuestas significativas para el agregado de fósforo en el Uruguay (Mas et al. 1991, Ayala y Carámbula 1994) ya que si bien permite un aumento en el porcentaje de leguminosas nativas, este es muy lento y de escasa magnitud resultando insuficiente para promover un incremento importante en la producción de forraje de las gramíneas en la zona basáltica.

Diversos estudios concluyen que para que tenga un mayor impacto la respuesta de la fertilización nitrogenada en campo natural es necesario corregir las deficiencias de fósforo (O'Connor 1961, Mufarregue et al. 1981, Pizzio et al. 2002) llevando al suelo a valores de 8 a 10 ppm de P Bray en suelo (Hernández, 1999).

2.3.8. Efecto del nitrógeno y fósforo sobre la estacionalidad de la producción

La temperatura, distribución de las precipitaciones, pasaje de las plantas de estado vegetativo a reproductivo y la frecuencia e intensidad de defoliación modifican la distribución de la producción de forraje. Esto es importante ya que la capacidad de carga de la pastura está limitada por la productividad en los meses de menor crecimiento (Escuder 1997, Parsons, citado por Larratea y Soutto 2013). Sin embargo, de estas variables mencionadas sólo la intensidad de pastoreo es controlable (y sólo en cierta parte) por el hombre.

Otra forma de influir en la distribución estacional de forraje, para disminuir el desbalance energético de alimento en el invierno y así poder aumentar la capacidad de carga global del sistema, es con la fertilización nitrogenada en momentos estratégicos: otoño y fin de invierno.

Bottaro y Zavala (1973), Díaz Zorita (1997), catalogan al nitrógeno como una herramienta de manejo capaz de modificar la distribución anual del forraje homogeneizándola y cubriendo parcialmente el déficit invernal.

Ayala y Carámbula (1994), concluyen de sus investigaciones que el uso

de nitrógeno magnifica la ya conocida estacionalidad del campo natural. Argumentan que las pasturas naturales del Uruguay se constituyen principalmente por especies estivales, por lo tanto es probable esperar mayores respuestas en los meses de primavera, verano y otoño. Respecto al invierno indican que si bien se registran efectos favorables del N, estos son pequeños en términos absolutos.

La fertilización nitrogenada primavero-estival aumenta las producciones de materia seca total en verano, cuando las condiciones ambientales promueven mejores condiciones de crecimiento. El efecto residual de esa fertilización sobre la producción de otoño es baja, pues las menores temperaturas tienen mayor peso en la producción de forraje de las pasturas naturales que el aumento residual en la disponibilidad de nitrógeno (Boggiano et al., 2002).

Bottaro y Zavala (1973), midieron la respuesta al nitrógeno y al fósforo en suelos de basalto superficial y profundo. Observaron para el primer tipo de suelo que salvo en el invierno ocurrió alta respuesta a la aplicación de fertilizante nitrogenado, siendo éste el que más limitó la producción. En el suelo profundo también el factor más importante en limitar la producción fue el nitrógeno y, salvo en el verano, en las demás estaciones de crecimiento se encontró una respuesta muy alta a este nutriente. En los dos suelos se dio una marcada estacionalidad en la producción de forraje y en la respuesta a la fertilización, alcanzando los mayores niveles de producción en primavera y otoño.

En un experimento sobre fertilización nitrogenada y fosfatada a distintas dosis sobre suelos profundos de Yaguarí, Burgos (1974), encontró que para ambos tipos de suelos existe una marcada estacionalidad de la producción de forraje del campo natural sin fertilizar con una mayor producción en verano y una menor en invierno. Bajo condiciones de fertilización en ambos campos, observó que la estacionalidad de la producción es más marcada con un aumento en la producción total de forraje.

En un ensayo reportado por Berretta et al. (1998a), realizado en pasturas naturales desarrolladas sobre la Unidad Queguay Chico, la tasa de crecimiento diario en el período otoñal y en el período invernal fue mayor en los tratamientos con fertilización (92 unidades de N/ha/año y 44 unidades de P₂O₅/ha/año; aplicada fraccionada 50% en inicio de otoño y 50% en fin de invierno) que, en los no fertilizados, lo que se expresó en una mayor producción de forraje anual.

Rodríguez y Rodríguez (2017), con un experimento muy similar a este

último, encontraron modificaciones en las tasas de crecimiento de los tratamientos con N 100 respecto a N 0. La superioridad promedio de los 15 años fue de 44% en invierno, 41% en primavera, 12% en verano y 10% en otoño. Cabe aclarar que las diferencias comenzaron a ser notorias recién en el año 4 de evaluación.

Evaluando dos niveles de nitrógeno, 60 y 114 kg/ha de N, Larratea y Soutto (2013), no encontraron diferencias significativas en la producción de forraje invernal mientras que el nivel alto de nitrógeno produjo un 24.2% más forraje en primavera.

Álvarez et al. (2013) observaron que la estacionalidad de la producción de un campo natural disminuye o aumenta en función del nitrógeno agregado según la oferta forrajera que se maneje. En este sentido, a altas ofertas de forraje (OF) la estacionalidad es poco sensible al agregado de N presentando una leve tendencia a aumentar debido a que se difiere mucho forraje en pie al otoño y este interfiere con el rebrote de las especies invernales, siendo que en cambio a OF medias y bajas, la estacionalidad disminuye a medida que aumenta el nivel de N.

Casalás et al. (2017) aplicando la fertilización en otoño e invierno, observaron al igual que Rodríguez y Rodríguez (2017), que la estación con mayor aumento en la producción de materia seca es primavera, y concluyen que esta respuesta determina el aumento de la producción total del año.

2.3.9. Efecto del nitrógeno y fósforo sobre la composición botánica

El comportamiento relativo frente a distintos niveles de fertilidad afecta no solo la productividad anual y estacional del campo natural, sino que conduce a una relación diferente entre especies. De esta forma un incremento en el nivel de fertilidad trae aparejados cambios botánicos en la pastura, favoreciendo las especies de mayor respuesta, las que una vez levantada la limitante se tornan competitivas (Ayala y Carámbula, 1994). Aunque existe efecto residual de la fertilización nitrogenada como mencionan Gomes et al. (1998a), con la elección del momento de la misma se está promoviendo las especies que se encuentran en pleno crecimiento.

El “disturbio” provocado por la fertilización lleva a la vegetación a un nuevo punto de equilibrio (Berretta et al., 1998a). Generalmente se necesitan de varios años para que sean claros los cambios en composición botánica a los efectos de la fertilización (Pinto et al., 2004).

Berretta et al. (1998a) observaron que en el campo natural siempre predominan las especies estivales y que la participación de las especies invernales al recubrimiento del suelo se incrementa en los tratamientos fertilizados. Esta evolución fue significativa a partir del segundo año de fertilización (Bemhaja et al., 1998).

Según la bibliografía consultada, hay datos que sostienen que la fertilización nitrogenada provoca cambios en la composición botánica del tapiz. En pasturas naturales se ha observado reducciones en la proporción de gramíneas poco productivas, leguminosas y dicotiledóneas no leguminosas (Sandford 1979, Whitehead 1995).

Cooper (1956), estudió la influencia del sulfato de amonio y el nitrato de calcio, aplicado en otoño y en primavera a varios niveles, sobre la composición botánica de pasturas durante un cierto período del año permanecían inundadas. La fuente, como así también la dosis de nitrógeno aplicada, influyeron sobre la composición botánica de uno de los sitios donde se llevó a cabo el experimento. La aplicación de dosis crecientes de nitrógeno produjo un aumento en la producción de *Juncus sp* y *Carex sp* mientras que redujo la producción del trébol.

Wayne et al., citados por Bottaro y Zavala (1973) trabajaron sobre dos tipos de campos explicados a continuación. Uno virgen, en el que se eliminaron las malezas durante varios años; el otro campo degradado y abonado, que fue poblado nuevamente por gramíneas nativas durante un período de 20 años o más. De ellos concluyeron que la producción de malezas para 1957-58 fue de 16% en el campo degradado no fertilizado, mientras que al fertilizarlo el porcentaje fue de 50%. En el campo virgen el porcentaje de malezas en los dos años fue de 22% para el campo no fertilizado y 42% para el fertilizado.

Liiv (1966), registró como resultado de la fertilización con NPK y cortes para heno un decrecimiento en el número total de especies que integraban la pastura natural de 70 especies a 50 en seis años, y al décimo año existían solamente 40 especies. La fertilización principalmente con nitrógeno y potasio (NK), aumentó hasta el sexto año el desarrollo de leguminosas. Además de las leguminosas y gramíneas valiosas, las gramíneas postradas rizomatosas tendieron a aumentar dando por resultado pasturas densas de gramíneas cortas. A partir del sexto año, las leguminosas comenzaron a decrecer con las aplicaciones. Por último, se observó una disminución en las gramíneas estoloníferas y rizomatosas, y un incremento en las gramíneas de porte alto. En este caso los autores sostienen que la tasa de cambio de las pasturas naturales dependió, fuera de las condiciones metodológicas del ensayo, de la fertilidad inicial, de la intensidad de la fertilización, de las condiciones de humedad, así

como de la cantidad de especies valiosas originalmente presentes en la pastura.

Las investigaciones realizadas por La Estanzuela desde 1967, han demostrado que la fertilización del campo natural con fosfatos, si bien permite un pequeño aumento en el porcentaje de leguminosas nativas, este es muy lento y además resulta insuficiente para promover un incremento importante en la producción de forraje de las gramíneas en la zona basáltica (Jones, 1961).

Castro et al., citados por Burgos (1974) en un ensayo donde instalaron en el año 1967 ocho áreas experimentales para evaluar el efecto de la fertilización con fosfatos sobre la producción y composición botánica de las pasturas naturales sobre suelos superficiales negros, luego de cuatro años de comenzada la fertilización anual, observaron un incremento de las leguminosas nativas aún luego de la aplicación total de 1000 kg/ha de hiperfosfato. Además realizando cortes repetidos redujeron el contenido de malezas del campo natural y éste efecto fue mayor en el campo natural fertilizado.

Castro et al., citados por Burgos (1974) en otro ensayo sobre el mismo tipo de suelo (superficiales), en donde compararon diferentes fuentes fosfatadas (superfosfato, hiperfosfato y trifosfato), con aplicaciones anuales de 50, 150 y 250 kg de P_2O_5 /ha, encontraron luego de cuatro años de iniciado el experimento que no hubo diferencias entre fuentes ni entre niveles aplicados para la producción de forraje en suelos rojos y negros. Cabe destacar un importante incremento en las leguminosas nativas principalmente de las pasturas naturales sobre suelos negros.

Ginzo et al. (1982, 1986) trabajando con distintos niveles de fertilización nitrogenada y fosfatada en pastizales observaron cambios en la composición botánica e incrementos en la acumulación de materia seca.

Boggiano y Berretta (2006) observaron que la riqueza específica del campo natural se incrementó con los tratamientos de fertilización NP. Resultados contradictorios obtuvieron Koukoura et al., citados por Larratea y Soutto (2013), en donde la riqueza de especies disminuyó a causa de la aplicación de NP.

En un promedio de quince años, Rodríguez y Rodríguez (2017), observaron cambios en la participación de especies en N100 respecto a N0: aumento de 25% en gramíneas invernales (las cuales se componían principalmente de *Bromus auleticus*, especie de tipo productivo fino) y reducciones de 29% en gramíneas estivales, 36% en malezas y leguminosas y de 40% en otros componentes.

Boggiano et al. (1998), Berretta et al. (1998a) obtienen aumentos de la cobertura de ciperáceas en respuesta a niveles de nitrógeno. Por otro lado, Gomes et al. (1998b) reportaron disminución de especies de la familia *Cyperaceae* con la fertilización nitrogenada. Estas diferencias dependerán del momento en el que se realice la fertilización de acuerdo a los ciclos de cada especie. Gomes et al. (1998b) reportaron un gran aumento en la frecuencia de las leguminosas nativas, especialmente *Desmodium incanum* cuando se combina el efecto de la fertilización de nitrógeno con períodos de descanso en invierno y primavera o verano. Respuestas contradictorias reporta Boggiano (2000), donde la contribución de las leguminosas se reduce con la fertilización nitrogenada como consecuencia del aumento en la competencia de las gramíneas y ciperáceas.

Larratea y Soutto (2013), reportan que si bien la composición florística del campo del litoral sobre el que trabajaron estuvo más asociada a las estaciones que a las dosis de nitrógeno probadas, es posible delinear ciertas generalidades: las parcelas con niveles de 60 kg/ha presentaron una mayor asociación con gramíneas perennes estivales y hierbas perennes estivales, con una moderada promoción de las especies invernales. Con fertilización otoño-invierno y altas dosis (114 kg/ha de nitrógeno) encontraron una mayor participación de gramíneas perennes invernales, mientras que observaron que trabajando con ofertas de forraje demasiado bajas (2% OF) que ocasionen un aumento considerable del suelo desnudo, es esperable que ocurra un aumento de hierbas invernales, tanto anuales como perennes.

García Pintos et al. (2016) reportan que al analizar la composición botánica estivo-otoñal al agregado de NP no se encuentran cambios significativos adjudicables a los tratamientos analizados (60 kg/ha de N y 120 kg/ha de N). Igualmente se constata cierta tendencia a mejoras en la contribución de las especies invernales y estivales tiernas-finas los tratamientos con alguna intervención. La fertilización NP otoñal conllevaría en el mediano plazo a un aumento en la participación de especies estivales de tipo productivo tierno y fino, así como a un incremento de la fracción representada por leguminosas, malezas enanas y malezas menores.

En un ensayo realizado en la Universidad Federal de la Pampa, en el municipio de Dom Pedrito, RS, por Albuquerque et al. (2017), se midió el efecto de la fertilización otoñal sobre una pastura natural. Los tratamientos fueron los siguientes: testigo, 150, 300 y 450 kg/ha de fertilizante (5% nitrógeno, 20% P₂O₅ y 30% de K₂O) donde se evaluó la producción de materia seca y composición botánica. Para ninguna de estas dos variables se encontraron diferencias significativas. Las especies que se identificaron con mayor cobertura relativa fueron: *Sporobolus indicus*, *Paspalum notatum*, *Desmodium incanum*,

Eragrostis plana, *Axonopus affinis*. Los autores remarcan que estos resultados pueden ser explicados por el corto período de evaluación: un año.

Las gramíneas perennes han evolucionado en ambientes de baja disponibilidad de nitrógeno, mientras que las anuales lo hicieron en ambientes de alta disponibilidad de este nutriente (Young et al., citados por Larratea y Soutto, 2013), es por eso que al fertilizar éstas aumentan su contribución en desmedro de las perennes (Ayala y Carámbula 1994, Young et al., citados por Larratea y Soutto 2013).

Respecto al efecto residual del nitrógeno Cardozo et al. (2008) observaron que a tres años de la última fertilización en los tratamientos con dosis altas de nitrógeno se mantiene una mayor contribución de especies anuales, lo que indicaría una degradación de la pastura y desestabilización de las comunidades naturales al existir sustitución de especies perennes por anuales.

2.3.10. Eficiencia de utilización del nitrógeno

Se debe destacar que la respuesta a la fertilización nitrogenada es muy variable entre años. Dichas variaciones referentes a disponibilidad y eficiencia del nitrógeno son menores en condiciones de aplicaciones suficientemente fraccionadas para minimizar las pérdidas (Ayala y Carámbula, 1994). La respuesta al agregado de nitrógeno es variable entre tipos de campo, momento de aplicación y frecuencia de defoliación de la pastura, presentando valores de 1.5 kg MS/kg de N en tapices estivales en invierno, mientras que en primavera y verano aumentan a 14 kg MS/kg de N (Ayala y Carámbula, 1994).

Berretta et al. (1998a) para campos ubicados sobre basalto reportan respuestas de 7,5 kg MS/kg N en el primer año y de 22,3 y 23 kg MS/kg de N en los dos años siguientes.

Resultados similares encontraron Rodríguez y Rodríguez (2017) en el promedio de 15 años (2002-03 a 2016-17) fraccionando 100 kg de N en otoño-invierno siendo de 26,4 ±13,4.

Zanoniani (2009), obtuvo eficiencias de fertilización de 16 kg MS/kg de N, similares a las encontradas en pasturas sembradas.

2.3.11. Factores que afectan las pérdidas de nitrógeno

La respuesta a la fertilización se ve afectada en gran medida por el momento de fertilización. Esto se debe a que la respuesta dependerá de la composición botánica presente en el campo, del tipo de suelo y el potencial del mismo y de las condiciones climáticas presentes al momento de la fertilización.

2.3.11.1. Efecto de la temperatura y dosis de aplicación

Generalmente cuando se incrementan las dosis de urea aplicadas en la pastura se produce un incremento en la pérdida de nitrógeno por volatilización (Bottaro y Zavala, 1973). Overrein y Moe (1967), en un experimento donde estudiaron el efecto de la temperatura sobre la tasa de hidrólisis de la Urea, utilizando dos temperaturas: 28°C y 4°C, observaron que la volatilización se incrementó con el aumento de las dosis de aplicación de urea a ambas temperaturas de incubación y dichos incrementos se hicieron en forma curvilínea, representando una ecuación de segundo orden con respecto a las dosis de urea aplicadas.

La volatilización aumenta con el aumento de la temperatura. Wahhab et al. (1960) estudiaron la nitrificación como vía alternativa a la volatilización del NH_3 , en donde observaron que con un aumento en la concentración de nitrógeno (como urea), se produjo un incremento en la cantidad de nitrógeno nitrificado, pero el porcentaje de urea nitrificada decrece en su concentración.

Volk (1966), luego de aplicar masivamente urea, detectó la acumulación de NO_2 , lo que podría ocurrir por haberse superado el pH 7,7 el cual se considera como umbral, ya que luego de dicho pH ocurre la inhibición del pasaje de nitritos a nitratos.

2.3.11.2. Efecto de la humedad y profundidad de aplicación

En un experimento Overrein y Moe (1967), en suelos a dos niveles de humedad, reportan que la localización de la urea no tuvo efecto significativo sobre la tasa de hidrólisis, pero sí hubo efecto sobre la volatilización del amonio. Las pérdidas por volatilización fueron inversamente proporcionales a la profundidad de aplicación y al contenido de humedad del suelo, esto sucede quizás porque la alta solubilidad del NH_3 en agua reduciría la cantidad de NH_3 volatilizado.

En un trabajo de Ernst y Masey (1960), los autores trabajando sobre un suelo franco-limoso, de pH 6,5 (ajustado por CaCO_3), a una humedad equivalente a 21% y una dosis de urea de 112 kg/ha de N, observaron que las pérdidas de amonio descendían cuando se mezclaba la urea con capas de suelo de mayor espesor. Por lo que concluyen que la adecuada ubicación del fertilizante bajo el nivel del suelo ayudaría a minimizar las pérdidas por volatilización.

Low y Piper (1961) determinaron que un 50% de la urea puede ser recuperada como amoniaco en 5 o 6 días (urea cristalina) sobre suelos húmedos, con aplicaciones de por lo menos 67 kg/ha de N. Las pérdidas de nitrógeno como amonio, a su vez podrían ser reducidas mezclando la urea con un superfosfato por ejemplo. Aplicando urea y superfosfato en una relación 1:1 aportando 168 kg/ha de N en cobertura sobre un suelo franco, húmedo de pH 6,8 y una temperatura de 10°C, se observó que el nitrógeno se recuperó en un 87% contra un 71% de la urea pura.

Según estudios realizados Kresge y Satchell (1960), trabajando sobre dos coberturas vegetales y suelo desnudo, aplicando 112 y 336 kg/ha de N, regando con 100 ml de agua, sostienen que con aplicaciones de 112 kg/ha de N, ambas coberturas redujeron las pérdidas de amonio comparado al suelo desnudo, no habiendo diferencias entre coberturas. A una dosis de 336 kg/ha de N ambas coberturas presentaron diferencias entre sí, ya que la de mayor crecimiento vegetal presentó un máximo de pérdidas de 7%, comparada con un 23% para el suelo desnudo.

2.3.11.3. Efecto de la época y fraccionamiento de la aplicación

Generalmente y salvo posible limitación por temperatura, las condiciones de humedad y aireación del suelo favorecen una rápida nitrificación. El nitrato formado no está retenido en suelo y queda susceptible a la lixiviación, por lo que en estos casos debe considerarse la posibilidad de una aplicación fraccionada del nitrógeno en el ciclo de la pastura (Bottaro y Zavala, 1973).

Burgos (1974), respecto al fraccionamiento de la dosis de nitrógeno, encontró un efecto favorable al mismo solamente en la pradera parda máxima, respecto a las interacciones encontradas cabe destacar una ligera tendencia a que a medida que se aumentan las dosis de nitrógeno, el aumento en el número de aplicaciones provee un mejor aprovechamiento del nitrógeno en el caso de la pradera parda máxima.

La época de aplicación es un factor determinante, ya que explica la baja eficiencia de los fertilizantes nitrogenados que se aplican en cobertura. La baja respuesta en invierno y en primavera temprana podría ser explicada por la menor actividad química del nitrógeno aplicado al suelo debido a las bajas temperaturas de invierno y primavera temprana, ya que en esa época la actividad microbiana y la absorción por parte de las raíces son bajas comparadas con otras épocas del año (Bottaro y Zavala, 1973).

Según Terman (1965), las mayores pérdidas de nitrógeno ocurren en invierno y primavera temprana, ya que las especies en ese período no están creciendo y las precipitaciones son mayores que la evapotranspiración.

Según Berretta et al. (1998a), la utilización de fertilizantes inorgánicos nitrogenados a comienzos del otoño puede estimular el rebrote y crecimiento de las especies invernales y alargar el período vegetativo de las especies estivales, antes del descenso de las temperaturas. La fertilización realizada a fines de invierno seguirá estimulando a las invernales y ayudaría al rebrote más temprano de las estivales. Entonces el rebrote más temprano de especies estivales e invernales tendería a reducir el período invernal en el cual existe casi nulo crecimiento de forraje.

2.3.11.4. Factores inherentes al suelo que afectan la dinámica del nitrógeno

Dentro de los factores que afectan la respuesta luego de una aplicación del nitrógeno se destacan: la temperatura, la humedad y desecamiento del suelo, la textura y el pH.

La temperatura es uno de los principales factores que regulan la actividad biológica y los procesos de hidrólisis y nitrificación. Debido a esto es que Volk (1959), señala que cuanto más frío es el suelo menor es la pérdida inicial del nitrógeno aplicado. Una demora inicial en la conversión de la urea dada por las bajas temperaturas determina una menor pérdida total del nutriente.

Wahhab et al. (1960) observaron que la nitrificación se daba normalmente a 30°C Sin embargo, ésta es, prácticamente muy escasa a 45°C.

La humedad y el desecamiento son otros de los factores que afectan las aplicaciones de nitrógeno. La urea es más rápidamente hidrolizada en un suelo de moderado contenido de humedad, que cuando éste se aproxima a su condición de saturado (Wahhab et al., 1960). Terman (1965) sostiene que con el secado del suelo ocurre un aumento en las pérdidas de nitrógeno como

amoníaco, aunque las pérdidas en suelo secos no serían de gran relevancia.

Respecto a la textura puede afirmarse que cuanto más liviana sea ésta, mayor es la aireación del suelo, menor el contenido de materia orgánica, menor la CIC, y se pueden esperar mayores pérdidas de las aplicaciones de los fertilizantes nitrogenados (Bottaro y Zavala, 1973).

Como la CIC está relacionada con la textura del suelo, así como con su contenido de materia orgánica, Kresge y Satchell (1960), sostienen que en suelos de baja capacidad de intercambio las pérdidas por volatilización del amonio son máximas. En suelos arenosos la preocupación por el uso de urea en cobertura es mayor, pues en general comparativamente menos urea es nitrificada y más tiempo es requerido para el proceso de nitrificación (Wahabb et al., 1960).

El pH es otro de los factores que afectan las pérdidas del nitrógeno aplicado, ya que en suelos de pH superiores a 7,5 las pérdidas de amoníaco pueden ser altas y más aún si la fertilización es en coberturas (Volk, 1959). Para un mismo suelo, las mayores pérdidas de amoníaco que ocurren con el incremento del pH pueden derivarse, en gran parte del decrecimiento de la capacidad de absorción del amoníaco del suelo (Terman y Hunt, 1964).

A valores de pH próximos a la neutralidad, la pérdida de nitrógeno es aproximadamente la mitad que a un pH de 8,5. Sin embargo la pérdida se reduce mucho cuando el pH se traslada hacia valores más ácidos. La conversión de urea a amoníaco en suelos alcalinos es tan rápida que el amoníaco formado se volatilizaría en lugar de acumularse (Wahhab et al., 1960).

2.4. PASTOREO

La herbívora y particularmente el pastoreo de ganado, es una de las principales perturbaciones que inciden en la estructura y funcionamiento de sistemas de pastizales (Mcnaughton, 1983). El ganado provoca a nivel de comunidades cambios en los procesos de extinción y colonización local de especies (Olf y Ritchie, 1998) alterando así la estructura del campo natural.

El pastoreo genera en la vegetación respuestas morfogenéticas que afectan la composición botánica de las pasturas. La intensidad de pastoreo, el método de remoción, la frecuencia y la expresión de selectividad en pastoreo continuo condicionan respuestas diversas.

La influencia de la herbivoría en los procesos ecosistémicos está determinada por los tipos de plantas consumidas, la intensidad de la misma, la evolución histórica del pastoreo y la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas (Milchunas y Lauenroth, 1993).

2.4.1. Altura del remanente

La altura del remanente es consecuencia de la intensidad de pastoreo, y sea éste rotativo o continuo puede modificar la composición botánica de la pastura. La producción de forraje depende de la capacidad de las plantas para recomponerse rápidamente de la defoliación. El animal consume las hojas del forraje que son el aparato fotosintético de éstas por lo que se deben controlar ambos procesos de producción siendo el forraje la limitante de la producción secundaria.

Las modificaciones que produce la defoliación en la pastura no se registra solamente en el perfil vertical sino también en su densidad (Carámbula, 2008). Sato, citado por Carámbula (2008), sostiene que aún una defoliación por corte, realizada a una altura uniforme resulta selectiva al afectar los distintos órganos ubicados en dichos horizontes como consecuencia de la distribución variable de hojas, tallos, inflorescencias y tejidos meristemáticos de las distintas especies.

Hodgson, citado por Montossi et al. (1996a) encontró que para pasturas de gramíneas de zona templada la altura del forraje tiene una alta correlación con el peso de bocado, que es la variable de comportamiento ingestivo más importante en el consumo. Sin embargo, para gramíneas C4 Stobbs, citado por Cangiano (1996) observó que las características densidad foliar del canopeo (g/cm^3) y relación hoja/tallo son más influyentes en el peso de bocado. Por lo que para el campo natural uruguayo, debido a su heterogeneidad, se intuye que son múltiples las variables que determinan el peso de bocado.

2.4.2. Efecto en la composición botánica

Los cambios en la estructura y composición del tapiz provocados por el pastoreo son variables y dependientes de la inercia biológica de la vegetación, el banco de semillas en el suelo y de las condiciones climáticas, generando que muchas veces sea poco predecible sin el conocimiento de estas variables (Saldanha, 2005).

La defoliación puede causar cambios en la composición botánica de la

pastura dado que las diferentes especies forrajeras responden de distinta manera a la frecuencia, intensidad y momento de pastoreo, conocido este mecanismo como “plasticidad fenotípica”. La misma contribuye en gran medida a la resistencia de las pasturas al pastoreo. Esta resistencia puede ser dividida en dos componentes: tolerancia, y escape (Lemaire y Chapman, 1996).

El hábito de crecimiento de las especies determinará el número y tipo de meristemas que sobreviven a la defoliación definiendo la susceptibilidad de las mismas a este proceso (Rosengurt, 1979).

El efecto del pastoreo sobre la composición botánica se relaciona con la presión de pastoreo que se ejerza sobre la vegetación, definida por Mott (1960) sería la relación de la demanda de forraje sobre la disponibilidad del mismo. $PP: (\text{req. de MS/anim./ día} * \text{No. anim./ha}) / (\text{MS disponible/ día/ha})$. La presión de pastoreo da una idea de la intensidad de defoliación. A su vez, la presión de pastoreo depende de la carga utilizada (kg de PV/ha) Hodgson (1990) considera a la carga animal como la relación que se obtiene en un período de tiempo substancial (por ej. estación de crecimiento o año), mientras que la presión de pastoreo se refiere a un instante dado de tiempo.

Cuando la carga animal excede por largos períodos la capacidad de carga del campo ocurre un cambio en la composición botánica de una comunidad vegetal pasando a otra que es menos productiva o de menor valor nutritivo para los animales, este cambio ocurre porque cambian los tipos productivos allí presentes en la comunidad, aparecen otros de menor valor productivo de los que allí se encontraban. En pasturas donde la carga es rotativa las especies que dominan el tapiz son de tipo vegetativo cespitoso, mientras que las especies de bajo porte y arrosetadas tienden a disminuir (Berretta, 2005).

La utilización de pastoreo continuo con elevadas presiones de pastoreo y cargas fijas por períodos prolongados de tiempo ha llevado a una predominancia de especies rastreras estivales y provocando una importante y continua pérdida de especies finas, principalmente invernales en Uruguay (Saldanha, 2005). Esto es importante recalcar ya que no es el pastoreo continuo por sí solo el responsable de las bajas productividades y degradación de los campos de este país, el problema está cuando se combina con elevadas presiones de pastoreo y/o la falta de ajuste de esta a lo largo del año. Ya muy estudiado está, que la variable de mayor impacto en el manejo del pastoreo es la carga intrínseca de sus campos (presión de pastoreo). Esta erosión genética es poco perceptible ya que muchas veces sólo desaparecen los ecotipos más productivos de la especie, quedando ésta representada por plantas con hábitos de crecimiento más postrados, con mayor concentración del forraje a nivel del

suelo, con ciclos de crecimiento más cortos, en los que la prioridad es la etapa reproductiva (Mcnaughton 1987, Millot et al. 1987, Formoso 1996, Berretta 1996, Sala et al., citados por Saldanha 2005).

El pastoreo con sobrecarga continua de ovinos, bovinos y equinos, ha provocado degradación y la consecuente disminución de la productividad de las pasturas naturales fundamentalmente en invierno (Zanoniani et al., 2011) y la aparición de un alto número de malezas (Carámbula, 1996).

Rusch y Oesterheld (1997), Rodríguez et al. (2003) indican que el pastoreo moderado promueve un aumento en la diversidad vegetal. A nivel de comunidad generalmente provocaría pérdidas en las especies corrientemente más palatables en favor de las no palatables (Rodríguez y Cayssials, 2011).

Berretta (2005) en un ensayo de ocho años realizado en suelos de la región basáltica con pastoreo mixto observa que cuando predominan especies como *Schizachyrium spicatum*, *Paspalum plicatulum*, *Andropogon ternatus* y *Aristida uruguayensis*, al realizar pastoreo rotativo con 60 días de descanso tienden a acumular restos secos debido a su apetecibilidad restringida al estado juvenil, especialmente en los veranos con abundantes precipitaciones. Si bien esta acumulación de material senescente en pastoreo con carga rotativa ocasiona pérdida de calidad del forraje, permite administrar mejor el mismo, particularmente al trasladar forraje en pie para el invierno. En las épocas en que los restos secos son más frecuente, *Paspalum notatum* tiende a disminuir su presencia. En cambio, con pastoreo continuo las especies antes mencionadas tienden a verse reducidas al igual que hojas y cañas florales secas. Estas condiciones de pastoreo generan una menor competitividad por luz de las demás especies en relación al *Paspalum notatum* generando una mayor frecuencia de esta especie estolonífera.

En el ensayo del párrafo anterior de Berretta (2005), se observó que dotaciones y/o relaciones ovino/bovino excesivas generan una degradación de la pastura, produciéndose un cambio en la composición de una comunidad vegetal a otra que es menos productiva o de menor valor nutritivo para los animales.

En otro experimento de varios años realizado por Formoso y Gaggero (1990) sobre suelos de la región del cristalino evaluando las variables sistema de pastoreo (continuo y diferido) y la relación ovino/ bovino (2:1 y 5:1) encontraron que las diferencias más contrastantes en el sistema de pastoreo se daban con una relación 2:1 destacándose un avance importante de las no gramíneas, llegando a contribuir con casi el 50% de la vegetación total. Este cambio no fue tan brusco en el tratamiento 2:1 diferido observándose en

promedio 60% de gramíneas vs. 40% no gramíneas. Con respecto a estos resultados los autores sostienen que el tratamiento 2:1 continuo tendría pocas posibilidades de generar excedentes de forraje para consumirse en períodos críticos como el invierno o una sequía estival, debido a que el componente gramíneas es casi el único capaz de generar remanentes para poder ser “trasladados en pie” de una estación a otra.

Con respecto al tratamiento 5:1 no encontraron diferencias en la contribución de gramíneas y no gramíneas según el método de pastoreo (relación próxima a 70:30 para ambos casos), destacándose la mayor predominancia de gramíneas con respecto a los tratamientos 2:1.

Formoso (2004) realizó otro experimento luego del recién mencionado, con la diferencia de que en este varió la carga y dejó una relación ovino/bovino constante. Los resultados del trabajo confirmaron a la carga como la variable de mayor efecto en el desempeño animal. Si bien el sistema de pastoreo diferido permitió un aumento de producción materia seca, resultó insuficiente para mantener una carga de 1,2 unidades ganaderas/ha en esas condiciones productivas. El autor concluye que estos resultados coinciden con la investigación demostrando que las pasturas naturales tienen un límite en su capacidad de carga; y cuanto más se aproxime el sistema a éste, más sensible será a factores climáticos y aumenta el riesgo de no poder cubrir las exigencias nutricionales de los animales. El manejo del pastoreo puede optimizar la cosecha de tejido vegetal, modificar el equilibrio entre comunidades, alterar las poblaciones de especies, pero dentro de los límites establecidos por la capacidad de carga.

En la pastura con carga rotativa las especies dominantes son cespitosas; las de bajo porte y arrosetadas tienden a reducirse en estas condiciones. Este cambio en la comunidad vegetal por especies más productivas generó aproximadamente un 10% más de forraje que en pastoreo continuo en cualquiera de las dos cargas utilizadas en el experimento. Es importante observar qué especies cespitosas son las que aumentan su frecuencia; por ejemplo: si las beneficiadas son *Schizachyrium microstachyum*, *Andropogon ternatus* y *Paspalum plicatulum* en detrimento de *Paspalum notatum* no mejorará el comportamiento animal en ese potrero. Tener en cuenta con qué fin o con qué categorías será utilizado ese potrero también es relevante.

En un trabajo realizado por Jaurena et al. (2011) evaluando el efecto de dos cargas de capones ha^{-1} en la estructura del campo natural en basalto superficial pardo-rojizo y negro, observaron que el aumento de la carga, aunque no modificó la diversidad de especies ni la contribución de las gramíneas

perennes estivales, cespitosas bajas y postradas sí provocó una disminución de las gramíneas perennes invernales de hábito de crecimiento cespitoso alto.

Realizando un análisis por especies encontraron que fueron cinco las especies que disminuyeron con el aumento de la carga: *Aristida echinulata*, *A. uruguayensis*, *Schizachyrium spicatum* y *Stipa setigera* (todas gramíneas de hábito cespitoso) y *Evolvulus sericeus* (una hierba enana palatable) mientras que las especies crecientes fueron dos gramíneas estivales, una de hábito postrado y una cespitosa de bajo porte (*Axonopus affinis* y *Panicum milioides*) y dos hierbas enanas de hábito muy postrado (*Plantago myosurus* y *Richardia stellaris*).

Los resultados concuerdan con lo encontrado por Olmos (2004) en donde observa un aumento en especies de crecimiento erecto al reducir la carga de lanares (también bajo pastoreo continuo) sobre la Unidad de Suelos Cuchilla de Caraguatá y lo expresado por Mcintyre y Lavorel, citados por Jaurena et al. (2011) en donde señalan que las gramíneas cespitosas palatables son el grupo de mayor sensibilidad al aumento en la presión de pastoreo. Las especies que aumentan sus contribuciones al aumentar la dotación de capones ha⁽⁻¹⁾ tienen hábito de crecimiento más postrados, en tanto difieren según el mecanismo de respuesta al pastoreo, siendo el de tolerancia para *A. affinis* y *P. milloides* y resistencia para el caso de las hierbas enanas, debido a su capacidad de escape al pastoreo por su hábito de vida aún más postrado y su baja apetecibilidad (ejemplo: *R. stellaris*).

En experimentos de Facultad de Agronomía (Millot et al., 1987) se evaluó la respuesta en la pastura de la aplicación de cuatro frecuencias de pastoreo: 20, 40, 60 y 80 días a lo largo del año en diferentes regiones ganaderas del país. Trabajando con la región del basalto y los suelos arenosos de sedimentos cretácicos se pudo observar que -para este caso particular- los cambios tuvieron un alto grado de significancia en esta última región, no encontrándose grandes modificaciones en la región basáltica. A los tres años de aplicados los tratamientos mencionados en las diferencias en las variables del forraje: disponible y accesibilidad, con respecto al resto del potrero que era pastoreado en forma continua, eran notorias y debidas a una menor proporción de *Eryngium horridum*, un tapiz más graminoso de especies de hábito más erecto y a plantas de mayor tamaño. En esta región de suelos arenosos donde la única gramínea invernal detectada era *Piptochaetium montevidense*, a los pocos meses en los tratamientos de 60 y 80 días se observaban plantas de *Bromus auleticus*, *Poa lanigera*, *Lolium multiflorum* y *Stipa setigera* (Saldanha, 2005).

Bajo la misma red de experimentos, evaluando la respuesta de

diferentes grupos taxonómicos a pastoreo rotativo o continuo, se observaron tendencias similares para laderas y zonas bajas, con excepción de un aumento de gramínoideas (compuesto principalmente por ciperáceas y juncos) en detrimento de las gramíneas, con pastoreo rotativo en el bajo. Los grupos más afectados por el cambio en el manejo del pastoreo fueron las leguminosas y las malezas. Las primeras aumentan cuando se pasa de manejar la pastura de forma continua a rotativa, llegando a ser 4 veces superior al primer caso. Las malezas y hierbas enanas tienden a disminuir cuando se utilizan pastoreos rotativos. La aparición de tapices de doble estructura en pastoreos continuos, compuestos por malezas enanas en el estrato bajo y de campo sucio en el alto determina una importante disminución del área de pastoreo; algo que Boggiano et al. (2005) resaltan como “*una de las principales causas de la disminución directa de forraje*”. Si bien los períodos de descanso llevaron a una mejora del tapiz, la respuesta de cada grupo taxonómico resultó diferente según sea el período de descanso entre pastoreos.

Las tendencias para las diferentes frecuencias no fueron muy claras, menos aún para las gramíneas, debido a la coexistencia de especies con hábitos de crecimiento diferentes y marcada plasticidad morfológica que componen este grupo. Sin embargo, se observó una tendencia a disminuir el tamaño de las plantas con mayores frecuencias de pastoreo, aumentando la frecuencia de especies postradas. Las cespitosas aumentan al prolongarse el período de descanso entre pastoreos. A pesar de esto, se debe diferenciar el manejo según zona topográfica, ya que períodos demasiado prolongados durante el verano en la zona baja pueden determinar la dominancia de especies más erectas y altas como *Paspalum quadrifarium*; en estas zonas las especies cespitosas se favorecen con manejos de pastoreos intermedios a frecuentes. Otro caso a destacar fue el desplazamiento en la ladera con los manejos más frecuentes de las malezas enanas por gramíneas postradas como *Paspalum notatum* las que por sus características morfológicas aumentan bajo dichos manejos.

También se evidenció, coincidiendo con los manejos para promover las especies invernales propuestos por Rosengurtt (1979), una tendencia al aumento de la relación gramíneas invernales/gramíneas estivales, cuando los manejos son más laxos en invierno y primavera temprana (80 días) y más frecuentes en verano (20/40 días), aunque en esta última estación la respuesta varía según el balance hídrico en ese período.

2.4.3. Efecto en la producción de forraje

Existen evidencias que muestran que el pastoreo puede aumentar o

disminuir la producción primaria neta aérea (PPNA). En los campos del Sur del Uruguay Altesor et al. (2005) registraron aumentos del 51% bajo condiciones de pastoreo. Analizando los efectos por separado en la composición de especies y en la distribución vertical de la biomasa inducidos por el pastoreo sobre la PPNA, se encontró que, luego de la remoción de la biomasa, la productividad fue 29% más alta en el área clausurada que en la parcela pastoreada adyacente (Altesor et al., 2005).

En el trabajo realizado por Berretta et al. (1990) se observa el aumento de especies cespitosas al cambiar de pastoreo continuo a rotativo, esto generó un 10% más de producción de materia seca (MS) al manejar de esta manera el campo natural, para las dos cargas utilizadas.

Respuesta positiva al pastoreo diferido también fue encontrada por Formoso y Gaggero (1990), obteniendo una producción de 23% y 12% mayor que el pastoreo continuo para la relación 2:1 y 5:1 respectivamente; datos que concuerdan con lo encontrado anteriormente por Holmes y Mendes, Barcellos et al., citados por Formoso y Gaggero (1990). Para la relación 2:1, el invierno fue la estación que presentó mayor respuesta (en porcentaje) al diferimiento, aunque debe advertirse que su consistencia es dudosa debido al alto coeficiente de variación de la vegetación en ese período. En cambio, para la relación 5:1 el verano y el otoño fueron las estaciones más destacadas.

Olmos, citado por Olmos et al. (2005), trabajando en la región Noreste sobre suelos arenosos y Brunosoles, concluyen que la composición de la pastura depende de las características del suelo y clima del lugar pero también de la intensidad de uso (histórico y actual) de la misma.

Olmos, citado por Olmos et al. (2005) indica que las diferencias en la productividad entre las pasturas pueden ser explicadas por su composición botánica; así el rastrojo, que estaba constituido predominantemente por *Cynodon dactylon* presentaba muy poco crecimiento invernal, en cambio en la pastura sobre pastoreada se destacaba la proporción de especies de crecimiento rastrero (*Paspalum notatum*, *Axonopus affinis*, *Chevreulia sarmentosa*) condicionando la baja producción de materia seca, la pastura con menor presión de pastoreo se encontraba dominada por especies de crecimiento erecto como *Andropogon lateralis* provocando altas producciones de forraje. Mayor aún eran las producciones sobre potreros que anteriormente se había promocionado el crecimiento de la pastura, ya sea fertilización o incorporación de especies foráneas. En el trabajo realizado, la diversidad de especies varió tanto en forma estacional como de acuerdo al manejo aplicado a cada una de las pasturas; siendo sensiblemente superior para esta última variable. En contraste con lo observado respecto a la productividad forrajera y

estructura de las comunidades, los mayores valores se encontraron en las pasturas que fueron sometidas a pastoreos moderados (cría), siendo los valores menores para los casos de pastoreo más aliviado (invernada), cuando las comunidades fueron originadas a partir de campo bruto restablecido o han sido sometidas a sobrepastoreo por un largo período de tiempo.

La utilización de frecuencias diferenciales entre pastoreos provocó aumentos progresivos en la producción de forraje. A mayor período de descanso mayor el incremento en la producción de forraje, esta se hace más notorio cuando se pasa de una frecuencia de 20 a pastoreos menos frecuentes. Si bien no existieron grandes diferencias en la producción total de forraje desde 40 hasta 80 días de descanso, los períodos más prolongados permitieron un refinamiento del campo, elevando la contribución de los pastos finos por aumento en la frecuencia de *Festuca arundinacea*, *Paspalum dilatatum* y *Stipa setigera*, especies cespitosas que desplazan a las especies postradas y a las malezas enanas; también reduciendo su frecuencia *Paspalum notatum* (Boggiano et al., 2005).

Saldanha (2005) en la Región de Cretácico encontró que con menores frecuencias de pastoreo (20 y 40) se observó mayor producción de forraje que con mayores frecuencias (60 y 80), mientras que en Basalto no encontró diferencias significativas en la producción de forraje según las frecuencias de pastoreo, si bien hubo una tendencia a una mayor productividad del campo con una frecuencia de 20 días debido a su reciente historia de pastoreo existiendo en el tapiz especies adaptadas morfológicamente a pastoreos continuos con altas cargas.

En la zona baja la respuesta es similar que en la Ladera, aunque el incremento en la producción de forraje fue mayor, sobretudo en primavera y verano. Este comportamiento se debió a un mayor aumento de especies estivales de mayor volumen, que sombream y desplazan a las cespitosas, determinando una disminución en la calidad de la dieta ofrecida. De este comportamiento surge la combinación de frecuencias estacionales diferenciales buscando incrementar la producción de forraje sin perder de vista la calidad de la misma. Es por esto que se sugiere 40 días de descanso entre pastoreos en primavera y verano y 60 en invierno, ya que admitirían aumentar la producción de forraje sin comprometer la calidad (Boggiano et al., 2005).

2.4.4. Selectividad

Se define selectividad como la diferencia entre la composición de la dieta y de la pastura (Carámbula, 2008). Entre otros factores, la selectividad

varía en relación a múltiples factores, a mencionarse: la especie animal, tipo de comunidad vegetal, intensidad de pastoreo, la estación del año y el sistema de pastoreo (Montossi et al., 1996b).

Cuando se incorporan animales y plantas conjuntamente el proceso de selectividad es distinto, ya que involucra requerimientos animales, capacidades metabólicas, diversidad de plantas pertenecientes a diferentes comunidades vegetales que presentan diferente composición química y espacial (Robbins, citado por Montossi et al., 2000).

Diversos factores limitan la posibilidad de que un animal seleccione libremente sitios de alimentación que contengan el mejor forraje, determinada su elección por la ubicación del agua de bebida, el tamaño de un potrero, el ambiente físico (pendiente topográfica, exposición, suelos), las variaciones meteorológicas (vientos, temperaturas, presión atmosférica), el estado fisiológico de un animal o la conformación social de un grupo de animales. Estos elementos rara vez operan de modo separado, sino que, por el contrario, interactúan haciendo que el proceso de distribución de pastoreo no sea uniforme (Carámbula, 2008).

Cuando se analiza la dieta en rumiantes no es posible extrapolar resultados a situaciones generales ya que esto está relacionado a la diversidad de plantas y animales los cuales están involucrados en el proceso de selectividad animal y sus interacciones (Montossi et al., 2000).

La selectividad se relaciona en parte con la palatabilidad y preferencia. La palatabilidad es inherente a características intrínsecas de la planta y la preferencia depende del animal (Carámbula, 2008).

Cuando los animales se encuentran en pastoreo prefieren ciertos tipos de vegetación más que otras. Debido a lo anterior es que las diferentes comunidades dentro de un potrero son utilizadas de modo diferente. Los animales tienden a frecuentar aquellas comunidades donde los pastos poseen mayor calidad y donde puedan cubrir sus necesidades alimenticias (Mcnaughton, 1987).

La selectividad animal por ciertas especies y ciertas partes de las plantas lleva a una defoliación desuniforme de la pastura (Harris, citado por Carámbula, 2008). Cabe destacar que existen diferencias entre plantas fertilizadas y no fertilizadas en cuanto a la selección realizada por parte del animal (Toledo, 1982).

Montossi et al. (2000), en un ensayo en donde evaluaron el proceso de

selectividad en campo natural, campo natural fertilizado y campo natural mejorado, encontraron que en las tres comunidades vegetales estudiadas independientemente de la estación y cargas animales (Montossi et al., citados por Montossi et al., 2000) el componente de mayor relevancia en la dieta de ovinos y vacunos fue la hoja verde de gramíneas, siendo el mismo mayor en la dieta animal que en la ofrecida.

Montossi et al. (2000) en el mismo trabajo observaron que el componente gramínea hoja verde, fue mayor en campo natural como en fertilizado en la dieta de ovinos frente a los vacunos, ocurriendo esto en primavera-verano, mientras que en invierno se observó lo contrario encontrándose en la dieta de vacunos mayores valores de este componente.

En las tres comunidades vegetales estudiadas Montossi et al. (2000), observaron que en la dieta cosechada de vacunos y ovinos se encontraron mayores valores de gramíneas verdes y menores de material muerto en comparación con la dieta ofrecida. Los ovinos cosecharon dietas de mayor proporción de leguminosas y hierbas enanas en las tres comunidades evaluadas a excepción del campo natural fertilizado en donde la cantidad de hierbas se asemejaba a la ofrecida. Por su parte los vacunos cosecharon siempre dietas de menor cantidad de hierbas que las que había en el forraje ofrecido, lo cual se pudo deber a la inaccesibilidad de las hierbas por parte del vacuno debido al reducido tamaño de las mismas.

Montossi et al. (2000) resaltan que en altas disponibilidades de forraje (mayores a 2700 kg MS/ha) ya sea en campo natural, fertilizado y mejorado la productividad animal puede disminuir a causa del incremento en los restos secos en la dieta los animales afectando esto negativamente el consumo voluntario de los mismos (Montossi et al., 2000).

2.4.5. Consideraciones sobre el método de pastoreo y distribución de los animales en la utilización de las pasturas naturales

Las tres principales variables del pastoreo que afectan la composición botánica y la productividad de las pasturas son: la carga, relación lanar/vacuno y el método de pastoreo.

Tanto la ubicación del agua, el tamaño de un potrero, el ambiente físico (pendiente, suelos) vientos, lluvias, temperaturas, estado fisiológico de un animal, la conformación social de un grupo, son factores que definen la distribución de los animales en la pastura a ser consumida. Por lo que para

homogeneizar el pastoreo se pueden realizar manejos como distribución del agua, sales minerales, abrigo o sombra (Rosengurtt, 1979) La eficacia de estas técnicas durante la estación de crecimiento cuando las especies forrajeras del pastizal presentan alto valor nutritivo es, al parecer, limitada (Cibils et al., 2008).

Lange (1985) observó que los animales pastoreaban de manera heterogénea los potreros ya que algunas áreas de potreros mostraron intensidades de pastoreo hasta ocho veces más altas que el promedio, esto se asoció generalmente a la presencia de aguadas, esto ocurrió en potreros tanto de 2000 hectáreas como de una hectárea. Aún conociendo la carga animal utilizada la intensidad de pastoreo real es difícil de establecer.

El pastoreo continuo implica que los animales estén de manera constante en una superficie dada de una pastura, pero ello no lleva implícito la frecuencia de defoliación de plantas individuales la cual dependerá de la tasa de crecimiento estacional de la pastura y la carga animal utilizada. Al aumentar el IAF, se incrementa la tasa de crecimiento del rebrote de la pastura. Dicha relación entre IAF y tasa de rebrote llevó a proponer manejos para mantener un IAF tal que permitiera la mayor interceptación de radiación y así una máxima producción de forraje pero dichas medidas llevadas a la práctica provocan un debilitamiento de las pasturas asociado a esto una disminución de la producción y de la relación vivo:muerto (Escuder, 1997).

Conocer las especies que componen el tapiz es fundamental para lograr realizar un correcto manejo del pastoreo, ya que cuando dominan los pastos ordinarios y duros se debe manejar correctamente la carga instantánea y los descansos entre pastoreos para tratar de evitar el aumento de estos tipos productivos mencionados (Berretta, 2005).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1. Localización y período de evaluación

Se realizaron dos evaluaciones las que fueron tomadas en dos fracciones de la Colonia Juan Gutiérrez (Instituto Nacional de Colonización), localizadas en el departamento de Paysandú a 30 km al Norte de Guichón por ruta 4, sección judicial 8^{a.}, paraje paso de Andrés Pérez.

El trabajo de campo estuvo enmarcado desde diciembre del 2016 hasta noviembre del 2017. Previo al comienzo del ensayo se realizaron dos salidas (octubre y noviembre 2016) a modo de entrenamiento.

3.1.2. Información meteorológica

Se obtuvieron registros de los promedios históricos de variables climáticas como temperaturas, humedad relativa y precipitaciones que se dieron en la zona de Guichón. La información de precipitaciones fue tomada de los registros proporcionados por uno de los establecimientos donde se realizó el experimento y, las temperaturas fueron proporcionadas por la empresa UPM, ubicada en Guichón, cercana a los predios donde se ejecutaron los ensayos.

A continuación se describen por separado las condiciones de cada experimento.

3.1.3. Descripción del sitio experimental de fertilización primaveral

El experimento está localizado a 32° 10' 36'' latitud Sur y 57° 19' 5'' longitud Oeste. El área experimental se encuentra destinada a la cría de ganado manteniéndose como "campo virgen" de acuerdo a los datos aportados por el propietario del campo y como lo sugiere la aparición de *Dorstenia brasiliensis*, especie indicadora que así lo caracteriza (Rosengurtt, 1979).

3.1.3.1. Suelos

Según la carta semidetallada de suelos de la colonia Juan Gutiérrez (Acosta, 2010b) el experimento se ubica en la Unidad A4. Se desarrolla sobre sedimentos del cuaternario (Dolores). Ocupa posiciones de paisaje conformados por valles planos o casi planos, extendidos y siempre aledaños a vías de drenaje natural importantes. El perfil tipo de esta unidad es un Vertisol háplico que posee escurrimiento y drenaje natural muy lento-lento y no presenta pedregosidad, rocosidad ni erosión (Acosta, 2010a)

3.1.3.2. Vegetación

El ensayo se encuentra sobre una comunidad de bajos, indicada por la presencia y abundancia *Juncus imbricatus*, *Juncus pallescens* y *Eleocharis dunensis* (juncáceas y ciperáceas). Sobre el mismo no se encontraron malezas de campo sucio.

Según la escala de degradación de Rosengurtt et al. (1946), se define una degradación de 2,7 por la predominancia de tipo productivo ordinario a tierno, sin ser un 3,0 por la presencia de especies productivas como: *Bothriochloa laguroides*, *Paspalum notatum*, *Paspalum dilatatum*. Existen malezas menores pero no predominan. Se constata la presencia en baja proporción de *Cynodon dactylon*, especie foránea, la cual presentó una contribución específica de 0,15% promedio anual.

3.1.3.3. Antecedentes

En 2015 se instala la infraestructura del ensayo. Las parcelas que correspondían fueron numeradas del 1 al 20 y 10 al azar fueron fertilizadas con 100 kg/ha de 0-21/28-0+13 S (súper simple) y 100 kg/ha de urea el 21 de octubre del 2015 y el 3 de octubre de 2016.

El análisis de los datos iniciales en octubre de 2015, realizado por Lezama, no detecta diferencias significativas entre los tratamientos. Mientras que el análisis de los datos del 2016 indica un efecto significativo del método de remoción, no encontrándose efectos significativos de la fertilización ni de la interacción entre los factores. El análisis por PERMANOVA de especies indicadoras de los datos del año 2016 identifica solo tres especies con valor indicador significativo (p valor $<0,05$): *Panicum milioides*, *Bothriochloa*

laguroides y *Eleocharis dunensis*, las tres asociadas a las parcelas cerradas a pastoreo.

Para determinar los niveles iniciales de fósforo y carbono del suelo, se realizaron muestreos a 7 cm en primavera previo a la fertilización de 2015 y de 2016. Los resultados de determinación de pH no pudieron utilizarse ya que en las muestras se detectó presencia de carbonatos que a su vez estaría alterando los resultados de P Bray I por retención de P.

3.1.4. Descripción del sitio experimental de la fertilización otoñal

Se localiza a 32° 11' 3'' latitud Sur y 57° 18' longitud Oeste sobre campo restablecido, con antecedentes de agricultura hasta el 2002 y sugerido por las siguientes especies: *Aristida uruguayensis*, *Coelorhachis selloana*, *Chevreulia acuminata* y *Stenandrium trinerve* (Rosengurt, 1979).

3.1.4.1. Suelos

Según la carta de suelos de la colonia (Acosta, 2010b) el ensayo se encuentra sobre la unidad L2 desarrollada en sedimentos de la formación Libertad. Los sedimentos se apoyan en el Basalto. El paisaje general es de lomadas aunque puede ser frecuente encontrar lomadas fuertes, como formas de paisaje asociado fundamentalmente en las áreas aledañas al Basalto. Presenta erosión laminar (Acosta, 2010a). El suelo dominante de la Unidad es un Vertisol rúptico típico a veces lúvico y el asociado en un Brunosol éutrico típico. El Vertisol es un suelo que tiene como característica sobresaliente la de presentar doble perfil. Sin embargo, al presentar historia de arado no se puede identificar esta característica. El 29 de junio de 2016 se realizó un análisis de suelo arrojando pH promedio de 5,8 en todas las parcelas.

3.1.4.2. Vegetación

La vegetación es herbácea donde domina a simple vista las inflorescencias de *Schizachyrium microstachyum*, *Bothriochloa laguroides* y *Andropogon ternatus*. Se constata la presencia *Eryngium horridum* y *Baccharis coridifolia*.

El grado de ensuciamiento del ensayo al inicio de período de evaluación difería entre las parcelas bajo pastoreo y las cerradas al comienzo del ensayo.

En las primeras el nivel era medio bajo con potencial de ensuciamiento. En las cerradas el nivel era bajo.

La degradación es de grado 3, por la predominancia de malas hierbas de bajo porte y tipo productivo dominante tierno-ordinario-duro por *Coelorhachis selloana* en las pastoreadas, *Andropogon ternatus*, *Schizachyrium microstachyum* (Rosengurtt et al., 1946).

Se caracteriza el área como de pasturas maduras predominando el color rojizo amarronado de las andropogóneas.

3.1.4.3. Antecedentes

Es un área de campo restablecido donde se realizó agricultura desde 1939 y de forma intermitente hasta el año 2002.

Se realizan las instalaciones para el ensayo en abril de 2016. Se fertilizan 10 parcelas del ensayo con 100 kg/ha de súper simple (0-21/28-0+ 13 S) y 100 kg/ha de urea el 22 de mayo de 2016.

3.1.5. Tratamientos

Se realizaron dos ensayos estudiando la respuesta en: fertilización en primavera y otra fertilización en otoño. Cada ensayo constó de 10 parcelas bajo pastoreo y 10 parcelas cerradas al pastoreo, bajo corte de máquina. De esos grupos de 10 parcelas se fertilizaron cinco con 21 kg/ha de fósforo disponible bajo forma de superfosfato de calcio (que incluye la adición de 13 kg/ha de azufre) y 46 kg/ha de nitrógeno bajo forma de urea.

El fertilizante utilizado fue urea y súper simple granulado aplicado el mismo día a mano distribuyendo éstos de manera homogénea sobre el tapiz.

La refertilización del ensayo de primavera se realizó el 3 de octubre de 2016 y la de otoño el 26 de abril de 2017.

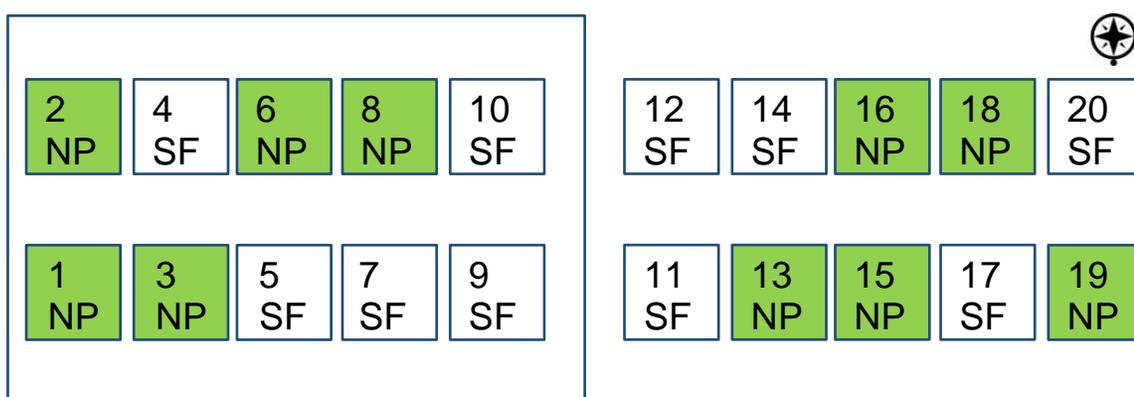
3.1.5.1. Metodología de corte de homogenización

El corte de las parcelas cerradas al pastoreo se realizaba cuando la mayor cantidad de éstas llegaban a los 10 cm de altura dejando un remanente de 5 cm, con máquina cortadora de pasto.

3.1.6. Diseño experimental

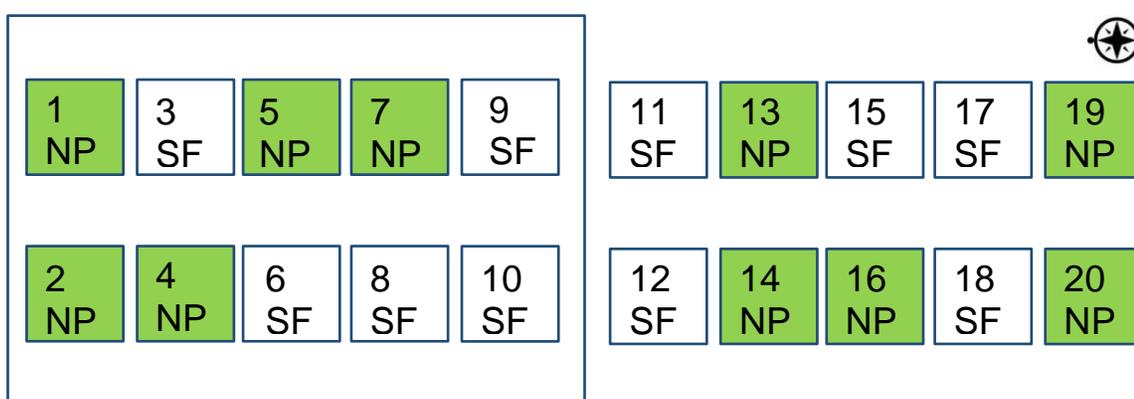
El diseño experimental es completamente al azar con cinco repeticiones en el espacio.

Para ambos experimentos (primavera y otoño) se definieron 20 parcelas de tamaño 3x2 m en un espacio con vegetación homogénea. De ellas 10 se encuentran bajo pastoreo, de las cuales cinco se fertilizaron (ver figura No. 2) y 10 cerradas de las cuales cinco se fertilizaron (ver figura No. 2), dicha fertilización se realizó por primera vez en el 2015.



En recuadro parcelas cerradas al pastoreo; parcelas fertilizadas (NP); parcelas sin fertilizar (SF). Izquierda parcelas cerradas con corte, a la derecha parcelas bajo pastoreo.

Figura No.2. Diseño fertilización del experimento de fertilización primaveral.



Izquierda parcelas cerradas con corte, a la derecha parcelas bajo pastoreo.

Figura No. 3. Diseño de fertilización del experimento de fertilización otoñal.

3.2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.2.1. Manejo experimental

3.2.1.1. Cortes parcelas cerradas

El 2 de febrero del 2017 se cortó el experimento de otoño y el 14 de febrero del 2017 se cortó el experimento de primavera y el 6 de junio y 15 de noviembre de 2017 se cortaron ambos experimentos.

3.2.1.2. Dotación durante el período de estudio de la fertilización primaveral

En primavera del 2016 previo a la refertilización la dotación pasó a ser de 1 UG/ha, en invierno el campo sin fertilizar no soportó la misma, teniendo que unificarse los potreros el 31 de junio de 2017 afectando así, a las parcelas bajo pastoreo del ensayo. Se define una unidad ganadera (UG) como una vaca de 380kg, que gesta y lacta un ternero en el año (Berretta y Do Nascimento, 1991)

3.2.1.3. Intensidad de pastoreo de la fertilización primaveral

La intensidad a la cual fueron sometidas las parcelas bajo pastoreo durante el ensayo fue alta considerando que las mismas se encontraban dentro del potrero sin fertilizar. Esta intensidad se justifica por la disponibilidad de materia seca: 607 kg MS/ha en verano, 822 kg MS/ha en otoño, 800 kg MS/ha en invierno; y por la altura: 4,2; 4,4; 3,7 y 5,0 cm de verano a primavera, respectivamente.

3.2.1.4. Dotación durante el período de estudio de la fertilización otoñal

La dotación utilizada fue la misma que se utilizaba en el predio, siendo ésta de 0,8 UG/ha previo a la refertilización y se mantuvo el número de animales hasta finalizar el período de estudio.

3.2.1.5. Intensidad de pastoreo de la fertilización otoñal

Las parcelas de fertilización de otoño se encontraban en un potrero con alta intensidad de pastoreo, donde la disponibilidad de materia seca fue de: 672 kg MS/ha en verano, 801 kg MS/ha en otoño, 442 kg MS/ha en invierno; y las alturas promedio por estación fueron de: 5,2; 4,5; 3,3; 6,0 cm de verano a primavera respectivamente.

3.2.2. Determinaciones en la pastura

3.2.2.1. Censo florístico

Por estación se realizó un censo florístico y se estimó la cobertura (en %), como la proporción de superficie estudiada recubierta por la proyección vertical de la pastura (Brown, 1954) por parcela en un metro cuadrado al centro de las mismas. Se registró también suelo desnudo y restos secos como mantillo y hojas secas que no se pueden identificar como de una especie.

Para el análisis se tomó como criterio excluyente que en al menos un tratamiento superara el 5% de cobertura (Montossi et al., 2000) o en el promedio anual. Por otro lado se incluyeron en el análisis aquellas especies con características de importancia agronómica.

3.2.2.2. Altura

Mensualmente se midió la altura de la parte superior del tapiz, es decir la parte superior del estrato más denso, sin considerar hojas aisladas ni estructuras reproductivas. Por parcela se tomaron cinco medidas.

3.2.2.3. Cantidad de forraje

En el experimento primaveral y otoñal por estación se realizó un corte al ras en un cuadrante de 20x50 cm obteniendo el peso fresco de ese corte y luego se colocó la muestra en estufa por 72 horas para posteriormente obtener el peso seco de la muestra. Se tomó una muestra por parcela.

3.2.2.4. Descripciones de la pastura

Se recurrió la clasificación de Rosengurtt (1943), Rosengurtt et al. (1946) para definir los tipos vegetativos de las especies en: cespitosas, estoloníferas, paquirrizas, arrosietadas, rizomatosas, tuberosas, bulbosas, hierbas enanas. Se las clasifica además, por ciclo productivo (estival, invernal) y ciclo de vida (anual, perenne). Para definir los tipos productivos se utilizó la clasificación de Rosengurtt et al. (1946), Rosengurtt (1979) las cuales citan a los siguientes: pastos finos, pastos tiernos, pastos ordinarios (productivos, poco productivos e improductivos), pastos duros, malezas de campo sucio, malezas menores e hierbas enanas. A su vez se agrupó a las gramíneas en sus tribus para el análisis del predio de fertilización otoñal. Se realizó solo en ese predio ya que durante el año de observaciones se generó una hipótesis del comportamiento de ciertas tribus, como el análisis de especies no incluía todas las especies de gramíneas o de manera individual no presentaban diferencias significativas entre tratamientos.

Con base en la mencionada clasificación de tipos productivos fueron asignados valores entre cero y diez, generando un índice productivo (IP) para las especies estudiadas (Peloche, 2012).

Para obtener una evaluación indirecta de la productividad de la pastura se utilizó el valor pastoral (VP) el cual permite jerarquizar la vegetación según su calidad ya que este índice surge de la sumatoria del producto del IP por la cobertura específica de las especies que componen el tapiz (Berretta, citado por Larratea y Soutto, 2013).

Otro indicador importante que se utilizó fue la riqueza específica la cual se estimó como el número de especies presentes en el tapiz.

3.3. HIPÓTESIS

- El agregado de NP cambió la composición botánica.
- La época de fertilización incidió en la respuesta de la pastura.
- El manejo de la defoliación afectó la respuesta a la fertilización.

3.4. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.4.1. Modelo estadístico

El modelo corresponde a un diseño completamente al azar (DCA).

Para una medición:

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \gamma_j + (\tau \times \gamma)_{ij} + \beta_i(x_E - \underline{x}_I) + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo:

- y_{ijk} corresponde a la variable de interés.
- μ es la media general
- τ_i es el efecto del i-ésimo tratamiento
- γ_j es el efecto del j-ésimo tratamiento
- $(\tau \times \gamma)_{ij}$ efecto de la interacción de los tratamientos
- $\beta_i(x_E - \underline{x}_I)$ es el coeficiente de regresión que relaciona ijk con la covariable x_{ijk}
- ε_{ijk} es el error experimental

Se realizó un análisis de covarianza entre tratamientos y en caso de existir diferencias entre los mismos, se prosigue a un análisis comparativo de medias utilizando LSD. Fisher ($\alpha=10\%$).

Se estudió la asociación de la composición botánica con el nitrógeno y fósforo a una única dosis mediante análisis multivariado de componentes principales y biplot.

Para mediciones repetidas en el tiempo:

$$y_{ijkl} = \mu + \tau_i + \gamma_j + \tau\gamma_{ij} + \varepsilon_\alpha + \alpha_k + \tau\alpha_{ik} + \gamma\alpha_{jk} + \tau\gamma\alpha_{ijk} + \varepsilon_{ijkl}$$

Siendo:

- y_{ijkl} la variable de interés
- μ la media general
- τ_i el efecto de la i-ésimo tratamiento
- γ_j el efecto del j-ésimo tratamiento
- $\tau\gamma_{ij}$ la interacción entre tratamientos
- ε_α el error de los tratamientos
- α_k el efecto de la estación
- ε_{ijkl} el error experimental

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE

4.1.1. Precipitaciones

En la figura No.4 se puede observar las precipitaciones del período experimental (diciembre 2016 a noviembre 2017), y el promedio histórico (1982-2012) para los meses evaluados.

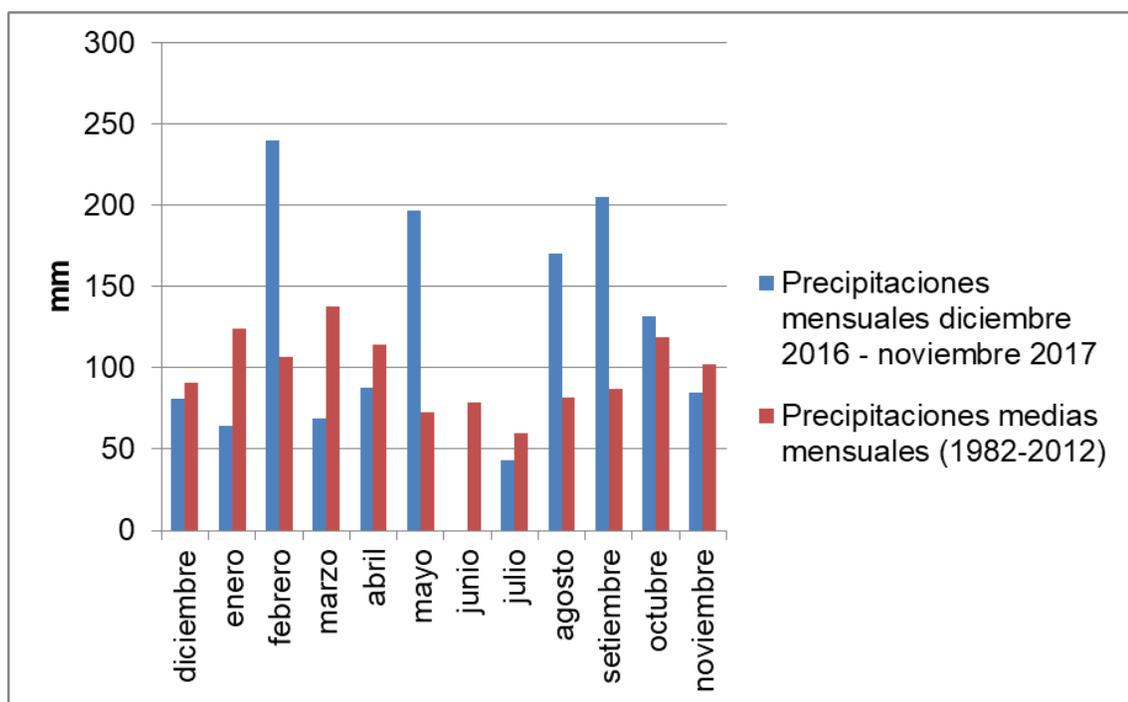


Figura No.4. Precipitaciones mensuales e históricas (1982-2012) en milímetros.

Las precipitaciones al final de cada estación (febrero, mayo, agosto y setiembre) fueron el doble del promedio mensual acumulado de la serie 1982-2012. En junio no se registraron precipitaciones, mientras que en los demás meses la precipitación acumulada no se aleja de la media mensual de la serie. Sin embargo, está siempre por debajo (a excepción de octubre).

4.1.2. Temperatura

En la figura No.5 se presenta la evolución de la temperatura media, mínima y máxima para el período de estudio (diciembre 2016 a noviembre 2017), así como la temperatura media histórica para la serie 1982-2012 correspondiente a los mismos meses de evaluación.

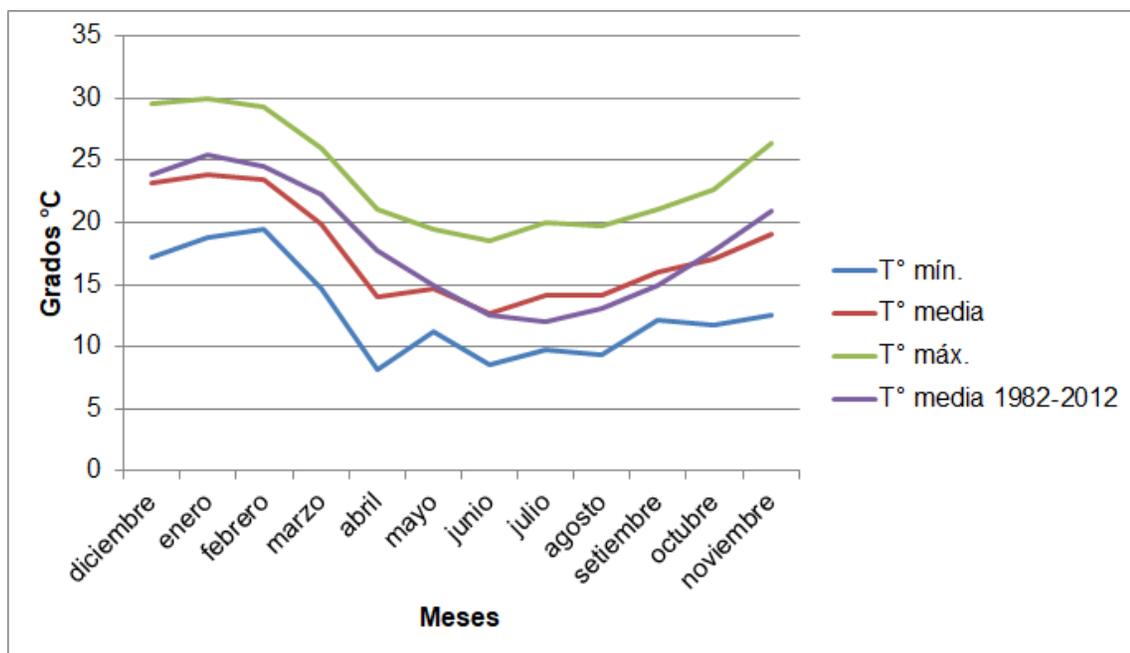


Figura No.5. Temperaturas máximas, mínimas y medias para el período diciembre 2016 a noviembre 2017 y media histórica de la serie 1982-2012 para los meses evaluados.

Con respecto a la temperatura media desde diciembre a mayo estuvo por debajo de la serie 1982-2012, y desde mayo a setiembre por encima de la misma. El mes más cálido fue febrero y el más frío junio. El mes con la máxima temperatura registrada fue enero (30°C) y la temperatura mínima registrada fue abril (7°C).

4.2. CONDICIONES DE FERTILIZACIÓN

Las condiciones ambientales del experimento de fertilización primaveral el 3 de octubre del 2016 fueron de una temperatura media de 17°C (máxima de 23°C y mínima de 11°C), sin precipitaciones desde el 6 de setiembre. En el potrero de fertilización otoñal se aplicó el fertilizante el día 26 de abril de 2017, con una temperatura media de 14°C (máxima de 16°C y mínima 10°C), donde se registró una precipitación de 46 mm el día anterior a la aplicación.

4.3. RESULTADOS GENERALES DE LA FERTILIZACIÓN PRIMAVERAL (ESTABLECIMIENTO “SAN JACINTO”)

Se relevaron un total de 70 especies en donde según los grupos de plantas definidos en este trabajo, el 50% de ellas eran hierbas (H), 37% gramíneas (G), 7% leguminosas (Leg), 3% ciperáceas (Cyp), 2% juncáceas (J) y 1% arbustivas (Arb).

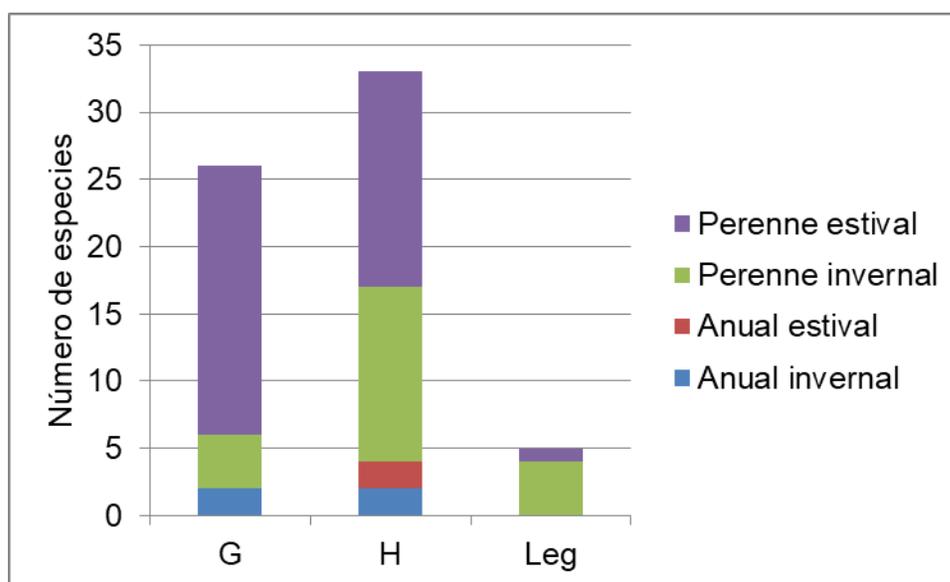


Figura No.6. Número de especies por grupo de plantas de acuerdo al ciclo y hábito de vida.

De las 35 hierbas relevadas se encontraron seis especies anuales (dos invernales y dos estivales), 16 perennes estivales y 13 perennes invernales. Se relevaron veintiseis gramíneas: dos anuales invernales, 20 perennes estivales y

cuatrp perennes invernales.

Del total de gramíneas relevadas los tipos productivos corresponden a: 8% finas (F), 8% tierno-finas (TF), 26% tiernos (T), 8% tierno-ordinarias (TO) 4% ordinario-tierno (OT), 34% ordinarias (O), 4% ordinario-duro (OD) y 8% duras (D).

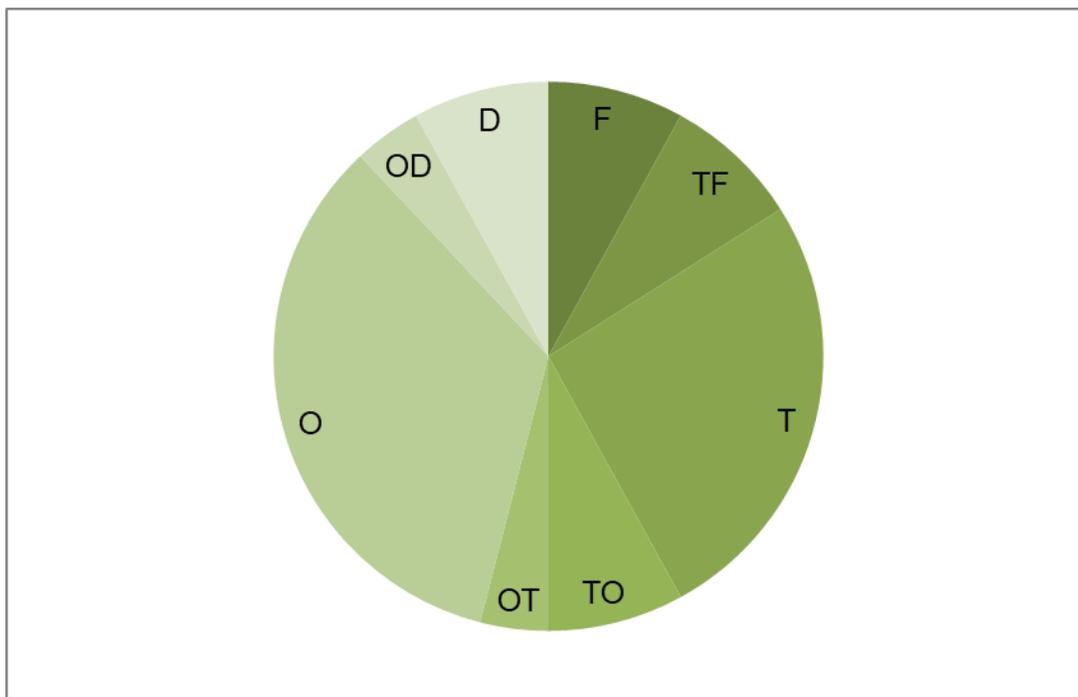


Figura No.7. Tipo productivo de gramíneas censadas

De las leguminosas registradas se encontraron cinco especies en total: una perenne estival y cuatro perennes invernales.

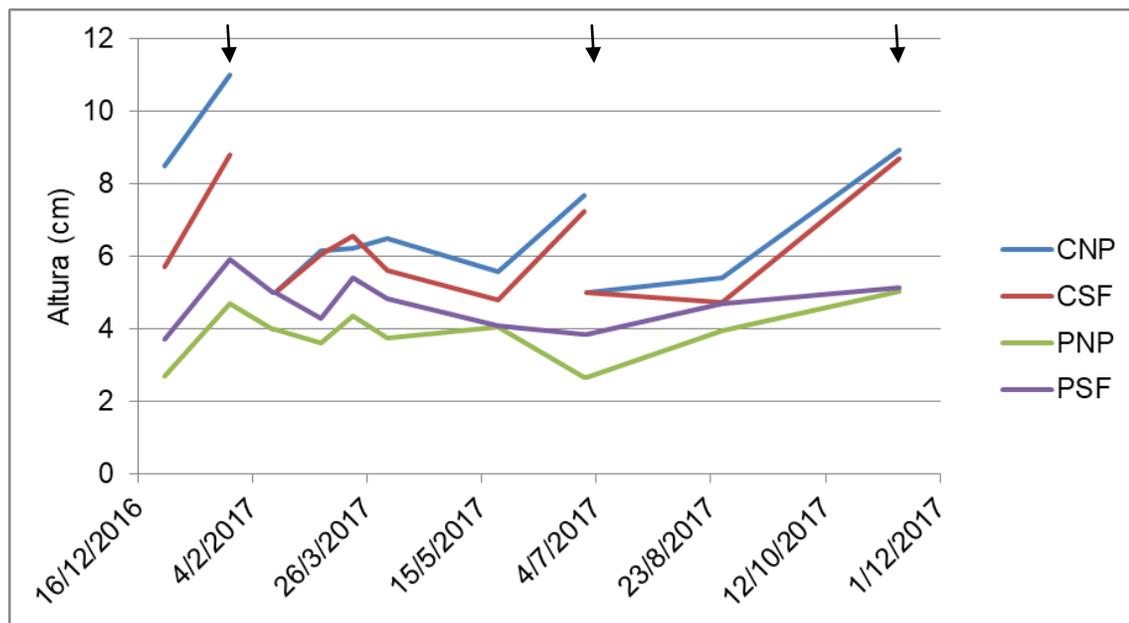
En la familia *Cyperaceae*, se registraron varias especies identificándose principalmente a *Eleocharis dunensis* como la de mayor participación la cual es una especie perenne estival.

En la familia *Juncaceae* también se identificaron algunas especies pero no se hizo identificación individual de las mismas en los censos, dentro de las especies que se observaron todas eran perennes estivales.

Por último en el grupo arbustivo se ubicó a una sola especie que fue *Eupatorium bunniifolium*, la cual es perenne estival.

4.3.1. Altura mensual de la pastura en las parcelas

Se presenta a continuación en la figura No.6 la evolución mensual de la altura promedio de la pastura (en centímetros) de las parcelas evaluadas, para el período comprendido entre diciembre 2016 y noviembre 2017).



Cortes a máquina se efectuaron el 14/02/17, 30/6/17 y 15/11/17 (indicados con las flechas).

Figura No.8. Evolución de la altura promedio mensual de la pastura para los tratamientos bajo corte y fertilizado (CNP), corte sin fertilizar (CSF), pastoreado fertilizado (PNP) y pastoreado sin fertilizar (PSF) en el período comprendido entre diciembre 2016 y noviembre 2017.

En la figura No. 8 se puede apreciar una respuesta clara al efecto de la interacción entre la fertilización y el pastoreo y corte, observándose una superioridad de la altura de la pastura en el siguiente orden: CNP, CSF, PSF y PNP en último lugar.

Estos datos mantienen una respuesta lógica a la acumulación de forraje permitida en los tratamientos, debido a que la pastura se cortaba cuando alcanzaba los 10 cm de altura en los tratamientos C, mientras que en las parcelas pastoreadas la presión de pastoreo no permitió superar los 5 cm de altura a lo largo del año. También el efecto de la fertilización fue determinante en estos datos ya que el nitrógeno incrementa la tasa de elongación foliar (TEF)

y la relación parte aérea/ raíz generando una mayor altura en el tratamiento que se le permitió expresar este comportamiento (CNP).

Para el caso de los tratamientos pastoreados la fertilización determinó una menor altura del forraje, esto pudo deberse al aumento en la calidad de la pastura (Montossi et al., 2000) lo que genera una mayor preferencia por parte de los animales pudiendo provocar visitas más frecuentes de éstos en el tratamiento PNP, como lo describen Gomes et al. (1998a), Berretta (2005).

4.3.2. Altura estacional de la pastura en las parcelas

A continuación se presentan los resultados de la altura de la pastura en las parcelas por estación.

Cuadro No.1 Altura estacional de la pastura en las parcelas cerradas y con corte (C); pastoreadas (P) y la interacción cerrada al pastoreo y corte sin fertilizar (CSF); cerrada y corte con nitrógeno y fósforo (CNP); pastoreada sin fertilizar (PSF); pastoreada con nitrógeno y fósforo (PNP).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	28,33	19,93	24,80	17,54
DMS	0,72	0,44	0,66	0,95
(p-valor)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
C	7,7 a	5,9 a	6,3 a	8,8 a
P	4,2 b	4,4 b	3,8 b	5,1 b
DMS	0,72	0,44	0,66	0,95
(p-valor)	<0,01	0,03	0,06	
C SF	6,8 b	5,6 a	5,9 a	
C NP	8,5 a	6,1 a	6,5 a	
P SF	4,6 c	4,7 b	4,3 b	
P NP	3,7 c	4,0 c	3,3 b	
DMS	1,02	0,62	0,94	

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

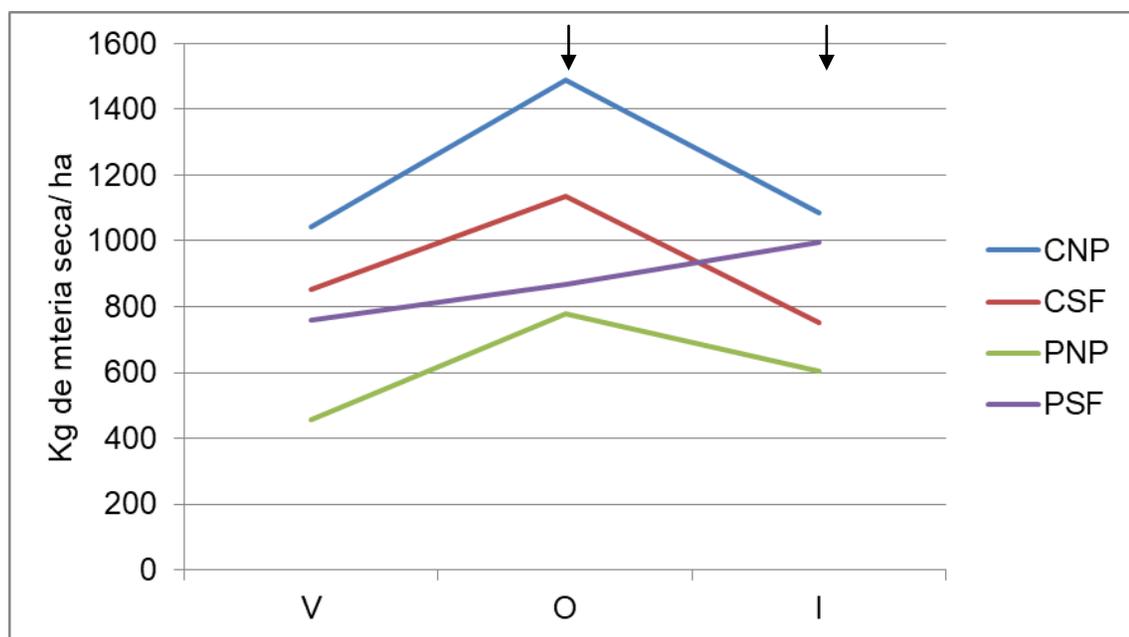
Puede visualizarse en el cuadro que la respuesta al efecto de las interacciones entre la fertilización y pastoreo y corte ocurrió para el verano, otoño e invierno, desapareciendo el efecto residual del nitrógeno hacia la primavera. En verano el tratamiento CNP fue superior que los demás y a su vez el tratamiento CSF fue mayor que los pastoreados. En otoño los tratamientos cerrados y corte presentaron mayor altura que los pastoreados y a su vez el tratamiento PSF presentó mayor altura que el PNP. Por último, en invierno se manifiesta una clara homogeneización entre los tratamientos, ya que los cerrados presentaron mayor altura de la pastura que los pastoreados en su

conjunto.

Cabe destacar que a medida que pasa el tiempo desde el momento de la fertilización (verano hacia la primavera), el efecto de la fertilización disminuye en los tratamientos quedando de manera significativa solo el efecto del pastoreo en los mismos.

4.3.3. Cantidad de forraje presente

En la siguiente figura se presenta la evolución estacional del forraje promedio (kg MS/ha), para las parcelas evaluadas en el período comprendido entre diciembre 2016 a noviembre 2017.



Cortes a máquina: 30/06/17 y 13/11/17.

Figura No.9. Evolución de los kg MS/ha promedio estacional de la pastura en las parcelas para los tratamientos CNP, CSF, PNP y PSF en el período comprendido entre diciembre 2016 y noviembre 2017.

En la figura No. 9 se puede apreciar que el tratamiento CNP fue el que presentó mayor kg de materia seca (1275 kg/ha) en todo el período evaluado, mientras que los tratamientos CSF y PSF no presentaron diferencias significativas entre sí, siendo los de mayor materia seca (880 kg/ha) después del tratamiento CNP, a su vez el tratamiento PNP fue el que menor materia

seca presentó (612 kg/ha).

Se identifica una clara tendencia del incremento del kg de materia seca presente hacia el otoño, en donde los tratamientos CNP, CSF y PNP alcanzan sus máximos valores, mientras el tratamiento PSF presenta su máximo en el invierno, dicho incremento de materia seca puede deberse a que en los cortes realizados se haya juntado mayor cantidad de mantillo, el cual pudo incidir en este resultado.

4.3.4. Contribución promedio anual de los grupos de plantas

En el siguiente cuadro se describe la cobertura porcentual de los grupos de plantas estudiados en todo el período de evaluación (un año).

Cuadro No.2. Cobertura relativa anual de los grupos de plantas bajo tratamiento de fertilización con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF); cerrado y corte (C) y bajo pastoreo (P).

	Arbustivo	Ciperáceas	Gramíneas	Hierbas	Juncáceas	Leguminosas
CV (%)	507,26	66,35	20,12	63,12	271,72	171,33
(p-valor)	0,55	0,08	0,69	0,08	0,83	0,04
NP	0,04±0,01	16,71 b	68,60 ±0,96	11,44 a	1,16 ±0,11	1,13 a
SF		21,81 a		8,71 b		0,47 b
DMS	0,07	4,75	5,14	2,36	1,17	0,51
(p-valor)	0,08	0,03	0,20	0,22	0,62	0,33
C	0,08 a	15,66 b	68,60±2,92	10,08±1,2	1,16±0,25	0,80±0,2
P	<0,01 b	22,85 a		7		
DMS	0,07	4,75	5,14	2,36	1,17	0,51

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

El grupo arbustivo (Arb) presentó en los tratamientos C mayor contribución que los P. A su vez, el grupo ciperáceas (Cyp) presentó mayor contribución bajo P y SF que en los tratamientos C y NP respectivamente, mientras que las hierbas (H) y leguminosas (Leg) presentaron una mayor contribución en los tratamientos NP, no habiéndose encontrado efecto del pastoreo en ambos grupos. Las gramíneas (G) y juncáceas (J) no presentaron diferencias significativas en cuanto a su cobertura relativa en los tratamientos.

Los resultados obtenidos para el grupo arbustivo se explican por qué *Eupatorium buniifolium* se favorece cuando se excluye el pastoreo, sobre todo de ovinos, o se lo controla, como es el caso mediante cortes, por lo cual su

contribución aumentará en cierres (Saldanha, 2016). Es importante resaltar que fueron censados individuos aislados y no más de dos por estación.

La mayor cobertura relativa de la familia *Cyperaceae* bajo pastoreo continuo (23%) puede deberse a que el experimento se instaló sobre una comunidad de ciperáceas y juncáceas, lo que permite que en condiciones de competencia entre plantas (pastoreo) sean las especies que puedan incrementar su frecuencia como consecuencia de que las gramíneas se reduzcan por la preferencia de los animales. Por otro lado, en condiciones de permanente humedad en el suelo, como es el caso del área experimental, las especies de esta familia son las que persisten más. La respuesta sobre el efecto de la fertilización concuerda con lo citado por Gomes et al. (1998a) en donde reportan una disminución de ciperáceas con el incremento en los niveles de fertilización. Resultados contradictorios obtuvieron Boggiano et al. (1998), Duhalde y Silveira (2018), en donde reportan un aumento de la cobertura de las ciperáceas con niveles crecientes de fertilización. De todos modos, hay que tener en cuenta que pueden existir respuestas diferentes dentro de esta familia debido a la gran diversidad de características de las especies.

El grupo hierbas presentó respuesta al agregado de fertilizante siendo su contribución mayor en estos tratamientos, lo que concuerda con lo encontrado por Duhalde y Silveira (2018), en donde obtuvieron mayor contribución en tratamientos fertilizados y a su vez en tratamientos con mayor historia de fertilización. Sin embargo, Zanoniani y Millot (1998), reportan que no encontraron respuesta de dicho grupo a la fertilización.

Las leguminosas presentan respuesta al agregado de fertilizante, por ende, su contribución aumentará en tratamientos fertilizados como puede apreciarse en los resultados obtenidos en el cuadro, concordando con lo expuesto por Gomes et al. (1998a) en donde reportan un gran aumento en la frecuencia de leguminosas combinando el efecto de la fertilización con nitrógeno y períodos de descanso en invierno y primavera. Se hace énfasis en que la contribución de ellas fue menor a 5%.

Cabe destacar que, aunque no se apreció efecto de los tratamientos en gramíneas su contribución promedio anual fue de 68%, siendo este grupo el de mayor aporte en la contribución. El hecho de no encontrar respuesta a las variables en estudio se puede deber a la gran plasticidad morfológica y a la alta participación de especies de esta familia, lo cual hace necesario subdividir este grupo en cespitosas y estoloníferas para una mejor interpretación de los resultados.

Cuadro No.3. Cobertura relativa anual de las gramíneas cespitosas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

CV (%)	32,02
(p-valor)	0,05
NP	44,91 a
SF	38,10 b
DMS	4,94
(p-valor)	<0,01
C	50,25 a
P	32,76 b
DMS	4,94

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Los tratamientos NP y C mostraron mayor cobertura relativa del grupo. Cabe destacar que no se encontró efecto de la interacción entre la fertilización y pastoreo y corte en la contribución de las gramíneas cespitosas (GC).

Los resultados obtenidos sobre el efecto de la fertilización muestran que las gramíneas presentan respuesta a los nutrientes (NP), aumentando su área foliar debido al efecto directo que tiene el nitrógeno en la TEF (Volenec y Nelson 1983, Macadam et al. 1989, Gastal et al. 1992), resultando en una mayor contribución del grupo en el tapiz vegetal. Debido a que la altura del remanente de la pastura fue mayor en las parcelas cerradas (ver figura No.6), esto benefició a aquellas especies de porte erecto, las que utilizan de manera más eficiente la radiación, dicho de otra manera con IAF óptimo mayor (Nabinger y Carvalho, 2009) bajo esas condiciones, generando así mayor aporte de estas especies en la pastura. Las cespitosas que son apetecibles se benefician con pastoreos diferidos ya que les da tiempo de recuperarse de la defoliación debido a que su área foliar remanente es de hojas viejas con menor eficiencia fotosintética.

Cuadro No.4. Cobertura relativa anual de las gramíneas estoloníferas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

CV (%)	38,57
(p-valor)	0,08
NP	33,12 a
SF	28,44 b
DMS	4,42
(p-valor)	<0,01
C	24,09 b
P	37,46 a
DMS	4,42
(p-valor)	<0,01
C SF	25,94 bc
C NP	22,25 c
P SF	30,93 b
P NP	43,99 a
DMS	6,25

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

El tratamiento PNP presentó mayor cobertura relativa que los demás, siendo la misma en promedio de 44%. A su vez, el tratamiento PSF presentó mayor contribución que el CNP. Anualmente en promedio las gramíneas estoloníferas (GE) presentaron una contribución del 31%.

Las especies que se encontraron en este grupo fueron: *Axonopus affinis*, *Cynodon dactylon* y *Paspalum notatum*, ésta última explica las variaciones en la contribución de los diferentes tratamientos.

Los resultados obtenidos en los tratamientos fertilizados en donde se incrementa la cobertura de este grupo, no concuerdan con los encontrados por May et al. (1990), en donde reportan que las gramíneas postradas (rizomatosas y estoloníferas) presentan una correlación negativa con las variables de fertilidad del suelo, estando más asociadas a texturas livianas.

4.3.5. Contribución promedio estacional de los grupos de plantas

Se describe a continuación la cobertura relativa (expresada en %) de los grupos de plantas por estación.

4.3.5.1. Arbustos

En los resultados obtenidos para el grupo Arbustivo en la cobertura relativa estacional no se obtuvieron diferencias significativas (p -valor $>0,1$) para las estaciones de invierno y primavera, cabe destacar que se encontraron plantas de pequeño porte y en muy baja cantidad destacando una cobertura relativa en promedio de 0,09 y 0,05 para invierno y primavera, respectivamente. Para el verano y otoño no se encontró especies arbustivas en los respectivos censos florísticos.

4.3.5.2. Ciperáceas

Cuadro No.5. Cobertura relativa estacional del grupo de ciperáceas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	69,36	76,33	51,01	20,50
(p-valor)	0,05	0,77	0,02	0,51
NP	8,50 b	10,45±0,75	14,37 b	34,02±1,49
SF	16,51 a		25,73 a	
DMS	6,79	6,25	8,01	5,46
(p-valor)	0,18	0,87	0,01	0,03
C	12,5±4,36	10,45 ±0,44	12,66 b	29,81 b
P			27,44 a	38,24 a
DMS	6,79	6,25	8,01	5,46

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Según los resultados obtenidos los tratamientos SF presentaron mayor contribución que los NP, para el verano e invierno, mientras que los tratamientos P mostraron mayor contribución frente a los C, para el invierno y primavera. Puede verse en el cuadro cómo hacia la primavera se incrementó la contribución de ciperáceas a un promedio de 34%.

La mayor cobertura relativa de la familia en invierno y primavera bajo pastoreo continuo se explicó en el cuadro No.2 en donde se mencionó que el experimento se instaló sobre una comunidad de ciperáceas y juncáceas lo que hace que bajo pastoreo continuo sean las especies que puedan incrementar su frecuencia como consecuencia de que las gramíneas se reduzcan por la preferencia de los animales. En invierno las diferencias entre tratamientos pueden deberse a que en esa época el crecimiento de forraje es muy bajo, los datos de Berretta y Bemhaja (1998c) arrojan valores de entre 5 y 7 kg/MS/día. Pueden acentuarse estos resultados en situaciones donde no se encuentran gramíneas invernales como es este el caso, dejando así espacio para otras especies como por ejemplo ciperáceas invernales.

Los valores de la contribución y resultados obtenidos respecto a la fertilización en invierno y verano, demuestran que las ciperáceas presentan una buena adaptabilidad a ambientes extremos como ser de humedad casi permanente y baja fertilidad, lo que explica que al aplicar fertilizante se incrementaron otros grupos (gramíneas cespitosas) en detrimento de éstas (ver cuadro No. 3).

4.3.5.3. Gramíneas

En cuanto a su cobertura relativa no hubo diferencias significativas para ninguna de las estaciones evaluadas bajo ningún factor (p -valor $>0,1$). El grupo presentó los mayores valores de contribución respecto a los demás, siendo en promedio de 73%, 78%, 66% y 56% en verano, otoño, invierno y en primavera respectivamente.

Esta disminución de la contribución del grupo hacia la primavera puede deberse al incremento de especies de la familia ciperáceas, las cuales logran rápidamente aprovechar los recursos brindados de la estación para generar un crecimiento temprano el cual permite que sombreen a las demás especies como ser gramíneas. Los resultados obtenidos en este grupo en donde no se reporta diferencias en las variables estudiadas pueden deberse a su amplia plasticidad morfológica la cual ya fue explicada en el cuadro No.2.

A continuación se describen los resultados de las gramíneas cespitosas y estoloníferas por estación.

Cuadro No.6. Cobertura relativa estacional de las gramíneas cespitosas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	19,93	26,23	24,50	31,44
(p-valor)	0,04	0,17	0,29	0,83
NP	57,86 a	40,12 ± 6,63	43,30± 4,34	30,21± 0,74
SF	45,91 b			
DMS	8,10	8,35	8,31	7,44
(p-valor)	0,01	0,04	<0,01	<0,01
C	58,51 a	45,81 a	59,92 a	36,77 a
P	45,27 b	35,43 b	26,70 b	23,66 b
DMS	8,10	8,35	8,31	7,44
(p-valor)			0,03	
C SF			56,28 a	
C NP			63,56 a	
P SF			24,19 b	
P NP			29,20 b	
DMS			11,76	

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Para las cuatro estaciones se aprecia que los tratamientos C mostraron mayor cobertura relativa que los P. Además, en verano se evidencia el efecto de la fertilización, en donde los tratamientos NP mostraron mayor contribución. En invierno se observó efecto de la interacción, ya que los CNP y CSF presentaron mayor contribución que los PSF y PNP. Cabe destacar la alta cobertura relativa de las gramíneas cespitosas (GC) el cual en promedio de las cuatro estaciones fue de 41%.

Los resultados correspondientes al efecto del pastoreo, como se explicó en el cuadro No.3. se deben a que al ser especies de tipo vegetativo cespitoso se benefician con pastoreos diferidos. Ésto les da tiempo de recuperarse de la defoliación debido a que su área foliar remanente es de hojas viejas con menor eficiencia fotosintética. Por otro lado, los resultados del efecto de los nutrientes (NP) obtenidos en verano, se deben a la comunidad vegetal predominantemente estival y al momento de aplicación del fertilizante (primavera).

Cuadro No.7. Cobertura relativa estacional de las gramíneas estoloníferas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	29,19	28,90	39,90	38,15
(p-valor)	0,67	0,89	0,03	0,28
NP	26,99 ± 1,08	39,85 ± 0,47	32,42 a	29,34 ± 3,92
SF			21,43 b	
DMS	6,17	9,02	8,42	8,77
(p-valor)	<0,0	0,31	<0,01	0,10
C	21,09 b	39,85 ± 3,90	13,30 b	24,89 b
P	32,89 a		40,55 a	33,80 a
DMS	6,17	9,02	8,42	8,77
(p-valor)		0,10	0,06	
C SF		41,45 ab	12,95 c	
C NP		32,73 b	13,65 c	
P SF		37,59 ab	29,92 b	
P NP		47,64 a	51,18 a	
DMS		12,76	11,91	

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En otoño el tratamiento PNP presentó mayor contribución que el CNP (48% vs. 33%), mientras que en invierno el tratamiento PNP presentó mayor contribución (51%) que los demás, y a su vez los tratamientos PSF mostraron mayor contribución (30%) que los CNP y CSF. En verano y primavera los tratamientos P presentaron mayor contribución que los C, siendo la misma de 33% y 34%, respectivamente.

Al igual de lo que se explicó en el cuadro No.4 la especie *Paspalum notatum*, fue la que mayor participación presentó en el grupo dado su alta cobertura específica.

Las diferencias encontradas en otoño e invierno, se pueden deber a que en los tratamientos cerrados se acumuló forraje del verano, lo cual pudo provocar sombreado de las hojas viejas, secas, deprimiendo a las GE, y esto más acentuado aún en el tratamiento CNP, en donde se generó una mayor altura del forraje. A su vez la alta intensidad de pastoreo (altura < 5 cm) generada en los tratamientos P, favoreció a las GE dada su habilidad de competir bajo estas condiciones debido a la ubicación de sus puntos de crecimientos los cuales están cerca de la superficie. Además de esto la fertilización favoreció una mayor colonización de este grupo, ya sea por incrementar la calidad de la pastura provocando mayor consumo animal

reflejándose en la menor altura del tratamiento PNP.

4.3.5.4. Hierbas

Cuadro No.8. Cobertura relativa estacional de hierbas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	99,09	49,67	57,73	32,74
(p-valor)	0,22	0,31	0,38	0,78
NP	8,94±3,94	10,36±1,89	12,03±2,19	8,97±0,28
SF				
DMS	6,94	4,03	5,44	2,30
(p-valor)	0,84	0,01	0,87	0,31
C	8,94±0,58	5,89 b	12,03±0,36	8,87± 1,01
P		14,83 a		
DMS	6,94	4,03	5,44	2,30

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En otoño los tratamientos P mostraron mayor cobertura relativa frente a los C, siendo la misma de 15%. En verano, invierno y primavera no se encontró efecto de los tratamientos en la contribución del grupo.

La menor contribución del grupo en los tratamientos cerrados en otoño se pudo deber a que la producción de forraje en el verano se acumuló sin permitir que las hierbas colonicen el tapiz en dicha época, esta acumulación de forraje no ocurrió en los tratamientos pastoreados, debido a la alta intensidad de pastoreo (menor a 5 cm) allí presente. Este sobrepastoreo sumado a una baja densidad de plantas característico del área experimental permitió una mayor contribución de las hierbas debido a que las mismas colonizan rápidamente en tapices abiertos.

4.3.5.5. Juncáceas

Para el grupo juncáceas (J) no se presentaron diferencias significativas en su cobertura relativa promedio para las estaciones de verano, invierno y primavera (p -valores $> 0,1$). En otoño no se encontraron especies pertenecientes al grupo en los censos florísticos realizados. La contribución promedio del grupo por estación fue de 4% para verano y valores cercanos a 0 para invierno y primavera.

4.3.5.6. Leguminosas

Cuadro No.9. Cobertura relativa estacional de leguminosas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	182,81	82,51	121,46	130,77
(p-valor)	0,02	0,01	0,15	0,35
NP	0,61 a	0,91 a	1,65 ± 0,97	0,50 ± 0,19
SF	0,29 b	0,29 b		
DMS	0,22	0,38	1,57	0,51
(p-valor)	0,16	0,05	0,68	0,57
C	0,45 ± 0,14	0,85 a	1,65 ± 0,28	0,50 ± 0,12
P		0,35 b		
DMS	0,22	0,38	1,57	0,51
(p-valor)	0,08	0,03		
C SF	0,26 b	0,27 b		
C NP	0,83 a	1,42 a		
P SF	0,31 b	0,31 b		
P NP	0,39 b	0,40 b		
DMS	0,31	0,54		

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Las leguminosas presentaron diferencias para las estaciones de verano y otoño en donde en los tratamientos CNP presentaron una mayor contribución que en los demás tratamientos, mientras que no presentaron diferencias significativas para el invierno y primavera en cuanto a su cobertura relativa.

Los resultados obtenidos como se explicaron en el cuadro No.2, se deben a que las leguminosas presentan respuesta al agregado de fertilizante y a su vez respuesta positiva a cierres del pastoreo como así lo exponen Gomes et al. (1998a) en donde reportan un gran aumento en la frecuencia de leguminosas combinando el efecto de la fertilización con nitrógeno y períodos de descanso en invierno y primavera. Cabe destacar que la especie que mayor influencia tuvo en estos resultados fue *Adesmia bicolor*, la cual fue la especie de mayor participación, aunque presente un ciclo de producción invernal las condiciones favorables de precipitaciones en febrero (ver figura No.4) junto a la fertilización y el cierre al pastoreo, permitieron un adecuado ambiente para la persistencia de la especie.

4.3.6. Restos secos y suelo desnudo anual

Se describe a continuación la cobertura porcentual de los restos secos y el porcentaje de suelo desnudo de todo el año de evaluación.

Cuadro No.10. Cobertura anual de restos secos (RS) y porcentaje de suelo desnudo (SD) en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	RS	SD
CV (%)	91,57	112,85
(p-valor)	0,02	0,2
NP	3,82 b	3,04 ±0,791
SF	6,12 a	
DMS	1,69	1,27
(p-valor)	0,01	0,91
C	6,64 a	3,04 ± 0,08
P	3,30 b	
DMS	1,69	1,27

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Los restos secos (RS) presentaron diferencias significativas en el tratamiento SF, en donde la contribución fue mayor, ocurriendo algo similar para el tratamiento C sobre el P. La cobertura del suelo desnudo no presentó diferencias significativas entre los tratamientos.

La mayor acumulación de restos secos en las parcelas cerradas al pastoreo se debe a que no se removía con frecuencia el tejido vegetal producido (sólo dos cortes a máquina se realizaron en el período experimental) por lo que tendió a acumularse el forraje que fue madurando y senesciendo. También puede haber un efecto indirecto del pastoreo, ya que los animales al caminar desprenden el material senescente de la planta disminuyendo el mismo en parcelas pastoreadas.

En los tratamientos fertilizados la contribución de RS fue menor, esto puede deberse a que la pastura aumenta su vida media foliar, lo cual concuerda con lo citado por Gastal y Lemaire (1988), en donde reportan que la deficiencia de nitrógeno en las pasturas reduce levemente la vida media foliar de las plantas. La menor contribución de RS bajo el factor NP está explicada por los valores notoriamente más bajos en las PNP que afectan el promedio general (ver anexos)

4.3.7. Restos secos estacional

En el siguiente cuadro se analiza la cobertura de los restos secos por estación.

Cuadro No.11. Cobertura de los restos secos para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	74,44	62,10	71,11	124,13
(p-valor)	0,20	0,08	0,08	0,59
NP		5,35 b	4,40 b	1,95 ± 0,42
SF	4,50 ± 1,76	9,15 a	8,00 a	
DMS	2,62	3,52	3,456	1,89
(p-valor)	0,24	0,01	0,21	0,99
C	4,50 ± 1,40	11,03 a	7,96 a	1,95 ± 0,01
P		3,47 b	4,44 b	
DMS	2,62	3,52	3,45	1,89

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En otoño los tratamientos SF y C presentaron mayor porcentaje de RS. En invierno solamente se encontraron diferencias en los tratamientos SF en donde hubo más restos secos. En la primavera y verano no se encontraron diferencias significativas en ningún factor como así lo indican los p-valores obtenidos.

Estos resultados obtenidos para el otoño e invierno respecto a la diferencia entre tratamientos C y P, NP y SF se explicaron en el cuadro No.10, a su vez la mayor contribución de RS en estas estaciones se debe a la presencia en el ensayo de un tapiz netamente estival lo que conlleva a tener una TSF (tasa de senescencia foliar) mayor a la TAF (tasa de aparición foliar) en ese período, debido a la disminución de temperatura y radiación (Escuder, 1997).

En invierno los RS fueron removidos en un corte realizado en junio por ende no fue mayor su contribución a lo observado en el otoño, pero sigue siendo superior a las demás estaciones (verano y primavera), ya que el corte fue realizado a 5 cm (estrato donde se concentra la mayor cantidad de materia seca (Saldanha, 2005).

4.3.8. Suelo desnudo estacional

Se describe en el siguiente cuadro el porcentaje de suelo desnudo por estación.

Cuadro No.12. Porcentaje de suelo desnudo para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	125,70	138,29	109,92	50,86
(p-valor)	0,09	0,82	0,92	0,22
NP	0,59 b	1,75 ± 0,197	2,40 ± 0,09	6,80 ± 1,65
SF	1,74 a			
DMS	1,14	1,89	2,05	2,71
(p-valor)	0,96	0,84	0,44	0,24
C	1,16 ± 0,02	1,75 ± 0,21	2,40 ± 0,91	6,80 ± 1,89
P				
DMS	1,14	1,89	2,05	2,71
(p-valor)				0,10
C SF				8,19 a
C NP				2,74 b
P SF				7,76 a
P NP				8,51 a
DMS				3,834

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En verano se puede observar que el único efecto significativo lo muestra la fertilización, en donde el tratamiento SF presenta más SD que los NP. En primavera se identifica una tendencia a que los tratamientos CNP presenten menor suelo desnudo que los demás. La cobertura del suelo desnudo estacional no presentó diferencias significativas en otoño e invierno para los tratamientos.

El resultado obtenido en verano se explica porque al fertilizar se promueve un mayor macollaje de las gramíneas (Ayala y Carámbula, 1994) lo que determina una mayor densidad del tapiz. En primavera a este efecto de la fertilización se le suma el efecto de la variable C, lo cual puede explicarse por una menor intensidad de pastoreo (ver figura No. 6) dándole así mejores condiciones a las especies para que colonicen el tapiz. Se observa que en la primavera se incrementa el porcentaje de SD, lo que puede explicarse debido a que las especies con la floración adquieren un porte más erecto dejando así

una superficie sin cobertura a su alrededor.

4.3.9. Valor pastoral anual de las especies

Se muestra a continuación el valor pastoral (VP) anual y estacional de los tratamientos, con base de todas las especies que se encontraron en los censos florísticos y también el valor pastoral con base solo en las gramíneas ya que es el grupo que mayor contribución presentó. Los restos secos en pie no fueron considerados para el cálculo del valor pastoral.

4.3.9.1. Valor pastoral anual

El VP anual promedio no presentó diferencias significativas entre tratamientos (p -valor $>0,1$). Siendo que el valor promedio anual del índice fue de 5 sobre un máximo de 10.

4.3.9.2. Valor pastoral estacional

Cuadro No.13. Valor pastoral por estación en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	10,39	10,07	15,71	8,26
(p-valor)	0,23	0,70	0,52	0,46
NP	5,42 ± 0,23	5,20 ± 0,07	4,62 ± 0,15	5,25 ± 0,10
SF				
DMS	0,441	0,410	0,569	0,340
(p-valor)	0,97	0,13	0,06	0,88
C	5,42 ± <0,01	5,20 ± 0,28	4,27 b	5,25 ± 0,02
P			4,98 a	
DMS	0,44	0,41	0,56	0,34

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En el invierno se puede observar que los tratamientos P presentaron mayor VP. El VP estacional no presentó diferencias significativas para el verano, otoño y primavera. En general no se encontró efecto significativo de las interacciones en la respuesta del índice.

El VP está asociado al tipo productivo de las especies por lo cual es un

indicador de la aptitud ganadera del campo y una medida de la importancia de las especies dentro de la comunidad (Daget y Poissonet, citados por Berretta, 1988). Cuanto mayor sea dicho valor la calidad de la pastura y tipos productivos de las especies que la componen es superior.

Los resultados obtenidos para el invierno en donde el VP es mayor en tratamientos P se explican porque en dicha estación la contribución específica de *Paspalum notatum* (especie de tipo productivo tierno, dominante en el tapiz estudiado) es mayor en los tratamientos P (34% vs. 10%), ya que en los cerrados se incrementa la especie *Bothriochloa laguroides* de tipo productivo ordinario.

Al analizar el valor pastoral de gramíneas (VPG) se observó que anualmente los tratamientos PNP mostraron valores superiores a los demás (4,4). Mientras que en el análisis estacional para el invierno puede verse similar respuesta que el VPG anual. En verano se encontró un mayor VPG en el tratamiento NP respecto al SF, lo que puede deberse a una respuesta de las gramíneas estivales tierno a finas a la fertilización, algo que no aparece en el análisis individual de estas especies, pero que puede incidir cuando se consideran como grupo.

4.3.10. Riqueza específica

El análisis anual de la riqueza de especies mostró respuesta a los factores C y NP, habiéndose encontrado 16 especies en los tratamientos C y 15 en los NP. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se analizó también la riqueza de las gramíneas en donde se encontró respuesta a la interacción, en donde el tratamiento CNP fue el que presentó mayor riqueza específica frente a los demás, siendo de siete gramíneas.

A su vez, se analizó la riqueza específica estacional en donde se encontró que en invierno y verano se dio mayor riqueza en los tratamientos C y en verano fue mayor en los tratamientos fertilizados. Los valores obtenidos fueron los siguientes: 17 especies en invierno y en verano en los tratamientos C y 14 especies en los tratamientos NP en verano.

Analizando la riqueza de las gramíneas, se observó solamente respuesta en primavera en donde el tratamiento CNP presentó mayor riqueza que los tratamientos PSF y CSF, pero no presentó diferencias con el tratamiento PNP, siendo la misma de siete gramíneas.

Los resultados encontrados respecto al efecto positivo de la fertilización

en la riqueza de especies concuerdan con lo encontrado por Boggiano y Berretta, Mueller et al., citados por Cejas (2016). Sin embargo, resultados contradictorios observaron Foster y Gross, Tilman, Koukoura et al., citados por Cejas (2016), en donde la mayor riqueza específica ocurrió en suelos con menor cantidad de nitratos. A su vez Nabinger et al. (2006) encontraron que en pasturas naturales en áreas de mayor fertilidad presentan un número reducido de especies debido a la competencia por luz entre ellas principalmente.

Respecto a los resultados de los tratamientos cerrados en donde se encontró mayor riqueza de especies, pudo deberse a la alta intensidad de pastoreo la cual no permitió el desarrollo de otras especies. Estos resultados no concuerdan con lo encontrado por Altesor et al. (2005), en donde reportan mayor riqueza específica bajo pastoreo continuo.

4.3.11. Contribución específica anual de las principales especies

Se describe a continuación la contribución específica de las especies que mayor contribución promedio anual presentaron en los censos florísticos.

Cuadro No.14. Contribución específica anual de las especies evaluadas: *Adesmia bicolor* (*Ade. bic.*); *Andropogon lateralis* (*And. lat.*); *Bothriochloa laguroides* (*Bot. lag.*); *Coelorhachis selloana* (*Coe. sell.*); *Cynodon dactylon* (*Cyn. dac.*) en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	<i>Ade. bic.</i>	<i>And. lat.</i>	<i>Bot. lag.</i>	<i>Coe. sell.</i>	<i>Cyn. dac.</i>
CV (%)	143,36	76,03	73,06	235,75	374,33
(p-valor)	0,08	0,01	0,59	0,09	0,99
NP	0,68 a	9,68 a	15,5 ± 0,96	1,35 a	1,135 ± <0,01
SF	0,37 b	5,94 b		0,53 b	
DMS	0,28	2,21	4,21	0,82	1,58
(p-valor)	<0,01	0,17	0,04	0,01	0,85
C	0,81 a	7,81±1,30	20,04 a	1,58 a	1,13±0,13
P	0,24 b		10,96 b	0,30 b	
DMS	0,28	2,21	4,21	0,82	1,58
(p-valor)				0,02	
C SF				0,60 b	
C NP				2,55 a	
P SF				0,45 b	
P NP				0,15 b	
DMS				1,16	

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Ade. bic., presentó mayor contribución en los tratamientos NP y C vs. SF y P respectivamente. Mientras que *Coe. sell.* mostró mayor cobertura relativa en el tratamiento CNP *Bot. lag.* presentó diferencias significativas solamente en los tratamientos C, en donde su contribución fue mayor. *And. lat.* presentó diferencias significativas en los tratamientos NP en donde su contribución fue mayor que en los SF. Por su parte, *Cyn. dac.* no presentó diferencias significativas entre tratamientos.

La fertilización NP favorece la frecuencia de leguminosas como *Ade. bic.* como así lo resaltan Montossi et al. (2000), Berretta (2005), a su vez se incrementa la frecuencia y accesibilidad en tapices donde se realiza pastoreo rotativo con períodos de descansos prolongados en su estación de crecimiento, debido a su alta palatabilidad. Zanoniani y Millot (1998), Boggiano et al. (2005) reportan incrementos en la contribución de cuatro veces más al pasar de un pastoreo continuo a uno rotativo.

La especie *And. lat.* presentó mayor contribución en tratamientos NP, lo cual no concuerda con lo encontrado por Pott, citado por Pintos et al. (2004), en

donde resaltan que con el aumento de la fertilidad del suelo como ser campo natural mejorado la frecuencia de la especie disminuyó. No se encontró respuesta a la variable pastoreo. Sin embargo, Gomes et al. (1998a) encontraron que es una especie muy sensible a los aumentos de la presión de pastoreo disminuyendo su contribución en estos casos.

Los resultados obtenidos con *Bot. lag.* en donde su presencia fue mayor en tratamientos C, pueden deberse al tipo vegetativo de la especie el cual es cespitoso con porte erecto por lo que un pastoreo controlado o cortes como es el caso, logran aumentar la frecuencia de dicha especie ya que escapa a la constante herbívora de un pastoreo continuo con alta intensidad (menor a 5 cm) en donde su frecuencia se ve disminuida.

La especie *Coe. sell.* presentó mayor contribución en CNP debido a que por ser cespitosa, es proclive a incrementar su frecuencia en lugares donde el pastoreo presenta un manejo con períodos de descansos (Olmos 1990a, Olmos y Godron 1990b) ya que los animales debido a su porte no dejarían un área foliar remanente adecuada para la recuperación de la especie. Estos resultados concuerdan también con lo expresado por Rodríguez y Cayssials (2011), en donde resaltan que plantas con hábito de crecimiento erecto son características de zonas donde existe la clausura del pastoreo. A su vez la fertilización generó un leve incremento en la frecuencia de *Coelorhachis selloana* como así lo reportan Jaurena et al. (2015) en donde encuentran respuestas bajas de la especie a la fertilización.

Cuadro No.15. Contribución específica anual de las especies evaluadas: *Eleocharis dunensis* (*Ele. dun.*); *Panicum milioides* (*Pan. mil.*); *Paspalum dilatatum* (*Pas. dil.*); *Paspalum notatum* (*Pas. not.*); *Sporobolus indicus* (*Spo. ind.*) en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	<i>Ele. dun.</i>	<i>Pan. mil.</i>	<i>Pas. dil.</i>	<i>Pas. not.</i>	<i>Spo. ind.</i>
CV (%)	68,16	185,48	79,53	43,51	113,78
(p-valor)	0,07	0,31	0,37	0,60	0,27
NP	16,18 b	2,04 ±0,66	8,13± 0,95	27,98 ±1,01	4,01 ± 0,79
SF	21,45 a				
DMS	4,77	1,40	2,41	4,53	1,70
(p-valor)	0,04	0,24	0,90	<<0,01	0,67
C	15,52 b	2,03± 0,77	8,14±0,127	21,80 b	4,01 ±0,31
P	22,10 a			34,18 a	
DMS	4,77	1,40	2,41	4,53	1,70
(p-valor)				0,01	
C SF				24,87bc	
C NP				18,73 c	
P SF				29,67 b	
P NP				38,68 a	
DMS				6,41	

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En el cuadro puede apreciarse que *Ele. dun.* y *Pas. not.* presentaron respuesta a los tratamientos. *Pas. not.* presentó mayor contribución en el PNP respecto a los demás tratamientos, a su vez en el tratamiento PSF se encontró mayor contribución que en el CNP. Para la especie *Ele. dun.* se observó que los tratamientos SF presentaron mayor contribución específica que los NP, a su vez los tratamientos P presentaron mayor contribución que los C. Las especies *Pan. mil.*, *Pas. dil.* y *Spo. ind.* no mostraron respuesta en cuanto a su cobertura anual para los tratamientos.

En lo que respecta a *Ele. dun.* se observa que los tratamientos SF presentaron mayor contribución, lo cual concuerda con lo citado por Gomes et al. (1998b). También puede observarse el efecto del pastoreo, el cual incrementó la contribución específica respecto al no pastoreado, esto se puede explicar debido a la baja preferencia de las ciperáceas por los animales, lo que le confiere una mayor capacidad de competencia frente a las otras especies en condiciones de pastoreo intenso ya que es una especie rizomatosa. Se destaca los altos valores de contribución de esta especie en las parcelas, debido a que el ensayo está instalado sobre una comunidad de ciperáceas y juncáceas

donde las condiciones del suelo y topografía son favorables para esta especie.

La especie *Pas. not.* mostró una mayor contribución específica en el tratamiento PNP, ya que al ser una especie estolonífera y presentar propagación vegetativa puede adaptarse a un pastoreo continuo al aumentar la presión de pastoreo (Berretta 1996, Formoso 1996, Boggiano et al. 1998, Rosito y Marasquín, Girardi y Goncalves, Souza, citados por Pinto 2004, Olmos et al. 2005). Al igual que en este trabajo diferentes autores como Gomes et al. (1998a), Boggiano (2002), Berretta (2005) encontraron incremento de la cobertura de la especie a la fertilización asociada a altas intensidades de pastoreo.

En los tratamientos CNP y CSF la especie continuó presentando una cobertura relativa dominante lo que concuerda con lo observado por Boldrini, citado por Pinto (2004) en donde concluye que la especie se mantenía en gran frecuencia en pastoreos con baja carga, por lo que la condición del suelo fue una variable aún más determinante que la presión de pastoreo, lo que demuestra que esta interacción (tipo de suelo y unidad del mismo) también debe ser tenidas en cuenta a la hora de interpretar las tendencias sucesionales.

4.3.12. Contribución específica estacional de las principales especies

A continuación se describe la cobertura relativa por estación de las principales especies que fueron analizadas.

4.3.12.1. *Adesmia bicolor*

Cuadro No.16. Contribución específica de *Adesmia bicolor* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	100,48	66,54	113,72	92,97
(p-valor)	0,33	0,05	0,15	0,73
NP	0,32 ± 0,32	0,59 a	0,9 ± 0,49	0,4 ± 0,04
SF		0,31 b		
DMS	0,27	0,23	0,80	0,29
(p-valor)	0,05	<0,01	0,04	0,02
C	0,52 a	0,68 a	1,42 a	0,62 a
P	0,18 b	0,22 b	0,38 b	0,18 b
DMS	0,27	0,23	0,80	0,29
(p-valor)		0,05		
C SF		0,39 b		
C NP		0,97 a		
P SF		0,22 b		
P NP		0,22 b		
DMS		0,332		

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Como puede observarse en el cuadro, para todas las estaciones se presentan diferencias significativas en la contribución específica de *Ade. bic.* en los tratamientos C. En otoño en particular se encontró efecto en la interacción, siendo superior la cobertura relativa en el caso de CNP sobre los demás tratamientos.

Es una especie que responde positivamente al agregado de fertilizante y a pastoreos diferidos o cortes (como es el caso) como ya se explicó en el cuadro No. 14.

4.3.12.2. *Andropogon lateralis*

Los resultados de la contribución específica estacional de *And. lat.* no presentaron diferencias significativas para los tratamientos en cuanto a su contribución específica. La especie mostró una contribución similar a lo largo de

las diferentes estaciones siendo en promedio 7%. Gomes et al. (1998b) encontraron que con distintos niveles de fertilización (NPK), dicha especie no variaba su cobertura en el tapiz, mientras que si observaron mayor cobertura en tratamientos donde el pastoreo era diferido.

4.3.12.3. *Bothriochloa laguroides*

Cuadro No.17. Contribución específica de *Bothriochloa laguroides* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	53,73	32,81	50	59,42
(p-valor)	0,43	0,98	0,78	0,57
NP	17,2 ± 2,34	18,15 ± 0,04	20,95 ± 0,93	5,7 ± 0,62
SF				
DMS	7,24	4,66	8,21	2,65
(p-valor)	0,70	0,24	0,01	0,20
C	17,2 ± 1,96	20,99 a	33,07 a	7,5 a
P		15,31 b	8,82 b	3,9 b
DMS	7,245	4,668	8,212	2,655

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Como se observa en el cuadro la contribución estacional de *Bot. lag.* presentó diferencias significativas solo en el invierno, en donde su cobertura relativa es mayor en los tratamientos C frente a los P.

Su mayor contribución en los tratamientos cerrados como se explicó en el cuadro No.14, se debe a que al presentar tipo vegetativo cespitoso con porte erecto, un pastoreo controlado o cortes como es el caso, lograrían aumentar la frecuencia de dicha especie ya que escapa a un pastoreo continuo con alta intensidad (menor a 5 cm) en donde su frecuencia se ve disminuida. Este aumento de la especie en pastoreos diferidos también fue observado por Berretta (1996) en la región basáltica. A su vez, Berretta (1998b) resalta que la especie tiende a incrementar su frecuencia cuando se fertiliza la pastura, resultados contradictorios encontró Cejas (2016) en donde reporta una disminución de la frecuencia de *Bot. lag.* cuando se incrementan los niveles de nitrógeno, si habiéndose incrementado su cobertura en campo natural mejorado.

Las diferencias significativas en la cobertura relativa de la especie en

invierno entre los tratamientos C y P ocurre porque en el tratamiento P la especie fue consumida por los animales, mientras que en el otro caso lo producido por *Bot. lag.* en su estación de crecimiento se trasladó “en pie” hacia el invierno.

Se destaca la alta contribución de la especie (cerca al 20%) en verano y otoño, lo cual puede explicarse por su ciclo estival, por su menor preferencia frente a otras especies y por su alta adaptabilidad a los diferentes tipos de suelos (en basalto suelos bien drenados, secos desde superficiales a profundos) siendo una de las más comunes de encontrar en los tapices de los campos naturales Boggiano (2003).

En la primavera se identifica su baja cobertura relativa lo cual se debe a que en las parcelas pastoreadas su contribución fue baja ya que en promedio fue de 3% y a su vez en cuatro parcelas de las 10 censadas bajo pastoreo no se encontró presencia de la especie; en el promedio de la estación su contribución fue del 6,5%.

4.3.12.4. *Coelorhachis selloana*

Cuadro No.18. Contribución específica de *Coelorhachis selloana* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	380,06	138,35	447,21	90
(p-valor)	0,44	0,12	0,33	0,01
NP	0,3 ± 0,28	0,8 ± 0,56	0,05 ± 0,07	4,10 a
SF				1,10 b
DMS	0,89	0,86	0,17	1,82
(p-valor)	0,25	0,12	0,30	<0,01
C	0,3 ± 0,44	0,8 ± 0,57	0,05 ± 0,07	5,10 a
P				0,10 b
DMS	0,89	0,86	0,17	1,82
(p-valor)				<0,01
C SF				2,00 b
C NP				8,20 a
P SF				0,20 b
P NP				<0,01 b
DMS				2,583

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Los resultados muestran que *Coe. sell.* presentó diferencias significativas para la primavera, en donde el tratamiento que presentó mayor contribución de la especie fue el CNP.

Estos resultados obtenidos en el tratamiento CNP como se explicaron en el cuadro No.14, se deben a que por ser cespitosa, tiende a incrementar su frecuencia en lugares donde el pastoreo presenta un manejo diferido, ya que los animales debido a que es una especie tierna y tiene porte erecto, no dejarían un área foliar remanente adecuada para la recuperación de la especie bajo un pastoreo continuo con alta intensidad (menor a 5 cm) como es el caso de este trabajo. Además, los resultados obtenidos en la primavera responden a las condiciones favorables de crecimiento para las plantas, sumándole a esto, manejos del pastoreo y aumento de fertilidad del suelo, a los que se adapta la especie.

4.3.12.5. *Cynodon dactylon*

Según los resultados obtenidos de la especie *Cynodon dactylon* no se encontró efecto de las variables analizadas sobre su cobertura relativa, destacándose los valores muy bajos, ya que se encontró en algunas parcelas aisladas pocas plantas generando así valores en promedio menor al 1% para los diferentes tratamientos.

Su análisis se justifica ya que en dos de las 10 parcelas superaba el 5% de cobertura durante todo el año y en una de las mismas llegó a ser de 38% de cobertura. Del Pino et al. (2014) registraron un aumento de esta gramínea invasora en campos naturales fertilizados.

4.3.12.6. *Eleocharis dunensis*

Cuadro No.19. Contribución específica de *Eleocharis dunensis* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	68,98	83,59	52,44	23,97
(p-valor)	0,05	0,87	0,01	0,73
NP	8,51 b	10,05 ± 0,42	13,18 b	33,30 ± 0,87
SF	16,49 a		25,62 a	
DMS	6,75	6,58	7,97	6,25
(p-valor)	0,18	0,73	0,02	0,05
C	12,50 ± 4,35	10,05 ± 1,03	12,88 b	29,00 b
P			25,92 a	37,60 a
DMS	6,75	6,58	7,97	6,25

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Según los resultados obtenidos puede observarse como la contribución específica de *Ele. dun.* presentó diferencias significativas en verano, invierno y primavera, en donde en verano e invierno el efecto de la fertilización tuvo incidencia significativa, en la cual se obtuvo una respuesta negativa de la contribución específica de la especie a la misma. A su vez, en invierno también se encontró respuesta positiva al pastoreo, esto último también se observó en primavera.

Los resultados negativos respecto a la fertilización concuerdan con lo citado por Gomes et al. (1998b), mientras que los resultados respecto al pastoreo como se explicó en el cuadro No. 15, se deben a la baja preferencia de las ciperáceas por los animales, lo que le confiere una mayor capacidad de competencia frente a las otras especies en condiciones de pastoreo intenso (menor a 5 cm) ya que es una especie rizomatosa, a su vez también las condiciones del suelo y topografía del ensayo son favorables para esta especie.

4.3.12.7. *Panicum milioides*

Cuadro No.20. Contribución específica de *Panicum milioides* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	115,15	107,29	224,47	153,98
(p-valor)	0,21	0,49	0,12	0,83
NP	4,8 ± 2,48	2,4 ± 0,62	1,13 a	0,35 ± 0,04
SF			0,07 b	
DMS	4,33	2,01	1,05	0,42
(p-valor)	0,07	0,68	0,10	0,59
C	7,36 a	2,4 ± 0,36	0,03 b	0,35 ± 0,09
P	2,24 b		1,17 a	
DMS	4,33	2,01	1,05	0,42
(p-valor)			0,10	
C SF			0,07 b	
C NP			<0,01 b	
P SF			0,07 b	
P NP			2,27 a	
DMS			1,493	

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Puede visualizarse en los resultados que la contribución específica de *Pan. mil.* en verano presentó mayor cobertura relativa en los tratamientos C, mientras que para el invierno se encontró efecto de la interacción, siendo que el tratamiento PNP presentó mayor cobertura relativa que los demás.

Los resultados obtenidos para *Pan. mil.* en verano respecto al efecto del pastoreo se explican por ser una especie de tipo vegetativo cespitoso, lo que conlleva que al clausurar el pastoreo o controlarlo mediante cortes poco frecuentes la misma incrementa su contribución en el tapiz. Resultado que coincide con lo citado por Rodríguez y Caussals (2011).

Sin embargo, lo observado en invierno contrasta con esta explicación, debido a que las plantas eran de pequeño porte, por lo tanto, la acumulación de forraje en el otoño llevó a que en invierno disminuyera la cobertura en los tratamientos C, no sucediendo esto para los tratamientos P, en donde se encontraba más espacio entre plantas. Sumando la respuesta obtenida por la fertilización permite una mayor cobertura de la planta en comparación a los

demás tratamientos. Jaurena et al. (2011), encontraron que con un aumento de la carga, esta especie aumentó su frecuencia dada su alta capacidad de propagación por semillas.

En cuanto a la respuesta de la cobertura de *Panicum milioides* al pastoreo, Rosengurt (1943) define esta especie como resistente a altas cargas de corta duración, mientras que Altesor et al. (2005) la clasifican como sucesionalmente intermedia debido al aumento de su frecuencia en los primeros años de exclusión del pastoreo.

Respecto a los resultados obtenidos frente a la fertilización, Jaurena et al. (2015), reportan una respuesta de esta especie a la fertilización, aunque la misma fue inconsistente variando mucho el grado de respuesta según el año.

4.3.12.8. *Paspalum dilatatum*

Cuadro No.21. Contribución específica de *Paspalum dilatatum* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	60,19	67,41	88,92	52,04
(p-valor)	0,08	0,77	0,92	0,53
NP	16,13 a	4,65 ± 0,29	4,9 ± 0,12	10,25 ± 1,13
SF	9,37 b			
DMS	6,01	2,45	3,41	4,18
(p-valor)	0,82	0,05	0,88	0,65
C	12,75 ± 0,56	6,10 a	4,9 ± 0,12	10,25 ± 0,76
P		3,20 b		
DMS	6,01	2,45	3,41	4,18
(p-valor)		0,01		
C SF		3,81 bc		
C NP		8,39 a		
P SF		5,07ab		
P NP		1,34 c		
DMS		3,46		

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En verano y otoño se aprecian diferencias significativas entre tratamientos. En el verano se destaca la mayor contribución en los tratamientos NP respecto a los SF, mientras que en el otoño se puede observar mayor

contribución en el tratamiento CNP frente a los CSF y PNP.

Los resultados obtenidos en el verano se explican debido a que *Pas. dil.* es una gramínea estival que presenta respuesta al agregado de fertilizante NP (Gomes et al. 1998b, Montossi et al. 2000, Berretta 2005). A su vez, al presentar ciclo estival, la especie en verano presenta mayor respuesta siendo que la fertilización se realizó en la primavera.

Los resultados observados en el otoño en donde el efecto de la fertilización se explica por lo anteriormente nombrado, el efecto del tratamiento C se debe al tipo vegetativo cespitoso que presenta la especie, el cual se beneficia cuando se prolongan los descansos entre pastoreos por lo que la contribución de esta especie comienza a elevarse (Boggiano et al., 2005).

4.3.12.9. *Paspalum notatum*

En verano, invierno y primavera los tratamientos bajo pastoreo continuo presentaron mayor contribución de la especie que los C. Para el otoño no se observaron diferencias significativas entre tratamientos. Cabe destacar que no se encontró respuesta de *Pas. not.* en cuanto al efecto de la fertilización e interacción entre tratamientos en ninguna estación. La cobertura relativa en promedio para los tratamientos P en las estaciones en donde se encontró respuesta fue de 32%, mientras que en los tratamientos C fue de 18% presentando el menor valor en invierno (10%).

La mayor contribución específica de *Pas. not.* en los tratamientos P, como se explicó en el cuadro No. 15. se debe a que al ser una especie estolonífera y presentar propagación vegetativa puede adaptarse a un pastoreo continuo al aumentar la presión de pastoreo (Berretta 1996, Formoso 1996, Boggiano et al. 1998, Rosito y Marasquin, Girardi y Goncalves, Souza, citados por Pinto 2004, Olmos et al. 2005).

4.3.12.10. *Sporobolus indicus*

Cuadro No.22. Contribución específica de *Sporobolus indicus* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P). .

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	106,22	79,34	86,83	157,58
(p-valor)	0,09	0,93	0,49	0,33
NP	5,32 a	5,35 ± 0,11	6,2 ± 1,20	0,75 ± 0,38
SF	2,18 b			
DMS	3,12	3,32	4,2	0,92
(p-valor)	0,08	0,20	0,31	0,96
C	2,03 b	5,35 ± 1,85	6,2 ± 1,82	0,75 ± 0,01
P	5,47 a			
DMS	3,12	3,32	4,22	0,92

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Como se observa en el cuadro, en el verano se presentaron diferencias significativas, en donde la mayor contribución específica ocurrió en los NP, a su vez los tratamientos P presentaron mayor contribución de la especie que los C

La especie presenta respuesta a la fertilización como así lo resalta Gomes et al. (1998b), a su vez con el aumento de la fertilidad del suelo (campo natural mejorado), Pott, citado por Pinto (2004), encontró incrementos de la cobertura relativa de *Spo. Ind.*

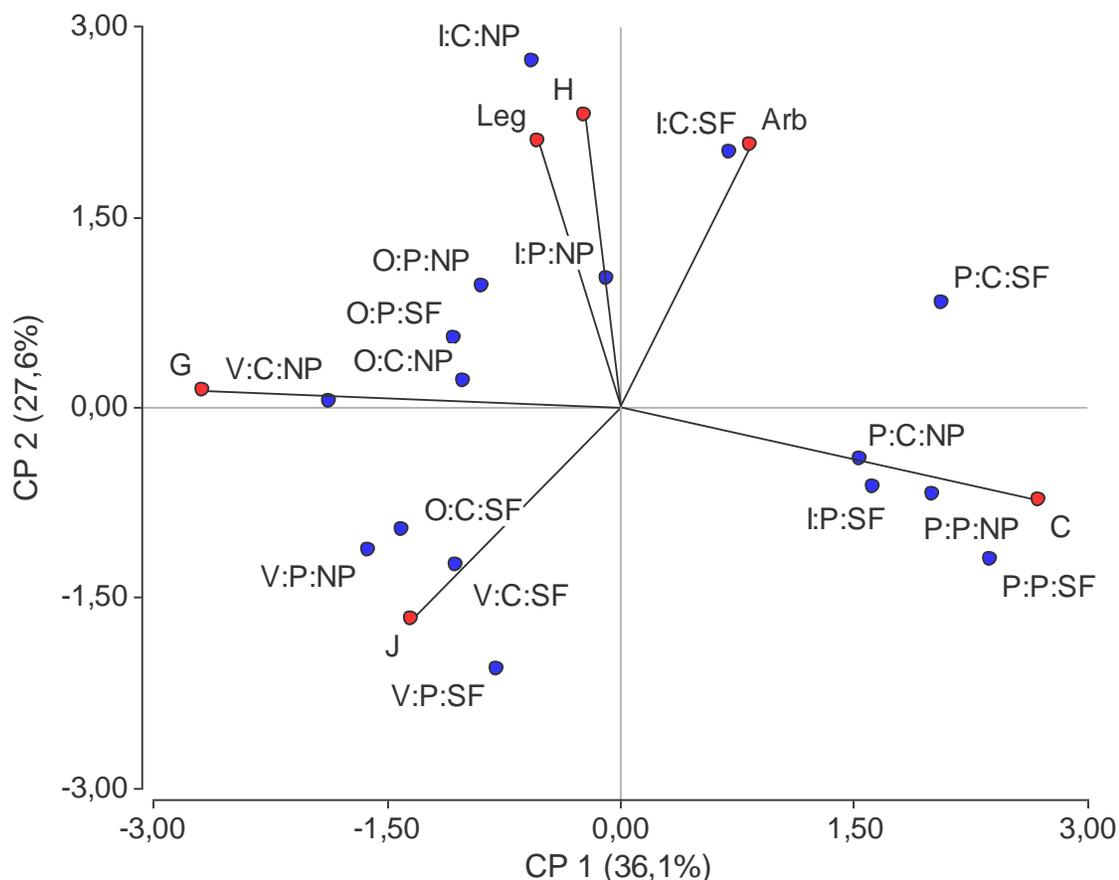
Los resultados en cuanto al efecto del pastoreo se pueden explicar debido al proceso de selección en el cual los animales consumieron otras especies de mejor calidad dejando así al *Spo. ind.* por lo cual se incrementó su frecuencia en los tratamientos pastoreados.

4.3.13. Análisis de componentes principales

4.3.13.1. Grupos de plantas

A continuación se procederá a realizar un análisis de las variables que resumen el comportamiento de los grupos de plantas frente al efecto de las estaciones, el tipo de pastoreo y la fertilización. Para ello se realizó un Análisis

de Componentes Principales (ACP) presentándose en la figura siguiente el biplot resultado del mismo.



Arbustos (Arb); ciperáceas (C); gramíneas (G); hierbas (H); juncáceas (J); leguminosas (Leg). Estación: tipo de pastoreo: fertilización. Verano (V), otoño (O), invierno (I), primavera (P); cerrado con cortes (C), pastoreado (P); fertilizado con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF).

Figura No.10. Biplot de grupos de plantas y tratamientos por parcelas resultados de un ACP durante un año.

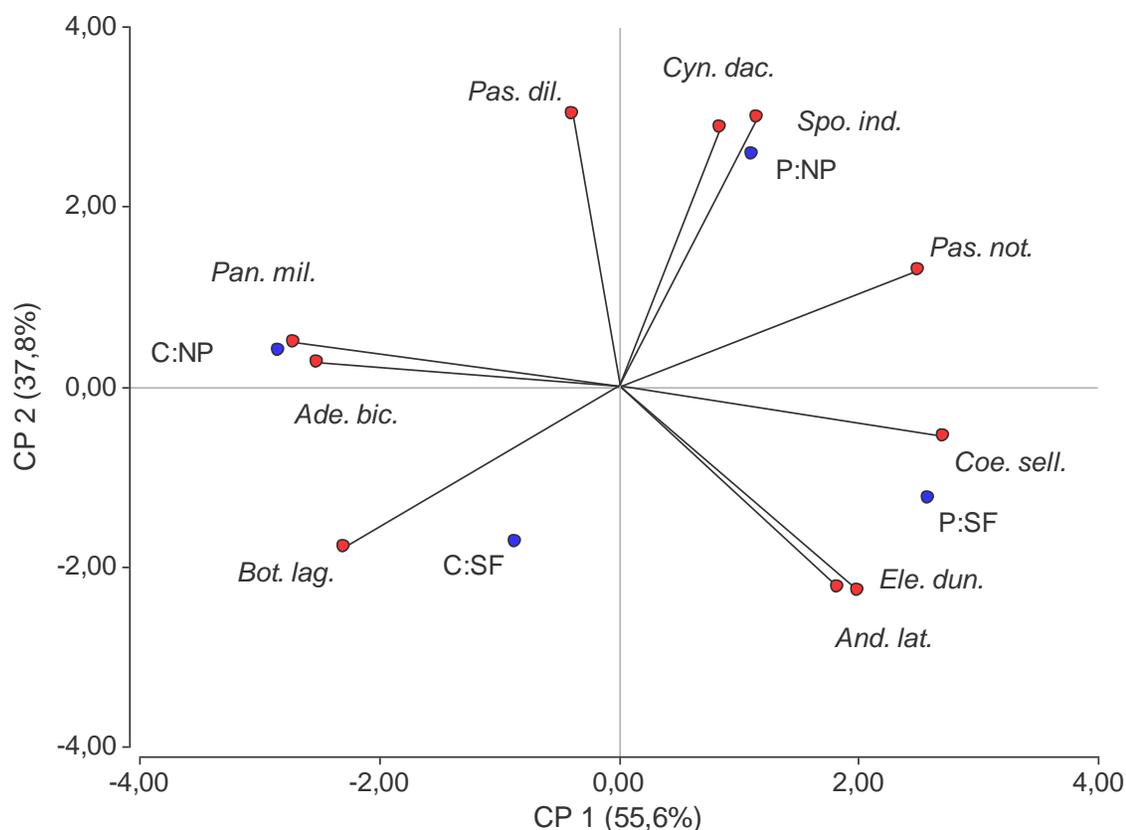
Los componentes 1 y 2 (CP1 y CP2) explicaron el 64% de la variabilidad de los datos. El CP1 separa G (con valores más negativos) y C (con valores más positivos) presentando los demás grupos de plantas valores intermedios. Asociados a la variable C se observan los tratamientos censados en primavera. Los tratamientos censados en verano se asocian, el cerrado fertilizado a G y los demás a J. El otoño no tiene una asociación clara con ninguna variable mientras que CNP se asocia a Leg y H. Se observa mayor

variabilidad asociada al tipo de pastoreo y fertilización que a las estaciones ya que las primeras se encuentran en cuadrantes diferentes.

Se asocian los tratamientos CSF, PNP y PSF al grupo juncáceas en las estaciones de verano y otoño, esta asociación en dichas estaciones se puede deber a que las J son de ciclo estival, siendo que en verano los tratamientos pastoreados presentan mayor participación del grupo independientemente de la fertilización o no, mientras que en los tratamientos CSF se ve que tanto en otoño como en verano se podría esperar mayor cobertura del grupo. Otra asociación visiblemente clara es la que presentan los tratamientos CNP, PSF y PNP con el grupo ciperáceas en primavera mayoritariamente y algunos en invierno, se destaca en general mayor contribución de las C en los tratamientos pastoreados en primavera sin tener efecto la fertilización, resultado que puede deberse a una mejor adaptación de las especies a un pastoreo intenso (menor a 5 cm de altura) y a la presión de selección ejercida por parte de los animales por otro grupo como ser gramíneas de mayor preferencia. Mientras que en invierno también se podría encontrar mayor cobertura bajo pastoreo y sin fertilización, resultado que podría explicarse por la participación de especies de ciclo invernal en una época de escasez de forraje en el tapiz y baja participación de especies estivales.

4.3.13.2. Especies

A continuación se presenta el análisis de componentes principales por estación para las principales especies.



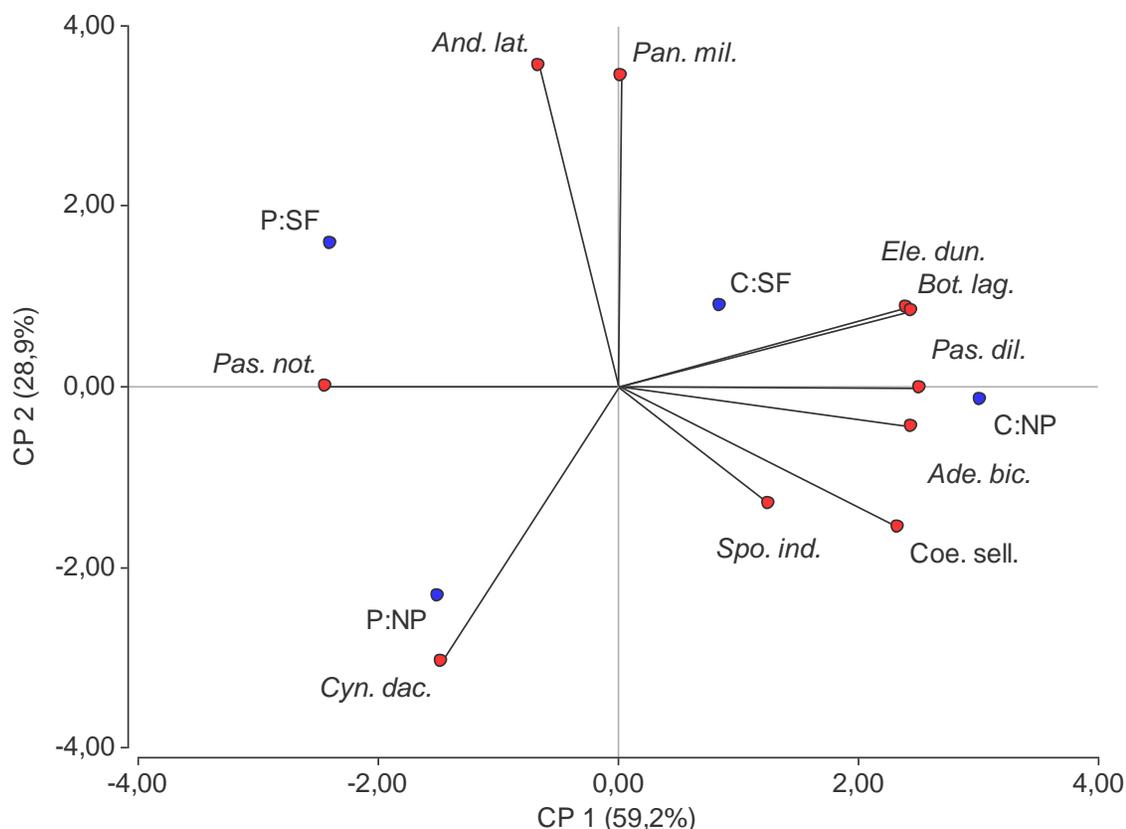
Adesmia bicolor (*Ade. bic.*); *Andropogon lateralis* (*And. lat.*); *Bothriochloa laguroides* (*Bot. lag.*); *Coelorhachis selloana* (*Coe. sell.*); *Cynodon dactylon* (*Cyn. dac.*); *Eleocharis dunensis* (*Ele. dun.*); *Panicum milioides* (*Pan. mil.*); *Paspalum dilatatum* (*Pas. dil.*); *Paspalum notatum* (*Pas. not.*); *Sporobolus indicus* (*Spo. ind.*) en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

Figura No.11. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP durante el verano.

En el verano el 93% de la variabilidad de los datos está explicada por los CP1 y 2. Se puede observar claramente una fuerte asociación del tratamiento CNP con las especies *Pan. mil.* y *Ade. bic.*, mientras que el tratamiento CSF se asocia con la especie *Bot. lag.* También se observa en la figura que el tratamiento PNP presenta una fuerte relación con las especies *Spo. ind.* y *Cyn. dac.* y una asociación más lejana con *Pas. dil.* El tratamiento PSF se asocia cercanamente con la especie *Coe. sell.* y también muestra una cercanía a las especies *Ele. dun.* y *And. lat.* las cuales presentan una fuerte asociación entre sí. La especie *Pas. not.* no muestra una cercanía muy clara con algún tratamiento en particular pero puede observarse que se relaciona

más con los tratamientos que están bajo pastoreo continuo con o sin fertilizar.

La clara asociación que se observa del tratamiento CNP con *Pan. mil.* y *Ade. bic.*, puede deberse a que ambas especies se favorecen con el incremento de la fertilidad del suelo y a su vez con un cierre del pastoreo controlado por cortes como es el caso. Otra asociación clara entre el tratamiento PNP y *Spo. ind.* y *Cyn. dac.*, puede estar explicada dado que los animales dejan de consumir estas especies por ser de menor calidad que otras allí presentes y entonces incrementen su cobertura relativa en éstos tratamientos. Teniendo en cuenta que fue un verano sin evidencia de déficit hídrico muchas especies se vieron favorecidas en cuanto a su crecimiento pudiendo competir mejor con especies como las analizadas y a su vez los animales no tuvieron que consumir especies de baja calidad por falta de alimento.



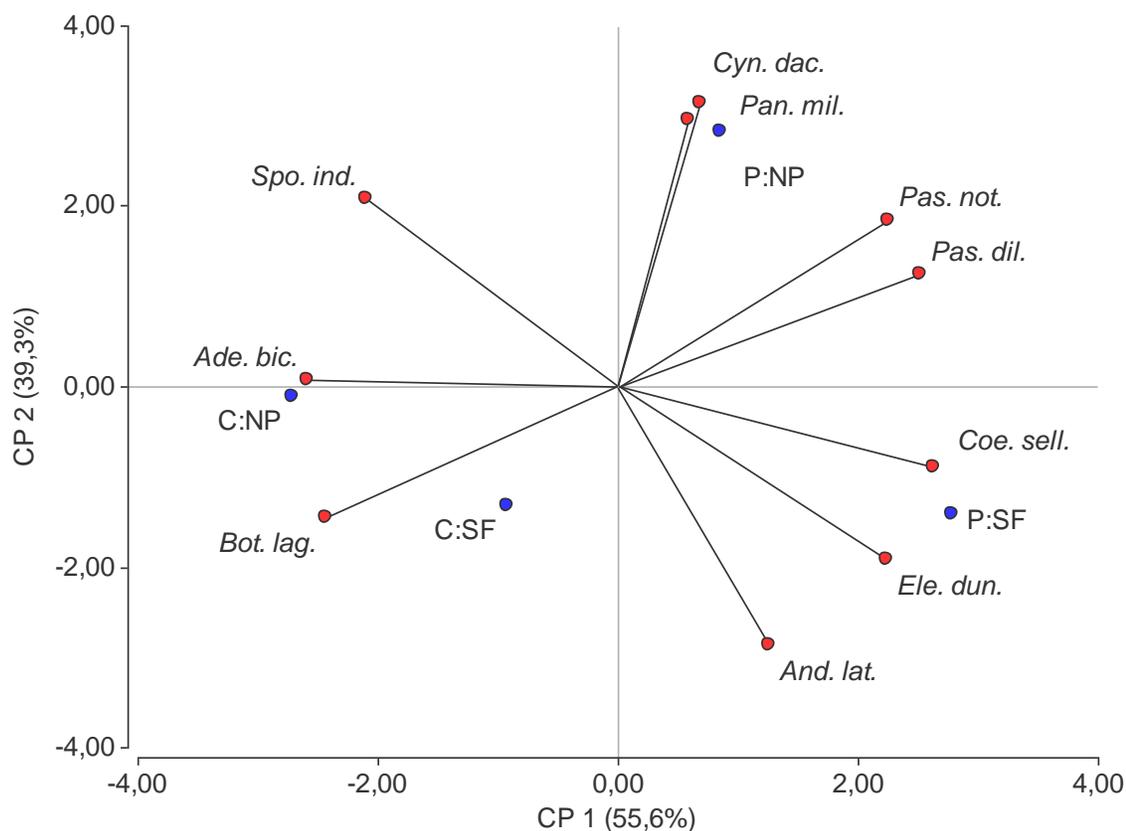
Adesmia bicolor (*Ade. bic.*); *Andropogon lateralis* (*And. lat.*); *Bothriochloa laguroides* (*Bot. lag.*); *Coelorhachis seloana* (*Coe. sell.*); *Cynodon dactylon* (*Cyn. dac.*); *Eleocharis dunensis* (*Ele. dun.*); *Panicum milioides* (*Pan. mil.*); *Paspalum dilatatum* (*Pas. dil.*); *Paspalum notatum* (*Pas. not.*); *Sporobolus indicus* (*Spo. ind.*) en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

Figura No.12. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP durante el otoño.

En otoño la figura muestra que la variabilidad de los datos está explicada en un 88,1% por los componentes 1 y 2. Asociaciones claras se observa entre el tratamiento PNP y la especie *Cyn. dac.* que cabe destacar presenta valores negativos para los CP1 y 2, a su vez otra asociación fuerte que se puede visualizar es la del tratamiento CNP con las especies *Pas. dil.* y *Ade. bic.* en donde éstas presentan mayor cobertura relativa, también dicho tratamiento presenta una asociación menor con las especies *Spo. ind.* y *Coe. sell.* A su vez el tratamiento CSF estuvo más asociado a las especies *Bot. lag.* y *Ele. dun.* destacando que estas últimas también presentaron una relación con el tratamiento CNP. La especie *Pas. not.* presenta valores negativos para CP1,

mientras que los tratamientos con pastoreo se ubican en valores negativos del CP1.

La relación de PNP con los datos de *Cyn. dac.* pueden darse por lo explicado en el verano en donde los animales dejaron de consumir especies de menor calidad como está la cual es ordinaria, para consumir especies de mayor calidad.



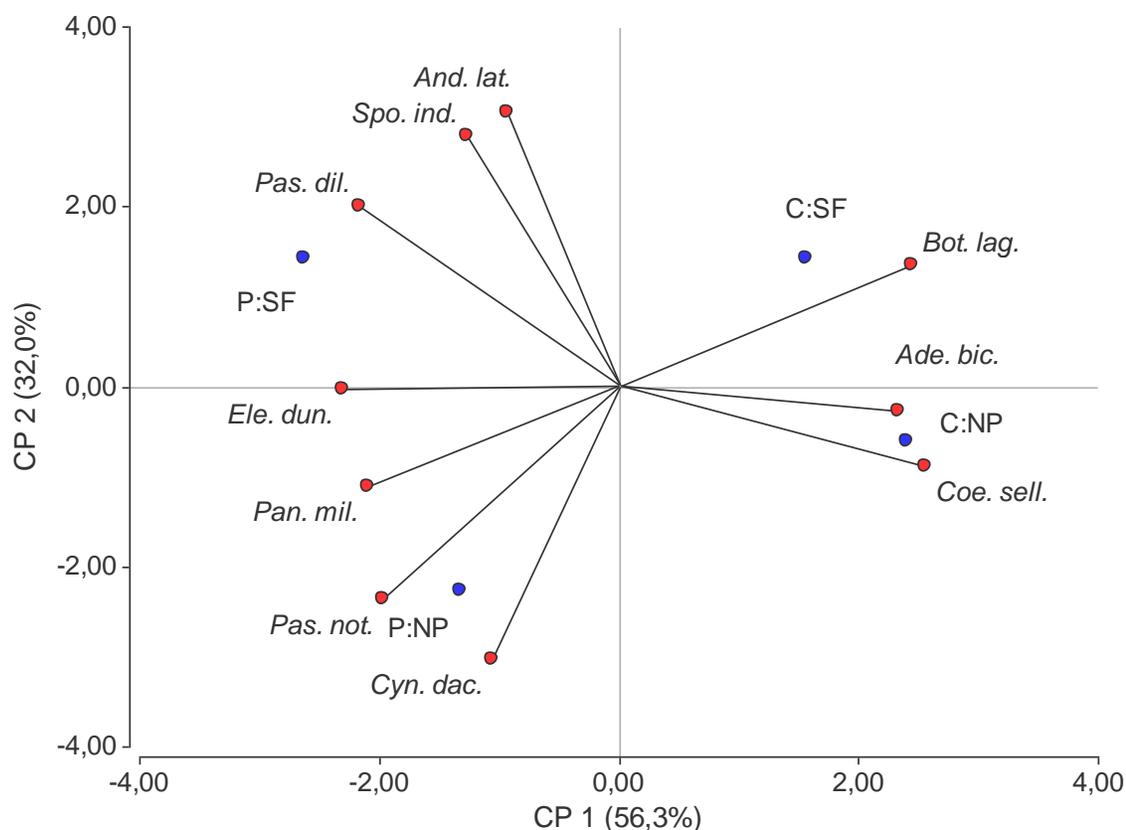
Adesmia bicolor (*Ade. bic.*); *Andropogon lateralis* (*And. lat.*); *Bothriochloa laguroides* (*Bot. lag.*); *Coelorhachis selloana* (*Coe. sell.*); *Cynodon dactylon* (*Cyn. dac.*); *Eleocharis dunensis* (*Ele. dun.*); *Panicum milioides* (*Pan. mil.*); *Paspalum dilatatum* (*Pas. dil.*); *Paspalum notatum* (*Pas. not.*); *Sporobolus indicus* (*Spo. ind.*) en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

Figura No.13. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP durante el invierno.

En invierno el 95% de la variabilidad de los datos está explicada por los componentes 1 y 2. Las variables presentan comportamientos muy dispersos

en el plano. Sin embargo *Spo. ind.*, *Ade. bic.* y *Bot. lag.* presentan valores negativos para CP1 donde se les relaciona a los tratamientos cerrados (CSF y CNP). En particular el tratamiento CNP se asocia fuertemente a la especie *Ade. bic.* con valores positivos para CP1 y negativos para CP2. El tratamiento PSF se asocia a las especies *Ele. dun.*, *Coe. sell.* y en menor medida con la especie *And. lat.*, mientras que el tratamiento PNP se asocia fuertemente con las especies *Pan. mil.* y *Cyn. dac.* y a su vez también con las especies *Pas. dil.* y *Pas. not.* presentando con estas últimas una menor asociación.

Los tratamientos bajo pastoreo continuo con y sin fertilización presentan una asociación con la mayoría de las especies que se analizaron, mientras que solamente tres especies se asocian a los tratamientos cerrados. La mayor contribución de *Ade. bic.* en el tratamiento CNP se debe a lo explicado en las estaciones anteriores, ya que la especie presenta respuesta positiva a la fertilización y también a los pastoreos diferidos o cierres con corte como es el caso. La mayor cobertura de *Ele. dun.* y *Coe. sell.* en el tratamiento PSF, se puede explicar porque la primera especie es una de las dominantes en el tapizado que el experimento se instaló en una comunidad de ciperáceas y juncáceas, haciendo esto que en condiciones de competencia entre plantas como es el pastoreo, sumado a la menor preferencia de éstas especies hayan incrementado su cobertura a razón que las gramíneas disminuyeron por mayor consumo de los animales sobre estas últimas.



Adesmia bicolor (*Ade. bic.*); *Andropogon lateralis* (*And. lat.*); *Bothriochloa laguroides* (*Bot. lag.*); *Coelorhachis selloana* (*Coe. sell.*); *Cynodon dactylon* (*Cyn. dac.*); *Eleocharis dunensis* (*Ele. dun.*); *Panicum milioides* (*Pan. mil.*); *Paspalum dilatatum* (*Pas. dil.*); *Paspalum notatum* (*Pas. not.*); *Sporobolus indicus* (*Spo. ind.*) en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

Figura No.14. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP durante la primavera.

En primavera puede verse en la figura que la variabilidad de los datos está explicada en un 88,3% por los componentes 1 y 2. Las especies *Bot. lag.*, *Ade. bic.* y *Coe. sell.* se comportan diferente al resto de las especies relacionándose con los tratamientos cerrados con valores positivos para CP1. El tratamiento PNP se asocia principalmente con las especies *Pas. not.* y *Cyn. dac.* destacando que esta última en todas las estaciones ha presentado mayor contribución en este tratamiento. A su vez, el mismo tratamiento presenta una menor asociación con la especie *Pan. mil.*, mientras que el tratamiento PSF se asocia más con las especies *Pas. dil.* y *Ele. dun.*, presentando menor asociación con *Spo. ind.* y *And. lat.*

A modo de resumen a lo largo de todas las estaciones analizadas se observó claramente que en invierno y primavera los tratamientos bajo pastoreo continuo con y sin fertilizar presentaron mayor asociación con la mayoría de las especies analizadas, siendo que solamente dos o tres especies se asociaron a los tratamientos cerrados. Cabe destacar que esta asociación de los tratamientos pastoreados no fue tan clara en las estaciones de verano y otoño. En general las especies *Ade. bic.* y *Cyn. dac.* en todas las estaciones presentaron mayor contribución en los tratamientos CNP y PNP respectivamente. La especie *Bot. lag.* siempre presentó mayor cobertura en el tratamiento CSF.

4.4. RESULTADOS DE PRIMER Y SEGUNDO AÑO DE LA FERTILIZACIÓN DE PRIMAVERA

En este capítulo se compara el efecto de la primera y segunda fertilización en la primavera en cuanto a la cobertura de los principales grupos de plantas evaluados y contribución específica de las especies que presentaron una cobertura relativa en promedio igual o superior al 5%. Conociendo que en la primavera del año previo a iniciar la fertilización, no había diferencias significativas en las parcelas a las que se les aplicaron los tratamientos, es que cualquier cambio existente en el ANAVA de la primavera del primer año (2016) se le atribuye a cambios debido al efecto del tratamiento.

4.4.1. Principales grupos de plantas

El grupo gramíneas en la primavera 1 presentó mayor cobertura en los tratamientos sin fertilizar. Sin embargo, en el segundo año de fertilización no se evidenció respuesta en su cobertura para ningún factor. Su cobertura promedio en primavera del primer año fue de 34,3% y 56,0% en el segundo año; este aumento en la cobertura de gramíneas no es atribuible al efecto de los tratamientos por lo que pudo haber sido debido al efecto año.

El grupo hierbas en el primer año de fertilización en la primavera presentó mayor cobertura en los tratamientos fertilizados, mientras que en el segundo año no presentó respuesta en su cobertura para ningún factor. Su cobertura en primavera en el primer año fue de 12,6% y 9,0% en el segundo año.

El grupo leguminosas en el primer y segundo año de fertilización en la primavera no presentó respuesta en su cobertura en ningún factor. Su cobertura

en el primer año en promedio en la primavera fue de 0,3% y 0,5% en el segundo año.

Por último el grupo ciperáceas en el primer año de fertilización en la primavera presentó mayor cobertura en los tratamientos cerrados al pastoreo, mientras que en el segundo año presentó mayor cobertura en los tratamientos pastoreados. Su cobertura en la primavera en el primer año fue de 52,8% y 34% en el segundo año se observa un comportamiento inverso de este grupo con las gramíneas; lo que deprime a unas hace que aumenten las otras.

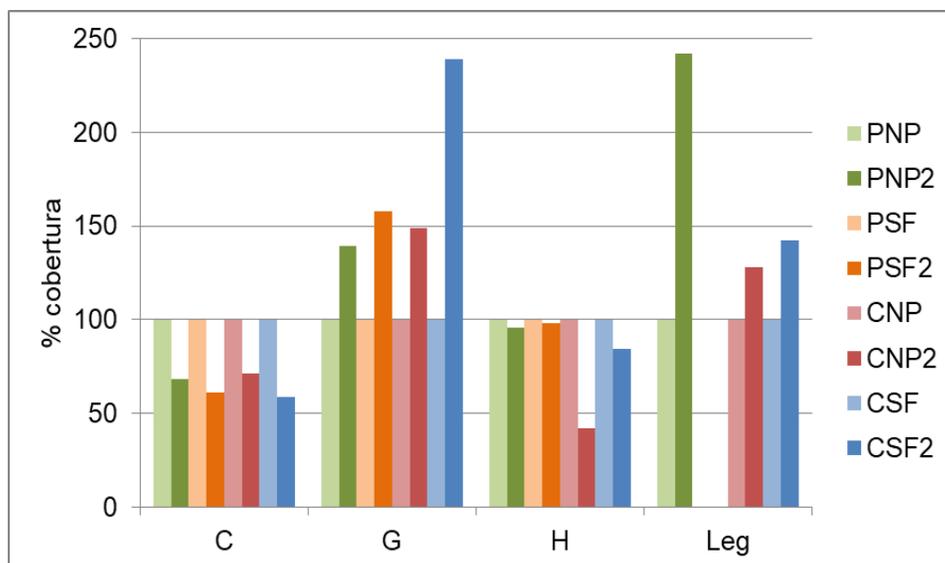


Figura No.15. Cobertura relativa de los principales grupos de plantas en primavera 2017 en los distintos tratamientos (PNP2, PSF2, CNP2, CSF2) respecto al 100% correspondiente a la cobertura en los tratamientos en primavera 2016 (PNP, PSF, CNP, CSF).

Otra manera de analizar las diferencias es observar la contribución relativa de cada tratamiento a la contribución total del grupo y de esta manera se puede aislar cualquier efecto que haya afectado de forma uniforme a un grupo en todos los tratamientos de un año al otro. Sabiendo que el año cero era uniforme, las variaciones son dadas por el efecto de los tratamientos y el efecto año.

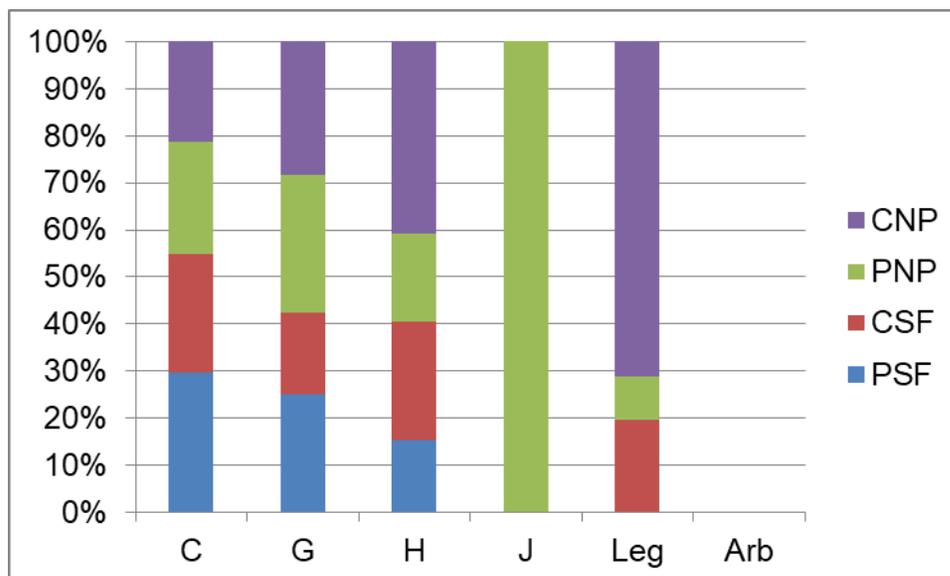


Figura No16. Participación relativa (%) de cada tratamiento en el total de la contribución de cada grupo en la primavera 2016.

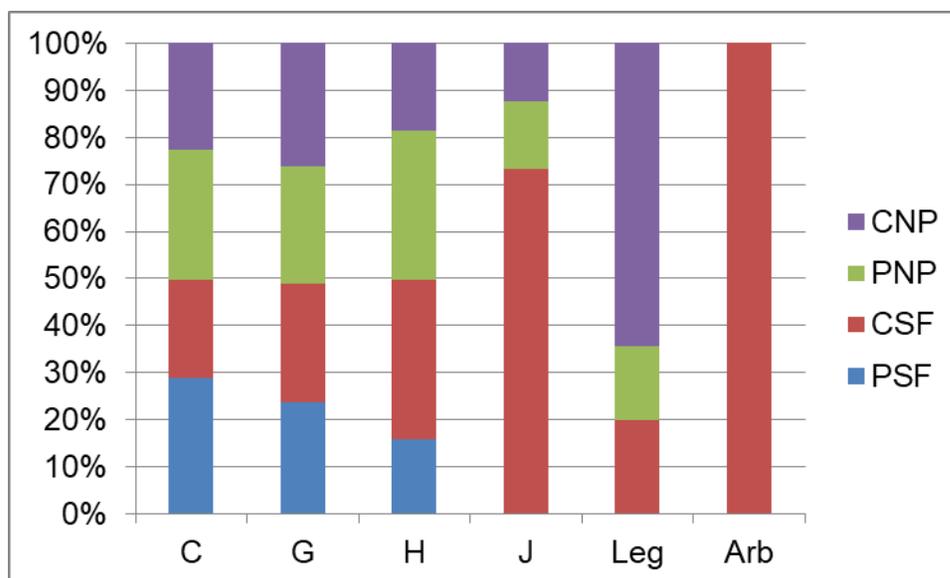


Figura No17. Participación relativa (%) de cada tratamiento en el total de la contribución de cada grupo en la primavera 2017 ajustados los valores con covariable.

En el primer año en el grupo leguminosas fue donde se vio la mayor diferencia dada por el tratamiento CNP; no se observó participación en PSF.

Otro grupo que presentó diferencias en la participación por tratamiento fue hierbas que aumentó su contribución en CNP en su primer año mientras que en el segundo aumenta en los tratamientos CSF y PNP.

Se puede observar la alta presencia de J en el tratamiento CSF y que aparece el grupo Arb en CSF.

4.4.2. Contribución específica de las especies

Las especies que entraron dentro del análisis (mayor o igual al 5% y de importancia agronómica) fueron 11: *Adesmia bicolor*, *Andropogon lateralis*, *Bothriochloa laguroides*, *Coelorhachis selloana*, *Eleocharis dunensis*, *Panicum milioides*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum* y *Sporobolus indicus*.

Adesmia bicolor: en el primer año de fertilización en la primavera no presentó respuesta en su cobertura en ningún factor, siendo que en el segundo año presentó mayor cobertura relativa en los tratamientos cerrados (0,6%). Su cobertura relativa en promedio en el primer año en la primavera fue de 0,2% y 0,4% en el segundo año.

Andropogon lateralis: en el primer año de fertilización en la primavera se encontró mayor cobertura relativa en los tratamientos sin fertilizar (8%) y en el segundo año no se encontró respuesta en la cobertura de la especie en ningún factor. Su cobertura relativa en promedio en la primavera del primer año fue de 4% y 7% en el segundo año.

Bothriochloa laguroides: en el primer año de fertilización en la primavera se encontró mayor cobertura en los tratamientos cerrados (4%), mientras que en el segundo año no se observó respuesta de la cobertura de la especie en ningún factor. Su cobertura relativa en primavera en promedio fue de 2,3% en el primer año y 6% en el segundo año.

Coelorhachis selloana: en el primer año de fertilización en la primavera no se registró cobertura de la especie, mientras que en el segundo año se encontró mayor cobertura en el tratamiento CNP (8%). Su cobertura relativa en el segundo año de fertilización en la primavera en promedio fue de 3%.

Eleocharis dunensis: en el primer año de fertilización en la primavera se observó mayor cobertura relativa en los tratamientos cerrado (57%), mientras que en el segundo año se encontró mayor cobertura en los tratamientos pastoreados (37%). Su cobertura relativa promedio en la primavera en el primer año fue de 53% y 33% en el segundo año.

Panicum milioides: en el primer año de fertilización en la primavera se observó mayor cobertura relativa en el tratamiento CNP (0,2%), siendo que en el segundo año no se encontró respuesta en la cobertura bajo ningún factor. Su cobertura relativa en la primavera en el primer año en promedio fue de 0,06% y 0,4% en el segundo año.

Paspalum dilatatum: en el primer y segundo año de fertilización en la primavera no se observó respuesta de la cobertura de la especie en ningún factor. Su cobertura relativa fue en el primer año de fertilización de 3% y 10% en el segundo año.

Paspalum notatum: en el primer año de fertilización en la primavera no se observó respuesta de la cobertura de la especie en ningún factor, mientras que en el segundo año se encontró mayor cobertura en los tratamientos pastoreados (33%). Su cobertura relativa en el primer año en la primavera fue de 24% y 28% para el segundo año.

Sporobolus indicus: en el primer y segundo año de fertilización en la primavera no se observó respuesta de la cobertura de la especie en ningún factor. Su cobertura relativa en el primer año fue de 0,2% y 0,8% en el segundo año de fertilización.

4.5. RESULTADOS GENERALES DE LA FERTILIZACIÓN OTOÑAL (ESTABLECIMIENTO “LAS GOLONDRINAS”)

Se relevaron un total de 87 especies en donde según los grupos de plantas definidos en este trabajo, el 54% de ellas eran hierbas, 37% gramíneas, 4% leguminosas, 3% sub-arbustivas (SA), 1% arbustivas, 1% ciperáceas, 1% juncáceas.

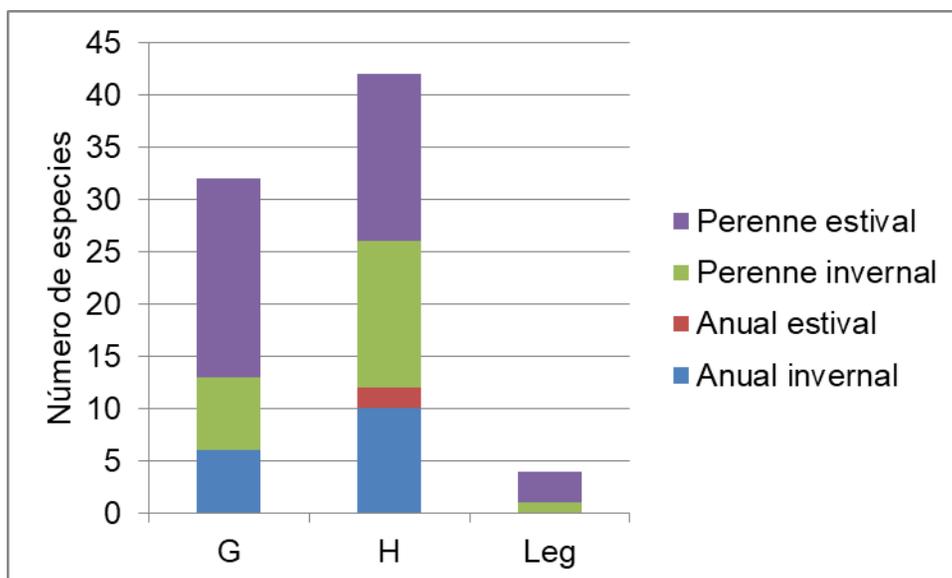


Figura No18. Número de especies por grupo de plantas según ciclo y hábito de vida.

De las 47 hierbas relevadas se encontraron 10 anuales invernales, 2 anuales estivales, 16 perennes estivales y 14 perennes invernales. Dentro de la familia Gramineae se relevaron en total 32 especies: 6 anuales invernales, 19 perennes estivales y 7 perennes invernales. De las leguminosas registradas se encontraron 3 especies en total: 2 perennes estivales y 1 perenne invernal. Dentro del grupo sub arbustivas se registraron únicamente dos especies: *Eryngium horridum* (perenne indefinido) y *Baccharis coridifolia* (perenne estival). En el grupo arbustivas la única especie que se registró fue: *Eupatorium bunniifolium* la cual es perenne estival.

Del total de gramíneas relevadas los tipos productivos corresponden a: 6% finas, 3% tierno-finas, 25% tiernas, 13% tierno-ordinarias, 44% son ordinarias, 3% ordinarias-duras y 6% duras. En promedio anual las gramíneas invernales representaron el 9,8% y las gramíneas invernales tiernas a finas 4,7% de promedio anual.

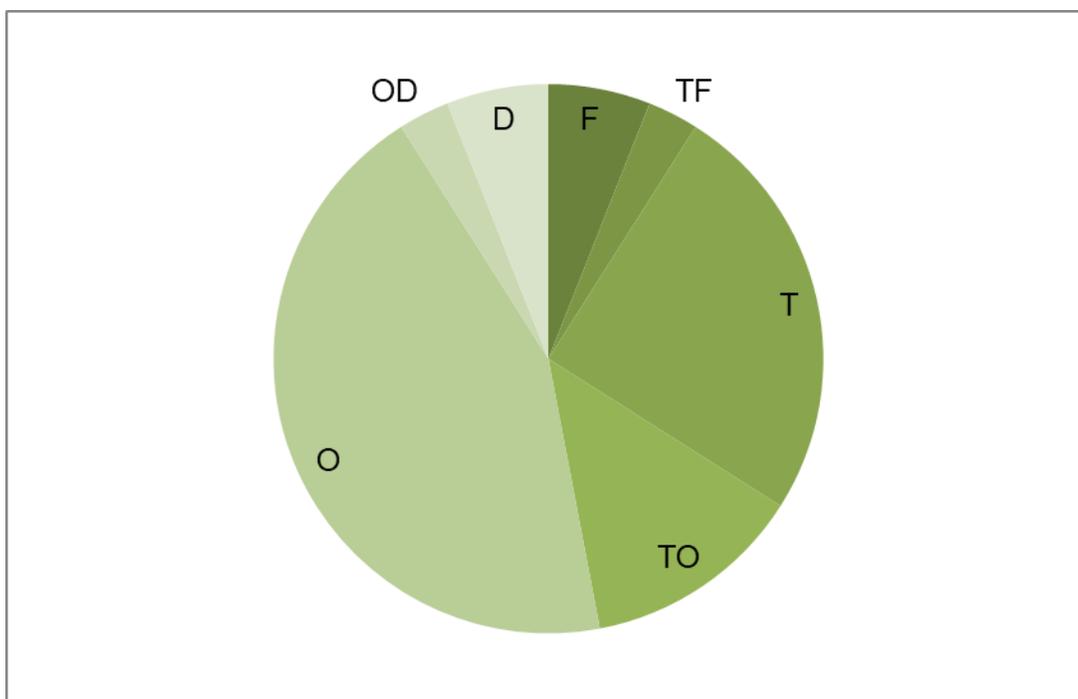


Figura No19. Tipo productivo de gramíneas censadas.

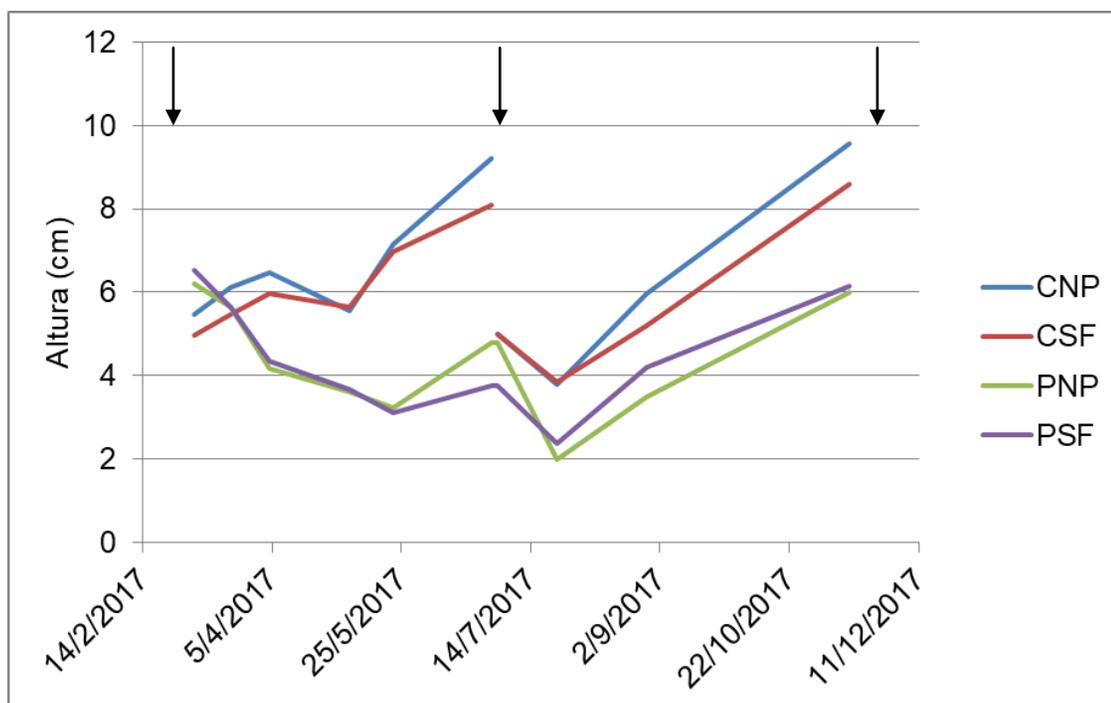
En la familia *Cyperaceae* se observaron varias especies siendo en su mayoría perennes estivales pero no se identificó de manera individual a las especies censadas.

En la familia *Juncaceae* también se identificaron algunas especies pero no se hizo identificación individual de las mismas en los censos, dentro de las especies que se observaron todas eran perennes estivales.

De las tribus de gramíneas relevadas se encontraron: *Andropogoneae* (cinco especies), *Eragrostideae* (tres especies), *Paniceae* (seis especies), *Poeae* (ocho especies), *Stipeae* (cuatro especies) y *Zoiseae* (una especie).

4.5.1. Altura mensual de la pastura en las parcelas

Se presenta a continuación en la figura No. 20 la evolución mensual de la altura promedio de la pastura (en centímetros) de las parcelas evaluadas, para el periodo comprendido entre febrero y noviembre 2017.



Cortes a máquina: 02/02, 30/06 y 15/11 (indicados con flechas).

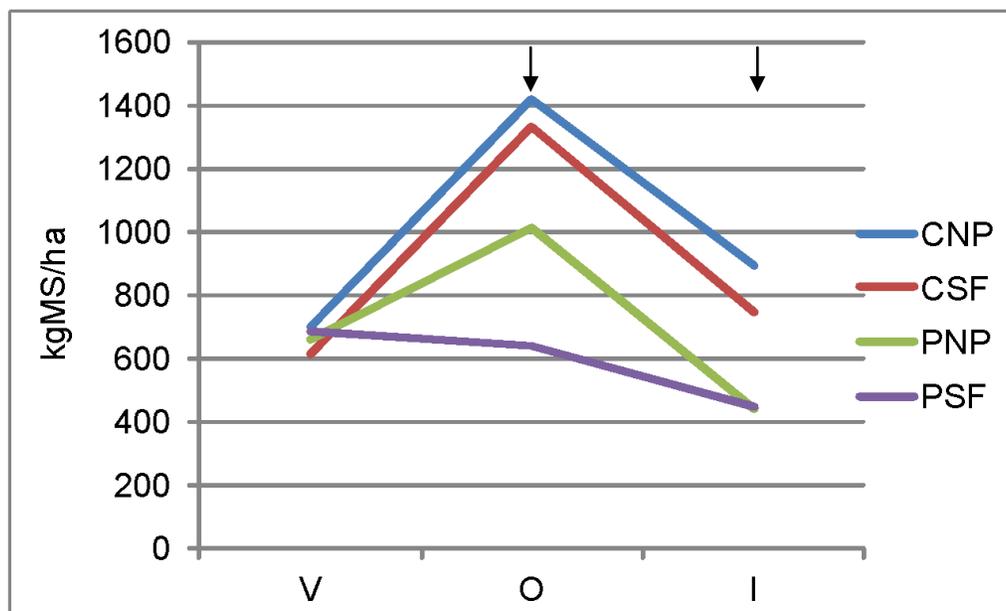
Figura No.20. Evolución de la altura promedio mensual de la pastura para los tratamientos cerrados con corte y fertilizados con nitrógeno y fósforo (CNP), cerrados con corte y sin fertilizar (CSF), pastoreados y fertilizados (PNP), y pastoreados sin fertilizar (PSF) en el período comprendido entre febrero 2017 y noviembre 2017.

Como se observa en la figura No.20 la altura de la pastura en los tratamientos C fue superior a los P en casi todo el periodo de evaluación, salvo al inicio en donde se cortó con maquina en febrero causando esto una mayor altura en los tratamientos P. La altura mínima en los tratamientos C y P ocurrió en julio, en los tratamientos C se explica por un corte en el mes anterior (fin de junio), mientras que en los P debido a una mayor presión de pastoreo, ya que se mantiene la dotación pero disminuyó la presencia de forraje.

Cabe destacar que no se encontró efecto de los tratamientos en ninguna estación.

4.5.2. Cantidad de forraje presente estacional

En la siguiente figura se presenta la evolución estacional de la materia seca presente (kg/ha), para las parcelas en el período comprendido entre febrero 2017 a noviembre 2017.



Cortes a máquina: 02/02/17, 30/06/17 y 15/11/17.

Figura No.21. Evolución de la cantidad de forraje promedio estacional de la pastura para los tratamientos cerrados con corte y fertilizados con nitrógeno y fósforo (CNP), cerrados con corte y sin fertilizar (CSF), pastoreados y fertilizados (PNP), y pastoreados sin fertilizar (PSF).

Las parcelas cerradas se encontraron siempre por encima de las pastoreadas con una leve superioridad en las primeras de las NP pero con igual comportamiento. El comportamiento fue el mismo en las PNP, siendo que en las C se cortó en invierno la presión pastoreo en ésta época justifica el descenso en los kg de MS en la PNP. PSF no presentó el aumento en la cantidad de forraje experimentados en otoño por los demás tratamientos.

4.5.3. Contribución promedio anual de los grupos de plantas

A continuación se presenta la cobertura relativa anual de los diferentes grupos de plantas estudiados.

Cuadro No.23. Cobertura relativa anual de los grupos de plantas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Ciperáceas	Gramíneas	Hierbas	Juncáceas	Leguminosas	Subarbusitiva
CV (%)	105,13	15,85	59,97	331,85	222,67	84,90
(p-valor)	0,55	0,70	0,61	0,05	0,01	0,67
NP	5,71± 0,60	78,29±0,79	8,75	0,41 a	1,20 a	6,20 ±2,56
SF			±0,41	0,06 b	0,25 b	
DMS	2,23		1,95	0,29	0,60	1,96
(p-valor)	0,08	0,02	0,02	0,34	0,49	<0,01
C	7,03 a	81,50 a	7,32 b	0,23 ±0,12	0,73±0,18	4,39 b
P	4,40 b	75,09 b	10,19 a			8,02 a
DMS	2,23	4,62	1,95	0,29	0,60	1,96
(p-valor)						0,10
C SF						5,61 bc
C NP						3,16 c
P SF						7,29 ab
P NP						8,75 a
DMS						2,77

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

El grupo Sub arbustivo (SA) integrado por *Eryngium horridum* y *Baccharis coridifolia*, fue el único que mostró respuesta al efecto de la interacción entre tratamientos, siendo que el tratamiento PNP presentó mayor cobertura porcentual de las especies que los tratamientos CNP y CSF, dicho grupo presentó una contribución promedio anual de 6%. Las ciperáceas (Cyp) y gramíneas (G) presentaron respuesta en los tratamientos C mostrando mayor contribución en éstos. Mientras que las hierbas (H) presentaron mayor cobertura relativa en los tratamientos P. Las juncáceas (J) y leguminosas (Leg) mostraron respuesta en los tratamientos fertilizados, en los cuales se observó mayor contribución de ambos grupos. Por último el grupo Arb integrado únicamente por la especie *Eupatorium buniifolium*, no presentó respuesta a ningún factor.

Lo observado en SA se puede explicar por el proceso de selección, mediante el cual los animales no consumen estas especies por presentar

mecanismos de defensas al pastoreo. En los tratamientos cerrados el corte mecánico realizado no discrimina por especie, lo cual provoca un control de las SA. A su vez, en estos tratamientos se promueve un tapiz más vigoroso, de mayor altura, la cual es una buena medida para el control preventivo de este grupo.

En el grupo hierbas en donde los tratamientos pastoreados presentaron mayor cobertura, lo que se explica por una mayor intensidad de pastoreo en estos tratamientos, que genera mayor espacio y luminosidad en los estratos inferiores permitiendo la colonización de este grupo, a su vez debido a su porte, los animales encuentran difícil el acceso a estas hierbas (Montossi et al., 2000).

La respuesta encontrada en el grupo juncáceas concuerda con lo observado por Duhalde y Silveira (2018), en donde los tratamientos fertilizados principalmente los de 120 kg de N/ha, se encontró mayor contribución del grupo y a su vez en los tratamientos con menos años de fertilización.

El efecto de la fertilización presentó respuesta positiva sobre la cobertura del grupo leguminosas, resultado que concuerda con lo encontrado por Gomes et al. (1998b), Royo y Mufarrege, Royo y Pizzio, Porta et al., citados por Ayala y Bendersky (2017).

En Cyp y G la mayor cobertura en el tratamiento C sobre el P se debe a que se genera un ambiente más propicio para éstas debido a una mayor altura promedio, ya que las Cyp y G encontradas en su gran mayoría eran de porte erecto.

Dentro de gramíneas se analizó la participación de las mismas en dos grupos de plantas según el tipo vegetativo: gramíneas cespitosas (GC) y estoloníferas (GE).

Cuadro No.24. Cobertura relativa anual de las gramíneas cespitosas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

CV (%)	20,71
(p-valor)	<0,01
NP	52,59 b
SF	62,38 a
DMS	4,51
(p-valor)	<0,01
C	62,38 a
P	54,49 b
DMS	4,51

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Como se observa en el cuadro las GC presentaron mayor cobertura en los tratamientos SF y a su vez en los tratamientos C no se encontró efecto de la interacción entre tratamientos. Cabe destacar que este grupo representó el 75% del total de gramíneas evaluadas. Con respecto a los resultados obtenidos para este grupo, se pueden explicar dada la respuesta que presentaron las andropogóneas (mayor participación en las gramíneas), las cuales son todas especies cespitosas y disminuyeron su contribución con la fertilización.

Respecto a lo observado en el tratamiento C en donde la cobertura de este grupo es mayor frente al tratamiento P, Rosengurtt et al. (1946), McIntyre y Lavorel, citados por Jaurena (2011) señalan a las gramíneas cespitosas palatables como el grupo más sensible al incremento de la presión de pastoreo.

Cuadro No.25. Cobertura relativa anual de las gramíneas estoloníferas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

CV (%)	55,76
(p-valor)	<0,01
NP	24,30 a
SF	15,32 b
DMS	4,11
(p-valor)	0,54
C	19,80 ± 1,08
P	
DMS	4,11

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Fue en los tratamientos con NP donde se obtuvo respuesta de este grupo, donde su cobertura fue mayor que en los SF.

Cabe destacar que este grupo representó el 25% del total de gramíneas evaluadas, siendo *Paspalum notatum* y *Axonopus affinis* las que participan en un 80% y 20% respectivamente.

Aunque no se observó respuesta en los tratamientos P, dada la mayor intensidad de pastoreo en los mismos (ver figura No.20), se podría esperar una mayor contribución del grupo en estos tratamientos como lo encontrado por diferentes autores (Berretta 1996, Boggiano et al. 1998, Rosito y Marasquin, Girardi y Goncalves, Souza, citados por Pinto 2004, Olmos et al. 2005)

La respuesta encontrada frente a la fertilización no concuerda con lo observado por May et al. (1990), en donde reportan que las gramíneas postradas (rizomatosas y estoloníferas) presentan una correlación negativa con las variables de fertilidad del suelo, y están más asociadas a texturas livianas.

4.5.3.1. Gramíneas anuales invernales

En este predio dada la presencia de especies como *Vulpia australis*, *Briza minor* y *Lolium multiflorum*, se realizó un análisis de este grupo dada su importancia en cuanto a la respuesta frente a la fertilización, en donde según datos nacionales e internacionales, la anualización del campo se produce al tercer o cuarto año de fertilización consecutiva, variando esto según condiciones ambientales, dosis utilizadas y manejo del pastoreo (Ayala y

Carámbula 1994, Young et al., citados por Larratea y Soutto 2013, Cardozo et al., citados por Larratea y Soutto 2013).

El grupo gramíneas anuales invernales (GAI) no presentó respuesta al efecto de las interacciones entre las variables fertilización y pastoreo y a su vez tampoco se observó respuesta al efecto de los tratamientos en la cobertura. En promedio anual la contribución fue del 1%. Estos resultados no concuerdan con lo observado por Duhalde y Silveira (2018), en donde si reportan una creciente participación de este grupo en los tratamientos fertilizados.

Cabe destacar que no se encontró una anualización en el tapiz dado la cobertura del grupo, por lo que en este sentido podría seguir fertilizándose, siempre y cuando no se descuiden otras medidas de manejo.

4.5.3.2. Gramíneas perennes invernales

Cuadro No.26. Cobertura relativa anual de las gramíneas perennes invernales en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

CV (%)	51,80
(p-valor)	0,12
NP	9,81±1,33
SF	
DMS	1,89
(p-valor)	0,40
C	9,81±0,67
P	
DMS	1,89
(p-valor)	0,08
C SF	11,39 a
C NP	7,29 b
P SF	10,14 a
P NP	10,44 a
DMS	2,68

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Como puede observarse en el cuadro los tratamientos PNP, PSF y CSF presentaron mayor cobertura que el CNP. Resultados contradictorios encuentran Duhalde y Silveira (2018), en donde en los tratamientos fertilizados (60 kg de N/ha) encontraron mayor participación de este grupo de plantas.

De las especies que se encontraron en este grupo, *Stipa setigera* fue la que mayor participación tuvo, explicando la misma estas respuestas.

Observando los valores promedios de cobertura de las GPI, se destaca la escasa contribución de éstas en el tapiz, por lo que según la información nacional no justificaría la fertilización otoño-invierno en este campo, dado que la bibliografía resalta resultados positivos a una cobertura no menor del 20 a 25% de gramíneas perennes invernales tierno a finas (Berretta 2005, Boggiano et al. 2005).

4.5.4. Contribución promedio estacional de los grupos de plantas

4.5.4.1. Arbustos

El grupo Arb no presentó respuesta entre tratamientos sobre la cobertura relativa. Se destaca que la contribución del grupo arbustivo en promedio de las cuatro estaciones fue cercano a cero, siendo *Eupatorium buniifolium* la única especie de dicho grupo. En invierno y verano no se encontró especies correspondientes a este grupo en los censos realizados.

4.5.4.2. Ciperáceas

Cuadro No.27. Cobertura relativa estacional de ciperáceas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	107,14	88,53	66,31	92,23
(p-valor)	0,30	0,33	0,28	0,59
NP	4,6±1,73	1,74±0,51	10,79 ± 2,63	5,85 ±0,77
SF				
DMS	3,86	1,21	5,61	4,13
(p-valor)	0,05	0,53	0,46	0,24
C	7,13 a		10,77 ± 1,90	5,71 ± 2,29
P	2,07 b	1,74±0,34		
DMS	3,86	1,21	5,61	4,13
(p-valor)		0,02		
C SF		2,02 ab		
C NP		0,98 b		
P SF		0,74 b		
P NP		3,25 a		
DMS		1,71		

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Como puede observarse en el cuadro, en el otoño se encontró que el tratamiento PNP presentó mayor cobertura que los tratamientos CNP y PSF. En el verano los tratamientos C mostraron mayor cobertura relativa frente a los P. Para el invierno y primavera no se observó efectos de los tratamientos.

Las ciperáceas encontradas en este predio, corresponden en su mayoría a ciclos invernales lo que puede deducirse observando la cobertura de las mismas en invierno. Sobre los resultados obtenidos en verano se puede suponer que las especies presentan un ciclo estival y se favorecen con el cierre al pastoreo en esta época debido a su porte, puede suponerse que son especies preferidas ya que en los tratamientos P su cobertura es menor que en los C. En cambio lo observado en otoño, se puede explicar que al ser una época en donde la luminosidad va disminuyendo hacia el invierno, en los tratamientos C se perjudican estas especies donde comienzan a crecer las de ciclo invernal, por una mayor acumulación de forraje (ver figura No.21)

4.5.4.3. Gramíneas

Teniendo en cuenta que las gramíneas son un grupo que presenta una gran cantidad de especies, se realizó un análisis de las mismas separándolas en dos grupos: cespitosas y estoloníferas.

Los resultados en las gramíneas fueron similares a los obtenidos en el subgrupo de gramíneas cespitosas, teniendo en cuenta que este subgrupo es el que mayor participación tuvo (alrededor del 75%) se explica a continuación los resultados de las cespitosas.

Cuadro No.28. Cobertura relativa estacional de las gramíneas cespitosas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	19,82	14,01	18,54	13,58
(p-valor)	0,14	0,01	<0,01	0,27
NP	59,80 ±6,92	57,54 b	37,15 b	64,64 ±3,76
SF		71,24 a	53,07 a	
DMS	9,29	7,07	6,55	6,88
(p-valor)	0,23	0,01	0,02	0,31
C	59,80 ± 4,72	69,78 a	49,90 a	64,64 ±2,90
P		59,00 b	40,32 b	
DMS	9,29	7,07	6,55	6,88

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En otoño e invierno los tratamientos C y SF presentaron mayor contribución que los P y NP. En verano y primavera no se observó respuesta de la cobertura del grupo a los efectos de los tratamientos en ningún caso.

Los resultados respecto a la mayor cobertura de este grupo en los tratamientos C y SF fueron similares a los que se obtuvieron anualmente, destacando que los resultados obtenidos en otoño e invierno se pueden explicar por la reciente fertilización. Se destaca una importante disminución de la contribución de este grupo en el invierno, disminuyendo en un 20% para todos los tratamientos.

Cuadro No.29. Cobertura relativa estacional de las gramíneas estoloníferas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	58,10	53,35	55,08	54,89
(p-valor)	0,08	0,01	0,55	0,18
NP	30,12 a	25,66 a	20,97 ±2,41	15,77 ±4,20
SF	17,47 b	11,72 b		
DMS	10,84	7,81	9,05	6,78
(p-valor)	0,67	0,67	0,36	0,12
C	23,8 ±1,92	18,69 ± 1,37	20,97 ±3,47	15,77 ± 4,51
P				
DMS	10,84	7,81	9,05	6,78

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En verano y otoño se encontró respuesta de las GE a la fertilización, ya que las mismas incrementan su cobertura en estos tratamientos, mientras que en las demás estaciones no se encontró respuesta a los tratamientos.

Estos resultados son similares a los que se encontraron anualmente, destacando que las especies que explican este grupo son de ciclo estival, lo cual genera que la respuesta sea aún más clara en estas estaciones.

Se estudió además de los grupos anteriormente nombrados en las gramíneas, a las gramíneas anuales y perennes invernales siendo que en los censos florísticos se registró la cobertura de las mismas en las parcelas.

Cuadro No.30. Cobertura relativa estacional de las gramíneas anuales (GAI) en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Invierno	Primavera
CV (%)	175,25	92,41
(p-valor)	0,31	0,61
NP	0,68 ±0,44	2,3 ±0,42
SF		
DMS	0,97	1,67
(p-valor)	0,03	0,78
C	1,35 a	2,31± 0,18
P	0,07 b	
DMS	0,97	1,67

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En invierno se detecta respuesta al factor defoliación sobre la cobertura porcentual de las gramíneas, en donde los tratamientos C presentaron mayor contribución que los P. En primavera no se observó respuesta a los factores. Se resalta que la contribución en promedio fue muy baja (1%).

Estos resultados obtenidos en invierno se explican por dos especies: *Briza minor* y *Lolium multiflorum* las cuales presentan una mayor contribución en el tratamiento C sobre P, ya que en este último los animales presentan una gran preferencia por estas especies dada su calidad y también porque crecen en un periodo de gran escasez de forraje. Además *Briza minor* (principal especie de este grupo) presenta una alta relación parte aérea/raíz lo que la hace vulnerable al ser arrancada por completo cuando el animal pastorea. Rosengurt (1943) la identifica como una especie “tierna, acuosa y comida”.

Cuadro No.31. Cobertura relativa estacional de las gramíneas perennes invernales en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	65,18	60,68	43,80	41,52
(p-valor)	0,06	0,37	0,89	0,63
NP	6,77 b	8,53±1,59	9,62 ±0,19	11,27 ±0,77
SF	12,90 a			
DMS	5,02	4,06	3,30	3,67
(p-valor)	0,91	0,47	0,93	0,30
C	9,83±0,21	8,53±1,20	9,65 ±0,15	11,28 ± 1,58
P				
DMS	5,05	4,06	3,30	3,67

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Las gramíneas invernales en verano mostraron mayor cobertura relativa en los tratamientos SF frente a los NP. En las demás estaciones las contribuciones fueron en promedio de 9%.

Los resultados en el tratamiento SF, se explican por la participación en la contribución de las especies: *Piptochaetium montevidense* y *Stipa setigera*.

4.5.4.4. Hierbas

En el cuadro siguiente se observa que las hierbas no mostraron respuesta al agregado de fertilizante en ninguna de las estaciones.

Cuadro No.32. Cobertura relativa estacional de hierbas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	39,86	28,92	48,87	26,72
Efecto Fert:(p-valor)	0,51	0,39	0,11	0,15
NP	6,12±0,51	7,54±0,62	14,25±3,71	7,10±0,91
SF				
DMS	1,91	1,71	5,46	1,49
Efecto Past:(p-valor)	0,03	0,01	0,12	0,63
C	4,76 b	6,05 b	14,25±3,76	7,10±0,30
P	7,48 a	9,03 a		
DMS	1,91	1,71	5,46	1,49

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Solamente en verano y otoño se encontró respuesta al efecto de la defoliación, donde bajo pastoreo presentaron mayor cobertura que los C. En invierno y primavera no se vio efectos de los tratamientos sobre la contribución del grupo.

Cabe destacar que 42 especies relevadas en los censos pertenecen a este grupo. La respuesta al pastoreo, como se explicó anteriormente, se debe a una mayor intensidad de defoliación en estos tratamientos, que genera mayor espacio y luminosidad en los estratos inferiores permitiendo la colonización de las hierbas.

La mayor cobertura observada en el invierno la explican principalmente *Oxalis* sp y *Chevreulia sarmentosa*, en donde ésta última es la que realiza el mayor aporte a la contribución del grupo en esta estación, Es coherente encontrar una mayor contribución de este grupo en esa estación dado el ciclo invernal de estas especies y a que el tapiz les otorga la posibilidad de colonizar debido al bajo crecimiento de gramíneas en esta época.

No se encontró respuesta del grupo a la fertilización, resultado que no concuerda con lo encontrado por Duhalde y Silveira (2018), en donde reportan mayor contribución del grupo en tratamientos fertilizados y a su vez con mayor historia de fertilización.

4.5.4.5. Juncáceas

Cuadro No.33. Cobertura relativa estacional del grupo juncáceas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	270	sd.	461,88	155,82
Efecto Fert:(p-valor)	0,99		0,36	0,04
NP	0,12±0		0,03 ± 0,04	1,48 a
SF				0,13 b
DMS	0,24		0,10	0,98
Efecto Past:(p-valor)	0,13		0,37	0,11
C	0,11±0,16		0,03 ± 0,04	1,30 a
P				0,31 b
DMS	0,24		0,10	0,98
Efecto inter:(p-valor)				0,09
C SF				0,09 b
C NP				2,50 a
P SF				0,17 b
P NP				0,45 b
DMS				1,39

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Únicamente en primavera se observó que el tratamiento CNP presentó mayor cobertura que los demás. En invierno y verano no se encontró respuesta al efecto de los tratamientos, mientras que en otoño no se encontraron especies pertenecientes al grupo en estudio según los censos realizados.

La respuesta encontrada en primavera en donde los tratamientos fertilizados presentan mayor contribución del grupo, concuerdan con lo encontrado por Duhalde y Silveira (2018).

4.5.4.6. Leguminosas

Cuadro No.34. Cobertura relativa estacional de leguminosas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	331,36	185,02	147,81	97,30
Efecto Fert:(p-valor)	0,18	0,39	0,03	0,01
NP	0,07±0,10	0,46±0,23	3,30 a	0,89 a
SF			0,38 b	0,19 b
DMS	0,19	0,67	2,13	0,41
Efecto Past:(p-valor)	0,71	0,72	0,33	0,95
C	0,07±0,03	0,46±0,10	1,83 ± 0,86	0,54 ± 0,01
P				
DMS	0,19	0,67	2,12	0,41

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Se puede observar en el cuadro que en invierno y primavera los tratamientos NP mostraron mayor cobertura relativa que los SF, mientras que en verano y otoño no se observó efecto de los tratamientos en la cobertura relativa de las leguminosas. Puede observarse que la contribución de las leguminosas presentó valores muy bajos a lo largo de las estaciones.

La respuesta frente a la fertilización en este grupo se debe a que las leguminosas presentan respuesta al agregado de fertilizante como así lo exponen Gomes et al. (1998a) en donde reportan un gran aumento en la frecuencia de leguminosas combinando el efecto de la fertilización con nitrógeno y períodos de descanso en invierno y primavera. La especie que presentó mayor participación fue *Trifolium polymorphum*, la cual es una especie adaptada a altas intensidades de pastoreo aún con baja altura del forraje, lo que explica quizás por qué no se encontró diferencias en los tratamientos P y C.

4.5.4.7. Sub arbustivas

Cuadro No.35. Cobertura relativa estacional de sub arbustivas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	100,13	75,92	100,51	59,98
(p-valor)	0,86	0,68	0,76	0,26
NP	5,49±0,29	7,12±0,70	6,98±0,68	5,20±1,13
SF				
DMS	4,30	4,23	5,51	2,44
(p-valor)	0,04	0,42	0,05	0,96
C	2,73 b	7,12±1,44	3,54 b	5,21±0,04
P	8,24 a		10,45 a	
DMS	4,30	4,23	5,51	2,44

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En verano e invierno se observó mayor cobertura relativa de las especies *Eryngium horridum* y *Baccharis coridifolia* en los tratamientos P frente a los C. En otoño y primavera no se vio efectos de los tratamientos en la cobertura relativa. El promedio de cobertura de las especies mencionadas fue de 5% para verano y primavera y 7% para el resto de las estaciones.

Los resultados obtenidos respecto a la mayor cobertura de este grupo en el tratamiento C, como se explicó en el cuadro No. 23. se deben a que en los tratamientos cerrados el corte mecánico provoca un control de SA, lo que sumado a esto en estos tratamientos se promueve un tapiz más vigoroso, de mayor altura, siendo una buena medida para el control preventivo de este grupo.

4.5.5. Restos secos y suelo desnudo anual

Cuadro No.36. Cobertura relativa anual de los restos secos (RS) y suelo desnudo (SD) en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	RS	SD
CV (%)	136,98	133,12
(p-valor)	0,60	<0,01
NP		1,01 b
SF	8,43 ± 1,07	3,59 a
DMS	4,30	1,14
(p-valor)	0,01	0,73
C	11,92 a	
P	4,95 b	2,3±0,18
DMS	4,30	1,14

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En los resultados obtenidos se encontró efectos de los tratamientos sobre la contribución de los restos secos y suelo desnudo, en donde los tratamientos cerrados mostraron mayor contribución de RS que los pastoreados, mientras que el porcentaje de SD fue mayor en los tratamientos SF.

Los resultados obtenidos en la variable RS, se deben a la baja frecuencia de cortes (tres cortes en el período), además como éstos dejaban un remanente de cinco cm los RS quedaban en el tapiz en el estrato inferior.

El mayor porcentaje de SD en los tratamientos SF, se debe a que con la fertilización se promueve la elongación y el macollaje en gramíneas lo cual se traduce en mayor IAF del dosel lo que disminuye el porcentaje de SD.

4.5.6. Restos secos estacional

Cuadro No.37. Cobertura de los restos secos para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	29,29	49,33	36,88	160,76
(p-valor)	0,90	0,18	<0,01	0,48
NP	23,24±0,30	4,11±1,01	3,91 b	0,49 ± 0,19
SF			7,85 a	
DMS	5,33	1,59	1,70	0,61
(p-valor)	<0,01	0,89	0,22	0,11
C	36,93a	4,11±0,09	5,88 ±087	0,49 ±0,42
P	9,57 b			
DMS	5,33	1,59	1,70	0,61
(p-valor)		0,10		0,10
C SF		5,59 a		0,01 b
C NP		2,51 b		0,37 b
P SF		4,06ab		1,24 a
P NP		4,30ab		0,33 b
DMS		2,25		0,87

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Solamente en otoño el tratamiento CSF presentó mayor porcentaje de RS que el tratamiento CNP, mientras que en primavera se encontró que el tratamiento PSF fue el que mayor porcentaje presentó de RS. En verano los tratamientos C presentaron mayor porcentaje de RS frente a los P, siendo esta la estación donde se registraron los mayores valores de RS (36% en C), mientras que en invierno se observó respuesta al efecto de la fertilización, en donde los tratamientos SF presentaron mayor porcentaje de RS.

En verano se obtuvo la misma respuesta que anual, destacándose una marcada diferencia entre ambos tratamientos debida a la altura de éstos (10 cm y 6 cm para parcelas C y P respectivamente), que estos resultados se den en esta estación se puede explicar a que es un tapiz con predominancia de especies estivales, que junto a las precipitaciones ocurridas en esta estación (ver figura No.4) provocó una alta tasa de crecimiento de la pastura lo que se tradujo en una mayor acumulación de forraje que al no ser removido por el animal se generó más RS.

Los resultados encontrados en el otoño pueden explicarse dada la

diferente contribución de las especies en el tratamiento CSF vs. CNP, en donde la tribu andropogónea presentó mayor contribución en el primer caso provocando una mayor acumulación de RS en esta época, típico de las especies de esta tribu; otra razón por la cual los valores de RS son menores en CNP podría ser el hecho de que el nitrógeno provoca una mayor longevidad de las hojas. Los valores de RS tan inferiores al verano se deben al corte realizado al fin de esta estación

La respuesta observada en el invierno en los tratamientos NP, se puede explicar debido a que la fertilización otoñal favoreció la generación de tejido verde lo que junto a la remoción del forraje producido en verano tanto en pastoreo como por corte, provocaron menor acumulación de RS en esta estación en los tratamientos NP.

La primavera fue la estación que se observó menos cantidad de RS, lo que puede explicarse por el rebrote de las especies estivales y el crecimiento de las invernales, con una tendencia a que en el tratamiento PSF fuera mayor la contribución de los RS. La variable fertilización puede haber afectado de manera que NP aumenta la VMF, la biomasa fotosintéticamente activa, efectivamente se observó más verde, por eso la tendencia de mayor RS en los sin fertilizar. La explicación puede ir por el lado de la selectividad animal en los tratamientos pastoreados.

4.5.7. Suelo desnudo estacional

Cuadro No.38. Cobertura del suelo desnudo para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	86,35	151,08	105,76	104,75
(p-valor)	0,51	0,10	0,02	<0,01
NP	2,05±0,39	1,21 b	0,81 b	0,26 b
SF		5,19 a	3,21 a	3,64 a
DMS	1,38	3,79	1,66	1,60
(p-valor)	0,12	0,50	0,12	0,64
C	2,05±1,00	3,2±1,15	2,05 ± 1,22	1,95 ±0,33
P				
DMS	1,38	3,79	1,66	1,60
(p-valor)	0,03			
C SF	0,68 b			
C NP	2,00 b			
P SF	3,97 a			
P NP	1,55 b			
DMS	1,96			

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En verano el tratamiento PSF fue el que mayor SD presentó. En otoño, invierno y primavera los tratamientos SF mostraron mayor porcentaje de SD frente a los NP. Cabe destacar que para ninguna estación se encontraron en promedio valores altos de SD, siendo el mayor valor de 5% para el otoño.

Lo que se vio en general a lo largo de las estaciones fue mayor porcentaje de SD en los tratamientos SF, mientras que en verano a este efecto se le sumó la respuesta al pastoreo.

4.5.8. Valor pastoral

Se presenta a continuación el valor pastoral (VP) anual y estacional con base en las especies censadas.

4.5.8.1. Valor pastoral anual de las especies y gramíneas

Cuadro No.39. Valor pastoral de las parcelas en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

CV (%)	14,46
(p-valor)	0,21
NP	4,53±0,11
SF	
DMS	0,22
(p-valor)	0,03
C	4,70 a
P	4,36 b
DMS	0,22

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Se puede observar en el cuadro que solamente los tratamientos C presentaron mayor VP que los P, no habiendo efecto de la fertilización en el VP de las especies analizadas. Tampoco se encontró efectos de las interacciones entre tratamientos. El valor pastoral de las gramíneas (VPG) no presentó diferencias significativas entre tratamientos, resultado que puede deberse al poco tiempo desde fertilizaciones para provocar cambios importantes en la frecuencia de las especies.

Estos resultados obtenidos donde el mayor VP se observó en los tratamientos C, puede estar explicado por la contribución de las gramíneas en estos tratamientos la cual fue mayor que en los P (ver cuadro No.28).

4.5.8.2. Valor pastoral estacional de las especies y gramíneas

Cuadro No.40. Valor pastoral estacional de las especies evaluadas para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	11,58	13,26	13,30	8,53
(p-valor)	0,21	0,83	0,51	0,34
NP	4,79±0,21	4,55±0,04	4,42 ±0,12	4,92 ± 0,10
SF				
DMS	0,43	0,47	0,46	0,33
(p-valor)	0,18	0,32	0,05	0,53
C	4,79±0,27	4,55±0,22	4,73 a	4,93 ±0,09
P			4,11 b	
DMS	0,43	0,47	0,46	0,33

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En invierno los tratamientos C presentaron mayor VP frente a los P, mientras que en las demás estaciones no se observaron efectos de los tratamientos para el índice.

Cuadro No.41. Valor pastoral de las gramíneas evaluadas para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	14,92	14,09	13,15	8,97
(p-valor)	0,22	0,94	0,01	0,60
NP			3,40 b	4,59 a
SF	4,53±0,27	4,37±0,01	3,97 a	4,37 a
DMS	0,53	0,48	0,38	0,31
(p-valor)	0,78	0,28	0,04	0,09
C	4,53±0,06	4,37±0,22	3,93 a	4,37 b
P			3,44 b	4,71 a
DMS	0,53	0,48	0,38	

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En invierno se encontró mayor VP en tratamientos SF y a su vez en los C. En primavera se observó una respuesta contradictoria en donde los

tratamientos P presentaron mayor valor de dicho índice.

Estos resultados observados en invierno tanto en los tratamientos SF como en los C, pueden explicarse por la cobertura de las gramíneas invernales, que si bien no son las que mayor participación realizan al total de gramíneas, presentan un valor de cobertura del 9%. A su vez, la disminución de la contribución de las tribus *Andropogoneae* y *Eragrostideae* en esta época, caracterizadas por presentar especies en su mayoría ordinarias estivales acentúa aún más el efecto positivo de las gramíneas invernales en este índice.

4.5.9. Riqueza específica de las parcelas

El análisis anual de la riqueza de especies presentó respuesta solamente en los tratamientos P, en donde la riqueza fue de 23 especies en promedio frente a 20 especies en los tratamientos C. No se encontró efecto de la variable fertilización. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en los tratamientos P, se analizó la riqueza de gramíneas y otras especies como ser hierbas menores y enanas para cuantificar qué grupos explican estos resultados. Se encontró que anualmente la riqueza específica de las gramíneas no presentó respuesta a ninguna variable evaluada, mientras que las hierbas presentaron respuesta en P únicamente, en donde la riqueza fue de ocho especies frente a cinco encontradas en C.

A su vez, se analizó la riqueza específica estacional en donde se encontró que en todas las estaciones en los tratamientos P siempre la riqueza fue mayor a los C, los valores encontrados fueron los siguientes: 18, 21, 23 y 30 en verano, otoño, invierno y primavera, respectivamente.

Analizando los grupos que explican estas respuestas obtenidas pudo verse que la riqueza específica de gramíneas presentó respuesta en verano en los tratamientos P, en donde la riqueza fue de 12 especies. Mientras que las hierbas presentaron respuesta en todas las estaciones exceptuando el otoño y siempre en P fue mayor la riqueza específica que en los C, los valores fueron los siguientes: 4, 11 y 10 en verano, invierno y primavera, respectivamente.

Estos resultados obtenidos en donde la riqueza fue mayor bajo pastoreo continuo concuerdan con lo encontrado por Altesor et al. (2005), en donde reportan mayor riqueza en pastoreo dado por el incremento de hierbas con crecimiento invernal. A su vez en un estudio por 55 años consecutivos de pastoreo ininterrumpido en establecimiento Palleros, Cerro Largo, los mismos autores observaron que la riqueza de especies aumentó, pero el reemplazo de las especies disminuyó notablemente la calidad forrajera.

Millot et al. (1987) expresan que el número total de especies predominantes de una pastura es un índice de degradación ya que un número reducido de las mismas supone sobredominancia de un número menor lo que provoca menor capacidad de respuesta a un cambio de manejo.

En los resultados respecto al efecto de la fertilización sobre la riqueza específica se encontró una respuesta neutra, lo cual no concuerda con lo citado por diferentes autores en donde reportan una respuesta positiva (Boggiano y Berretta 2006, Mueller et al., citados por Cejas 2016) y negativa a la fertilización (Foster y Gross, Tilman, Koukoura et al., citados por Cejas, 2016).

4.5.10. Contribución específica anual de las principales especies evaluadas

Cuadro No.42. Contribución específica anual de las especies evaluadas: *Bothriochloa laguroides* (Bot. lag.); *Coelorhachis selloana* (Coe. sell.); *Eryngium horridum* (Ery. horr.); *Paspalum dilatatum* (Pas. dil.); *Paspalum notatum* (Pas. not.); *Schizachyrium microstachyum* (Schi. mic.); *Sporobolus indicus* (Spo. ind.); *Stipa setigera* (Sti. set.) en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	<i>Bot. lag.</i>	<i>Coe. sell.</i>	<i>Ery. horr.</i>	<i>Pas. dil.</i>	<i>Pas. not.</i>	<i>Schi. mic.</i>	<i>Spo. ind.</i>	<i>Sti. set.</i>
CV (%)	90,90	83,71	124,84	109,76	69,30	63,40	77,09	86,86
(p-valor)	0,83	<0,01	0,74	0,10	<0,01	0,18	0,02	0,07
NP	6,54±	3,29 b	4,27±	2,39 a	20,31a	11,69±1	9,42 a	2,81 b
SF	0,33	9,90 a	0,26	1,56 b	12,18b	,64	6,29 b	4,04 a
DMS	2,18	2,06	1,98	0,81	4,19	2,76	2,26	1,11
(p-valor)	0,64	0,01	<0,01	0,03	0,72	0,15	10,01	0,48
C	6,45±	4,91 b	2,43 b	2,56 a	16,24	11,69 ±	10,58 a	3,42±
P	0,46	8,29 a	6,11 a	1,39 b	± 0,62	2,11	5,13 b	0,35
DMS	2,18	2,06	1,98	0,81	4,19	2,76	2,26	1,11
(p-valor)		0,03						0,03
C SF		6,84 b						5,04 a
C NP		2,97 c						2,31 b
P SF		12,96 a						3,04 b
P NP		3,61 c						3,30 b
DMS		2,91						1,57

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Como puede apreciarse en el cuadro *Coelorhachis selloana* presentó mayor cobertura relativa en el tratamiento PSF, a su vez la especie *Stipa*

setigera presentó mayor contribución específica en el tratamientos CSF. Las especies *Paspalum dilatatum* y *Sporobolus indicus* mostraron mayor contribución específica en los tratamientos NP y C. La especie *Eryngium horridum* presentó mayor contribución bajo pastoreo continuo, mientras que la especie *Paspalum notatum*, presentó mayor contribución específica en los tratamientos NP. En la contribución específica de las especies *Bothriochloa laguroides* y *Schizachyrium microstachyum* no se observó efectos de los tratamientos.

Analizando la especie *Coe. sell.* se puede decir que los resultados en la respuesta negativa a la fertilización no difieren tanto de los encontrados por Jaurena et al. (2015) ya que estos autores encontraron una baja respuesta realizando la fertilización en primavera y con dosis muy altas de nitrógeno. Los resultados respecto al efecto del pastoreo demuestran la alta plasticidad de la especie a esta situación, en donde las plantas que se encontraban bajo pastoreo disminuían su porte pero no su contribución en el tapiz, cabe destacar que se utilizó una intensidad no muy alta de pastoreo (4,5 cm en promedio).

Dentro de las malezas de campo sucio *Ery. horr.*, es una de las de mayor importancia en los campos naturales, teniendo en cuenta que reduce el área de pastoreo ya que afecta la accesibilidad al forraje y por el área que ocupa. La mayor cobertura de la especie en el tratamiento P, puede explicarse ya que el corte mecánico disminuye la cobertura de la especie, pudiendo en algún caso llegar a eliminarla, lo que sumado a esto en los tratamientos C se implementa la mejor medida de manejo preventiva, la cual es un tapiz vigoroso y competitivo que no permite la colonización de *Ery. horr.* Resultados similares encontraron Graff et al., citados por Saldanha (2016) al comparar pastoreo continuo e intermitente con altas cargas, encontrando una disminución significativa de la cobertura de la especie para éstos últimos casos.

Los resultados observados para la especie *Pas. not.* en donde se favoreció su presencia con la fertilización, concuerdan con lo expresado por Gomes et al. (1998b), Boggiano (2002), Berretta (2005), en cambio resultados contradictorios encontraron Jaurena et al. (2015) en donde en tres años de evaluación la respuesta fue negativa. Cabe destacar que no se encontró incrementos en la cobertura de *Pas. not.* bajo pastoreo continuo, lo cual no concuerda con lo encontrado por varios autores (Berretta 1996, Formoso 1996, Boggiano et al. 1998, Rosito y Marasquin, Girardi y Goncalves, Souza, citados por Pinto 2004, Olmos et al. 2005).

Para el caso de las especies *Pas. dil.* y *Spo. ind.* la respuesta positiva frente al tratamiento C se explica por el hecho de que son ambas cespitosas (Boggiano et al., 2005), a su vez la respuesta encontrada en los tratamientos

NP concuerda con lo encontrado por Gomes et al. (1998b), Montossi et al. (2000), Berretta et al. (2005). En campo natural mejorado Pott, citado por Pinto et al. (2004) también encontró aumentos de la cobertura relativa de *Spo. ind.*

Respecto a la *Stipa setigera* se resalta que antes del inicio del experimento ya se observó en los censos mayor cobertura de la especie en el tratamiento CSF lo que explicaría los resultados obtenidos. La respuesta encontrada en los tratamientos C es adecuada, ya que es una especie cespitosa y a su vez muy apetecida por los animales, creciendo en un periodo de escasez de forraje lo que hace incrementar aún más la preferencia por ésta por parte de los animales. Los resultados encontrados para *Sti. set.* respecto a la respuesta frente a la fertilización no difieren tanto a los obtenidos por Jaurena et al. (2015) en donde reportan una respuesta neutra de la especie a la fertilización nitrógeno-fosfatada. A su vez Zanoniani et al. (2012) encontraron una alta contribución de esta especie en ambientes pobres, debido a una vegetación menos densa y menos competitiva lo que permite una instalación de *Stipa setigera* dado su mecanismo de dispersión (frutos punzantes). Respuesta contraria reportan Montossi et al. (2000), Berretta (2005), en donde encontraron incrementos de la frecuencia de esta especie con fertilización NP, a su vez Larratea y Soutto (2013), encontraron una respuesta positiva a la fertilización de las gramíneas perennes invernales.

4.5.11. Contribución específica estacional de las principales especies evaluadas

4.5.11.1. *Bothriochloa laguroides*

Cuadro No.43. Contribución específica de *Bothriochloa laguroides* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	63,52	54,37	136,04	49,80
(p-valor)	0,38	0,37	0,46	0,45
NP	4,34±0,80	10,31±1,66	1,14 ±0,48	9,71 ±1,20
SF				
DMS	2,16	4,39	1,54	3,79
(p-valor)	<0,01	0,02	0,03	0,48
C	1,70 b	13,97 a	2,60 a	9,71 ±1,20
P	6,98 a	6,65 b	0,29 b	
DMS	2,16	4,39	1,54	3,79

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En otoño e invierno los tratamientos C mostraron mayor contribución específica de la especie frente a los P, mientras que en verano los tratamientos P presentaron mayor cobertura de la especie. En primavera no se observó efecto de los tratamientos en la contribución específica de *Bot. lag.*

En resultados obtenidos en otoño puede verse como se mantiene la contribución de la especie en los tratamientos P, mientras que en los C se ve un incremento notorio de la especie, deduciendo un importante crecimiento de la misma en las condiciones climáticas que ocurrieron en ese año. En invierno la contribución de la especie disminuye en ambos tratamientos, en donde puede decirse que fue altamente consumida bajo pastoreo y a su vez afectada por los cortes en los tratamientos C. Los resultados encontrados en ambas estaciones en los tratamientos C se explican por el tipo vegetativo cespitoso de la especie *Bot. lag.*

Respecto a los resultados observados en los tratamientos NP y SF se encontró una respuesta neutra de la especie, resultados similares encontró Cejas (2016) en donde observó que a medida que se incrementan los niveles de fertilización nitrogenada la frecuencia relativa de la especie tendía a disminuir pero sí incrementaba su frecuencia en campo natural mejorado. A su

vez Berretta (1996, 2005) encontró que la frecuencia de la especie era menor con fertilización NP.

4.5.11.2. *Coelorhachis selloana*

El cuadro de los resultados de *Coe. sell.* expone que en otoño, invierno y primavera las parcelas SF presentaron mayor contribución relativa de *Coe. sell.* frente a las fertilizadas, a su vez en invierno se observó mayor cobertura de la especie en tratamientos P. En verano no hubo efecto de los tratamientos en la contribución específica.

Cuadro No.44. Contribución específica de *Coelorhachis selloana* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	101,33	77,14	92,34	58,19
(p-valor)	0,52	0,01	0,01	<0,01
NP	3,78±0,79	3,52 b	2,47 b	3,97 b
SF		10,93 a	9,26 a	15,08 a
DMS	3,00	4,37	4,25	4,34
(p-valor)	0,11	0,11	0,11	0,62
C	3,78±2,24	7,22±3,21	3,64 b	9,52 ±0,94
P			8,09 a	
DMS	3,00	4,37	4,25	4,34

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Siendo que es una especie que presenta ciclos de contribución estacional bastante marcados donde su mayor cobertura se da en verano y la mínima en invierno (Jaurena et al., 2015) queda expuesto en el cuadro como la especie presentó un comportamiento diferente al reportado por estos autores. Los resultados obtenidos en los tratamientos SF se explicaron en el cuadro No.42, en donde esta respuesta negativa a la fertilización no difiere tanto de lo encontrado por Jaurena et al. (2015), ya que los autores encontraron una baja respuesta realizando la fertilización en primavera y con dosis muy altas de nitrógeno. Dado que la fertilización ocurrió en otoño y el censo se realizó después de ésta estación, puede verse la reducción de la cobertura relativa que incluso se mantiene en invierno y hasta la primavera. En invierno existe mayor contribución con el factor P, lo que no coincide con Formoso (1987), Olmos (1990a), Rodríguez y Cayssials (2011) que al excluir el pastoreo aumenta la contribución de *Coe. sell.*

4.5.11.3. *Eryngium horridum*

Esta especie no presentó efecto de los tratamientos en su cobertura relativa a lo largo del periodo de evaluación, su cobertura promedio fue de 4% en todo el año. Se asigna la falta de respuesta al poco tiempo desde segunda fertilización y los censos siguientes.

4.5.11.4. *Paspalum dilatatum*

El cuadro siguiente destaca que únicamente en el otoño se observó que las parcelas afectadas por el factor C presentaron mayor contribución específica que los P, mientras que en las demás estaciones no se observó efectos de los tratamientos.

Cuadro No.45. Contribución específica de *Paspalum dilatatum* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	104,90	116,27	152,48	71,68
Efecto Fert:(p-valor)	0,63	0,25	0,53	0,14
NP	2,80±0,45	1,38±0,61	1,16 ±0,36	2,54 ± 0,90
SF				
DMS	2,30	1,26	1,38	1,42
Efecto Past:(p-valor)	0,39	0,05	0,60	0,19
C	2,81±0,90	2,25 a	1,16 ± 0,32	2,52 ±0,88
P		0,52 b		
DMS	2,30	1,26	1,38	1,42

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Según lo encontrado por Jaurena et al. (2015), en donde explican que la cobertura estacional de esta especie presenta un comportamiento no muy variable a lo largo del año con una disminución hacia el invierno, puede verse en el cuadro que su cobertura no fue variable en las estaciones. La especie no presentó diferencias entre los tratamientos NP y los SF en ninguna estación, como así los reportan Jaurena et al. (2015) en donde encontraron que la especie presentó una respuesta neutra a la fertilización en campos de basalto. Sin embargo, Berretta et al. (1998a) reportan aumentos de la contribución de esta especie con fertilización durante tres años siendo su frecuencia en los campos de basalto relativamente baja (Berretta et al., 1998a).

4.5.11.5. *Paspalum notatum*

Analizando esta especie se encontró que en verano y otoño, al igual que en el comportamiento anual (ver cuadro No. 42), los tratamientos NP presentaron mayor contribución específica frente a los SF, mientras que en la primavera e invierno no se observó efecto de los tratamientos en la cobertura de *Pas. not.*

4.5.11.6. *Schizachyrium microstachyum*

Se presentan los resultados del análisis para esta especie.

Cuadro No.46. Contribución específica de *Schizachyrium microstachyum* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	53,85	48,85	59,28	47,04
(p-valor)	0,53	0,80	0,08	0,23
NP	18,2±2,02	10,72±0,43	6,51 b	9,03 ± 1,73
SF			11,11 a	
DMS	7,68	4,11	4,10	3,33
(p-valor)	0,66	0,07	0,09	0,18
C	18,2±1,68	13,55 a	11,50 a	9,03 ± 2,33
P		7,89 b	6,12 b	
DMS	7,68	4,11	4,10	3,33

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En otoño e invierno los tratamientos C presentaron mayor contribución específica que los P, a su vez en invierno se encontró que los tratamientos SF mostraron mayor contribución específica que los NP. En verano y primavera no se vio efecto de ningún factor sobre la contribución de *Schi. mic.*

Analizando los datos puede verse que en otoño e invierno hay una mayor contribución de *Schi. mic.* en los tratamientos C, lo que se explica porque es una especie cespitosa y sensible al pastoreo, ya que los animales la arrancan fácilmente en estado juvenil que es cuando más es pastoreada. Lo observado en invierno en donde la especie presenta un comportamiento negativo a la fertilización ya que su cobertura es menor en estos tratamientos, se debe a que es una especie adaptada a ambientes de baja fertilidad (Pott,

citado por Pinto, 2004).

4.5.11.7. *Sporobolus indicus*

Los resultados obtenidos de esta especie muestran que en la primavera el tratamiento CNP presentó mayor cobertura específica que el tratamiento CSF. En verano y otoño las parcelas bajo el factor C mostraron mayor contribución específica que los P. En invierno no se observó efecto de ningún factor sobre la contribución de *Spo. ind.*

Cuadro No.47. Contribución específica de *Sporobolus indicus* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	91,17	48,78	68,93	57,49
Efecto Fert:(p-valor)	0,33	0,20	0,62	0,07
NP	10,05±2,92	8,47±1,72	8,58±0,94	5,42 a
SF				3,23 b
DMS	7,19	3,23	4,63	1,94
Efecto Past:(p-valor)	0,02	0,09	0,30	0,86
C	15,85 a	10,23 a	8,58±2,03	4,32±0,13
P	4,26 b	6,70 b		
DMS	7,19	3,23	4,63	1,94
Efecto inter:(p-valor)				0,10
C SF				2,16 b
C NP				6,30 a
P SF				4,29 ab
P NP				4,55 ab
DMS				2,75

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

La respuesta encontrada en primavera en el tratamiento CNP, fue la misma que se encontró anualmente. Los resultados obtenidos concuerdan estacionalmente con el ciclo de producción y el hábito de crecimiento de esta especie ya que en invierno es la única estación que no presenta ningún tipo de respuesta. La respuesta a la fertilización cambió en respuesta al tipo de pastoreo (sólo se diferencias CSF de CNP).

4.5.11.8. *Stipa setigera*

En el cuadro siguiente se destaca que en verano se encontró efecto de los tratamientos, en donde los tratamientos SF presentaron mayor cobertura relativa de la especie.

Cuadro No.48. Contribución específica de *Stipa setigera* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	125,97	89,92	71,47	66,69
(p-valor)	0,08	0,73	0,20	0,88
NP	1,02 b	3,50±0,34	4,58±1,35	3,51±0,11
SF	3,15 a			
DMS	2,06	2,47	2,56	1,83
(p-valor)	0,31	0,76	0,35	0,22
C	2,08±0,92	3,51±0,32	4,58±1,00	3,51±0,94
P				
DMS	2,06	2,47	2,56	1,83

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Es una especie que presenta ciclo de cobertura bastante marcada a lo largo del año, siendo que su máxima contribución ocurre en otoño e invierno y la mínima en verano (Jaurena et al., 2015). La respuesta negativa a la fertilización como se explicó en el cuadro No. 42 no difiere tanto de la obtenida por Jaurena et al. (2015) en donde reportan una respuesta neutra de la especie a la fertilización nitrógeno-fosfatada. A su vez Zanoniani et al. (2012) encontraron una alta contribución de esta especie en ambientes pobres, debido a una vegetación menos densa y menos competitiva lo que permite una instalación de *Stipa setigera* dado su mecanismo de dispersión (frutos punzantes).

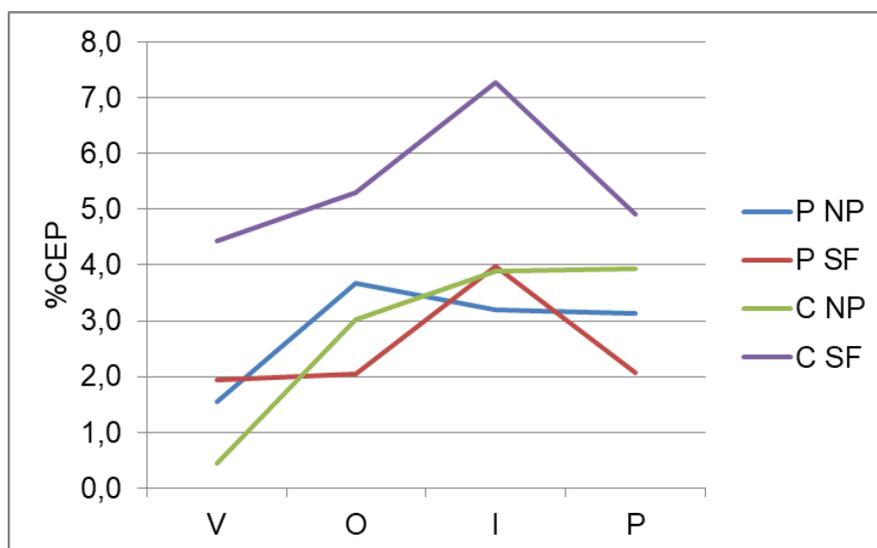


Figura No.22. Evolución de la cobertura (sobre el total de especies) de *Stipa setigera* desde verano 2016 a la primavera 2017 en los tratamientos cerrados y fertilizados con nitrógeno y fósforo (CNP), cerrados y sin fertilizar (CSF), pastoreado fertilizados (PNP) y pastoreado sin fertilizar (PSF).

En la figura No. 22 se distingue que el nivel de cobertura al inicio del experimento en CSF era muy superior a PSF. No obstante, mantienen una evolución de la respuesta en forma similar con un máximo en invierno y con decrecimiento primaveral. Los tratamientos con el factor NP crecen de verano a otoño. CNP mantiene valores estables de invierno a primavera de 4% mientras que en P decrece. Esta diferencia está dada por el efecto del pastoreo siendo *Sti. set.* una especie palatable de tipo productivo TF.

4.5.12. Contribución específica anual y estacional de otras especies de relevancia

En este capítulo se presentan los resultados de aquellas especies que si bien no llegaron a participar en el promedio del 5% en su cobertura anual, pareció relevante analizarlas debido a que son gramíneas invernales algunas, y otras en alguna estación presentaron importante participación en los censos realizados, por lo tanto se incorporan aquí las siguientes cuatro especies: *Aristida uruguayensis*, *Andropogon ternatus*, *Piptochaetium montevidense* y *Trifolium polymorphum*.

Cuadro No.49. Contribución específica anual de las especies evaluadas: *Aristida uruguayensis* (*Ari. uru.*); *Andropogon ternatus* (*And. ter.*); *Piptochaetium montevidense* (*Pip. mont.*); *Piptochaetium stipoides* (*Pip. sti.*); *Trifolium polymorphum* (*Tri. pol.*) en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	<i>And. ter.</i>	<i>Ari. uru.</i>	<i>Pip. mon.</i>	<i>Pip sti</i>	<i>Tri pol</i>
CV (%)	136,25	141,01	86,49	142,56	258,21
(p-valor)	<0,01	0,42	0,07	0,52	0,01
NP	1,21 b	1,44±0,28	3,49 b	1,11±0,16	1,11 a
SF	4,13 a		4,95 a		0,14 b
DMS	1,35	0,75	1,35	0,58	0,60
(p-valor)	0,04	0,06	0,09	0,71	0,48
C	1,73 b	1,89 a	3,45 b	1,11±0,09	0,62 ±0,19
P	3,61 a	0,99 b	4,98 a		
DMS	1,35	0,75	1,35	0,58	0,60
(p-valor)		0,08			
C SF		2,50 a			
C NP		1,29 b			
P SF		0,78 b			
P NP		1,19 b			
DMS		1,06			

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Aristida uruguayensis presentó mayor cobertura relativa en el tratamiento CSF. Las especies *Andropogon ternatus* y *Piptochaetium montevidense*, presentaron mayor cobertura en los tratamientos SF y a su vez en los P. La especie *Trifolium polymorphum* presentó respuesta en los tratamientos NP en donde su contribución fue mayor. Por último la especie *Piptochaetium stipoides* no presentó respuesta en ningún caso.

Lo observado para *And. ter.* en cuanto a su mayor cobertura en los tratamientos SF, concuerda con lo encontrado por Pott, citado por Pinto (2004), al igual que las andropogóneas anteriormente analizadas, es una especie adaptada a ambientes de baja fertilidad. Aunque es una especie cespitosa se encontró mayor cobertura bajo pastoreo, lo que demuestra la plasticidad de la especie (disminuyendo el largo de lámina y aumentando la densidad de macollo) para adaptarse al pastoreo continuo. Este resultado se explicará detalladamente en la contribución estacional de la especie. Se pudo apreciar en los tratamientos C la formación de matas de *And. ter.* generando plantas de gran tamaño pero encontrándose en menor cantidad que en los tratamientos pastoreados.

Los resultados observados para *Ari. uru.* en lo que respecta a presentar mayor cobertura en el tratamiento CSF, se explican en parte debido a que es una especie cespitosa por lo cual se incrementa con pastoreos controlados (Berretta, 1996) y a su vez cuando se incrementa la fertilidad del suelo, esta especie tiende a disminuir su contribución (Pott, citado por Pinto, 2004) compitiendo muy bien en ambientes de baja fertilidad.

La especie *Pip. mont.* presentó mayor contribución en los tratamientos SF lo cual concuerda con lo encontrado por Gomes et al. (1998a), mientras que resultados contradictorios reporta Pott, citado por Pintos et al. (2004). Es una especie que compite mejor en lugares no muy densos de la pastura, afectándose su cobertura con periodos de descansos prolongados (Gomes et al., 1996), lo cual puede observarse en el cuadro en donde su mayor cobertura la presentan los tratamientos bajo pastoreo.

Los resultados positivos encontrados de la especie *Trifolium polymorphum* en los tratamientos fertilizados concuerdan con lo expresado por Royo y Mufarrege, Royo y Pizzio, Porta et al., citados por Ayala y Bendersky (2017) en donde reportan un incremento de leguminosas con la fertilización fosfatada.

4.5.12.1. *Andropogon ternatus*

Se aprecia en el cuadro No. 50 que en otoño se encontró efecto de la interacción entre tratamientos, en donde la mayor cobertura de la especie la presentó el PSF, mientras que en verano se observó solamente respuesta positiva en los tratamientos P y en primavera solo hubo respuesta en los tratamientos SF en donde la contribución fue mayor. En invierno no se observó respuesta en ningún caso. Rosengurtt et al. (1946) constatan que es una especie pastoreada pero no muy apetecida. Berretta et al. (1998a) mencionan que un aumento del nivel trófico del suelo por el agregado de N y P produce un incremento en la calidad de las pasturas naturales lo que puede estar explicando la diferencia en la contribución otoñal de los tratamientos pastoreados.

Cuadro No.50. Contribución específica de *Andropogon ternatus* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	179,15	105,39	147,56	88,03
(p-valor)	0,61	0,03	0,12	<0,01
NP	1,12 ±0,32	1,67 b	2,78± 2,09	0,98 b
SF		5,47 a		5,44 a
DMS	1,57	2,95	3,21	2,21
(p-valor)	0,04	0,02	0,86	0,87
C	0,01 b	1,23 b	3,43 ±1,16	3,21 ± 0,16
P	2,24 a	5,91 a		
DMS	1,57	2,95	3,21	2,21
(p-valor)		0,04		
C SF		1,27 b		
C NP		1,20 b		
P SF		9,68 a		
P NP		2,15 b		
DMS		4,17		

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Los resultados obtenidos en verano y otoño respecto al efecto del pastoreo aunque no concuerdan con lo encontrado por Berretta (1996), se pueden explicar dada la intensidad de pastoreo en estas estaciones (6 cm en promedio), la cual no afectó la contribución de la especie. A su vez en otoño y primavera la fertilización otoñal no permitió un aumento en la contribución de esta especie que sí se dio en el tratamiento SF.

4.5.12.2. *Aristida uruguayensis*

Puede observarse en el cuadro que en todas las estaciones se registró la presencia de esta especie con valores alrededor del 1% a 2% en promedio. La respuesta encontrada en los tratamientos C fue la misma que se encontró en el análisis anual.

A su vez la ausencia de respuesta a la fertilización, concuerda con lo encontrado por Cejas (2016) en donde reporta que la tribu *Aristidae* no presentó diferencias significativas en cuanto a la fertilización.

Cuadro No.51. Contribución específica de *Aristida uruguayensis* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C), pastoreo (P) y en la interacción de los tratamientos (CNP, CSF, PNP y PSF).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	177,64	134,13	177,46	100,10
(p-valor)	0,49	0,83	0,75	0,59
NP	0,76 ±0,32	1,62 ±0,15	1,34 ±0,25	2,04 ± 0,38
SF				
DMS	1,06	1,70	1,86	1,60
(p-valor)	0,04	0,90	0,04	0,72
C	1,46 a	1,62± 0,08	2,57 a	2,04 ± 0,24
P	0,07 b		0,11 b	
DMS	1,06	1,70	1,86	1,60
(p-valor)				0,09
C SF				2,96 a
C NP				0,78 a
P SF				1,65 a
P NP				2,77 a
DMS				2,26

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En verano e invierno los tratamientos C presentaron mayor cobertura de *Ari. uru.* frente a los P, mientras que en primavera se encontró efecto de las interacciones en donde todos los tratamientos no presentaron diferencias significativas entre sí. En otoño no se vio respuesta a ningún factor.

4.5.12.3. *Piptochaetium montevidense*

Esta especie presentó únicamente respuesta en su cobertura en la primavera, en donde en los tratamientos P, su contribución fue mayor frente a los tratamientos C coincidiendo con lo analizado por Lezama y Rossado (2012). Los resultados encontrados en primavera fueron similares a los que se encontraron en su análisis anual. Llama la atención la mayor cobertura de la especie en verano (6,5%).

4.5.12.4. *Trifolium polymorphum*

Se observa en el cuadro que en invierno y primavera los tratamientos fertilizados presentaron mayor cobertura de la especie, mientras que en otoño no se encontró respuesta a ningún factor y en verano no se encontró contribución de *Tri. pol.* en los censos realizados.

Cuadro No.52. Contribución específica de *Trifolium polymorphum* para todas las estaciones en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	sd.	206,26	153,44	88,98
(p-valor)		0,31	0,03	<0,01
NP		0,4 ± 0,28	3,28 a	0,57 a
SF			0,31 b	0,05 b
DMS		0,64	2,15	0,21
(p-valor)		0,65	0,37	0,56
C		0,4 ± 0,12	1,79 ± 0,83	0,31 ± 0,05
P				
DMS		0,64	2,15	0,21

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Los resultados encontrados frente a la fertilización fueron similares a los que se observaron en su análisis anual. Cabe destacar que las respuestas encontradas en invierno y primavera se pueden explicar debido al momento en donde se realizó la fertilización la cual fue en otoño, y también dado el ciclo de producción que presenta esta especie.

4.5.13. Cobertura relativa estacional de las tribus de gramíneas

En este capítulo se describen las principales tribus de gramíneas que se encontraron como dominantes y que fueron relevantes en el tapiz vegetal.

La tribu *Andropogoneae* está representada principalmente por las especies: *Andropogon ternatus*, *Bothriochloa laguroides*, *Coelorhachis selloana*, *Schizachyrium microstachyum* y *S. spicatum*.

Cuadro No.53. Cobertura relativa estacional de la tribu *Andropogoneae* en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	39,52	28,53	55,13	24,03
(p-valor)	0,21	0,02	0,07	0,01
NP	27,88±4,58	29,38 b	15,24 b	28,47 b
SF		41,18 a	27,81 a	40,70 a
DMS	8,62	7,89	9,30	6,51
(p-valor)	0,09	0,41	0,55	0,39
C	22,73 b	35,28±3,12	21,52± 2,52	34,58±2,59
P	32,93 a			
DMS	8,62	7,89	9,30	6,51

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En el otoño, invierno y primavera se encontró que los tratamientos SF mostraron mayor contribución de la tribu andropogóneas que los NP. En verano no se encontró efecto de la fertilización pero sí se observó que los tratamientos P presentaron mayor cobertura relativa de la tribu frente a los C.

Se destaca la alta contribución de esta tribu la cual en promedio fue de 30% lo que imprimía un aspecto pardo-rojizo al tapiz, debido a los restos secos característicos de esta tribu. La misma presentó la mayor contribución en el área experimental, resultado que no es habitual en los campos generales del Uruguay (Saldanha, 2011).

El hecho de no encontrar efecto significativo de la fertilización en verano puede deberse a la dilución del efecto de la misma, ya que para las demás estaciones si fue observada una respuesta negativa de éstas en el tratamiento NP, resultado que concuerda con lo citado por Berretta (1996). Resultados contradictorios reporta Cejas (2016), en donde al incrementarse la fertilidad del suelo, aumentó la contribución de esta tribu.

La mayor contribución en el verano en el tratamiento P respecto al C pudo estar explicada por la selectividad animal en donde los mismos prefirieron consumir otras especies de mejor calidad.

Resultados reportados por Saldanha (2016) indican un incremento de la cobertura de esta tribu a medida que se incrementan los días de descanso entre pastoreo, pasando a duplicarse su cobertura cuando se pasa de una frecuencia de 20 días a una de 80 días.

En el cuadro siguiente se analiza la tribu *Eragrostideae* representada por *Eragrostis bahiensis*, *E. lugens* y *E. nesi*.

Cuadro No.54. Cobertura relativa estacional de la tribu *Eragrostideae* en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	90,90	76,07	173,05	86,90
(p-valor)	0,70	0,97	0,70	0,38
NP	2,79±0,31	4,68±0,03	0,45±0,09	1,26±0,30
SF				
DMS	1,98	2,79	0,61	0,86
(p-valor)	0,52	0,20	0,01	<0,01
C	2,79±0,62	4,68±1,78	0,07 b	0,22 b
P			0,97 a	2,31 a
DMS	1,98	2,79	0,61	0,86

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Se visualiza en el cuadro que en invierno y primavera los tratamientos P presentaron mayor cobertura relativa que los C, no habiéndose encontrado efecto de la fertilización en esta tribu. En verano y otoño no se encontró efecto a ningún factor en la contribución, tampoco se encontró efecto de las interacciones entre tratamientos para ninguna de las estaciones evaluadas.

Los resultados obtenidos concuerdan con Jaurena et al. (2011), en los que se refieren a *Eragrostis nesi* (especie de mayor contribución de la tribu junto a *Eragrostis lugens*) como una especie que aumenta su frecuencia con el pastoreo, debido a los mecanismos de escape que tiene esta planta sobre los animales, como lo son sus hojas de pequeño tamaño y poco preferidas. Además, *Era. nes.* no compite por altura, baja su frecuencia por sombreado favoreciéndose con las condiciones de pastoreo por resistir muy bien el sobrepastoreo y pisoteo (Rosengurtt, 1943)

La tribu *Paniceae* incluye las especies: *Axonopus affinis*, *Panicum milioides*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, *Setarea geniculata* y *Setarea vaginata*.

Cuadro No.55. Cobertura relativa de la tribu *Panicaceae* en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	44,61	50,66	44,48	28,79
(p-valor)	0,05	0,01	0,56	0,05
NP	34,47 a	29,76 a	22,45±2,36	30,01 a
SF	21,56 b	13,82 b		21,15 b
DMS	9,79	8,65	7,83	5,77
(p-valor)	0,55	0,99	0,19	0,12
C	28,01±2,45	21,79±0,04	22,46±4,24	25,57±3,81
P				
DMS	9,79	8,65	7,83	5,77

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

Tanto para el verano, otoño y primavera los tratamientos NP mostraron mayor contribución que los SF. En invierno no se encontró efecto de los tratamientos en la contribución de la tribu. Estas respuestas obtenidas para la estación de crecimiento de las especies de la tribu no concuerdan con los datos de Cejas (2016) que no encontró respuestas significativas para su contribución en cuanto a la fertilización nitrogenada. Que P y C no presenten diferencias concuerda con la respuesta de cespitosas en C y estoloníferas en P.

De la tribu *Poeae* se censaron *Agrostis tandilensis*, *Briza minor*, *B. subaristata*, *Calamagrostis montevidensis*, *Koeleria phleoides*, *Lolium multiflorum*, *Phalaris platensis* y *Vulpia australis*.

Cuadro No.56. Cobertura relativa de la tribu *Poeae* en tratamientos con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF), cerrado y corte (C) y pastoreo (P).

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	sd.	sd.	155,87	69,58
(p-valor)			0,55	0,10
NP			0,79±0,24	4,22 a
SF				2,44 a
DMS			0,96	1,80
(p-valor)			0,03	0,55
C			1,42 a	3,33±0,43
P			0,16 b	
DMS			0,96	1,80

DMS: diferencia media significativa.

Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,10$).

En invierno los tratamientos C presentaron mayor contribución que los P, no habiéndose encontrado efecto de la fertilización, mientras que en la primavera los tratamientos NP y SF no presentaron diferencias significativas en cuanto a la cobertura relativa. Cabe destacar que no se encontró efecto de las interacciones entre tratamientos en la cobertura relativa de la tribu para ninguna de las estaciones analizadas. Cejas (2016) resalta la preferencia de ambientes más fértiles por esta tribu ya sea con los suelos y con fertilización nitrogenada.

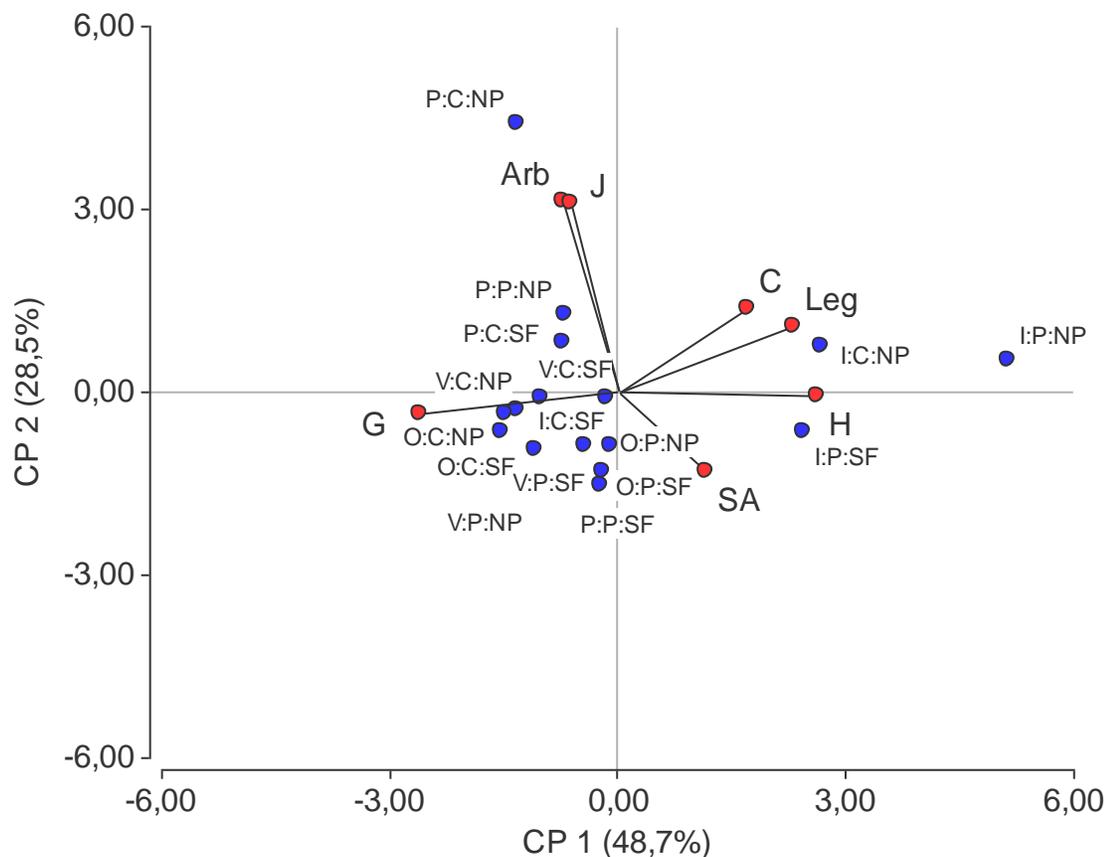
Stipeas no fue analizada en su conjunto ya que fueron analizados por separado cada una de las especies relevadas de esta tribu y en conjunto no se podía analizar ningún factor en ninguna estación excepto la superioridad estival del factor SF.

Zoiseas no se analizó ya que la única especie relevada de esta tribu fue *Spo. ind.* ya analizada en el capítulo de especies.

4.5.14. Análisis de componentes principales

4.5.14.1. Grupo de plantas

Se analiza a continuación la relación existente entre las variables de los grupos de plantas y los factores de fertilización, remoción de forraje y estación.



Arbustos (Arb); ciperáceas (C); gramíneas (G); hierbas (H); juncáceas (J); leguminosas (Leg); sub arbustivas (SA). Estación: tipo de pastoreo: fertilización. Verano (V), otoño (O), invierno (I), primavera (P); cerrado con cortes (C), pastoreado (P); fertilizado con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF).

Figura No.23. Biplot de grupos de plantas y tratamientos por parcelas resultados de un ACP durante un año.

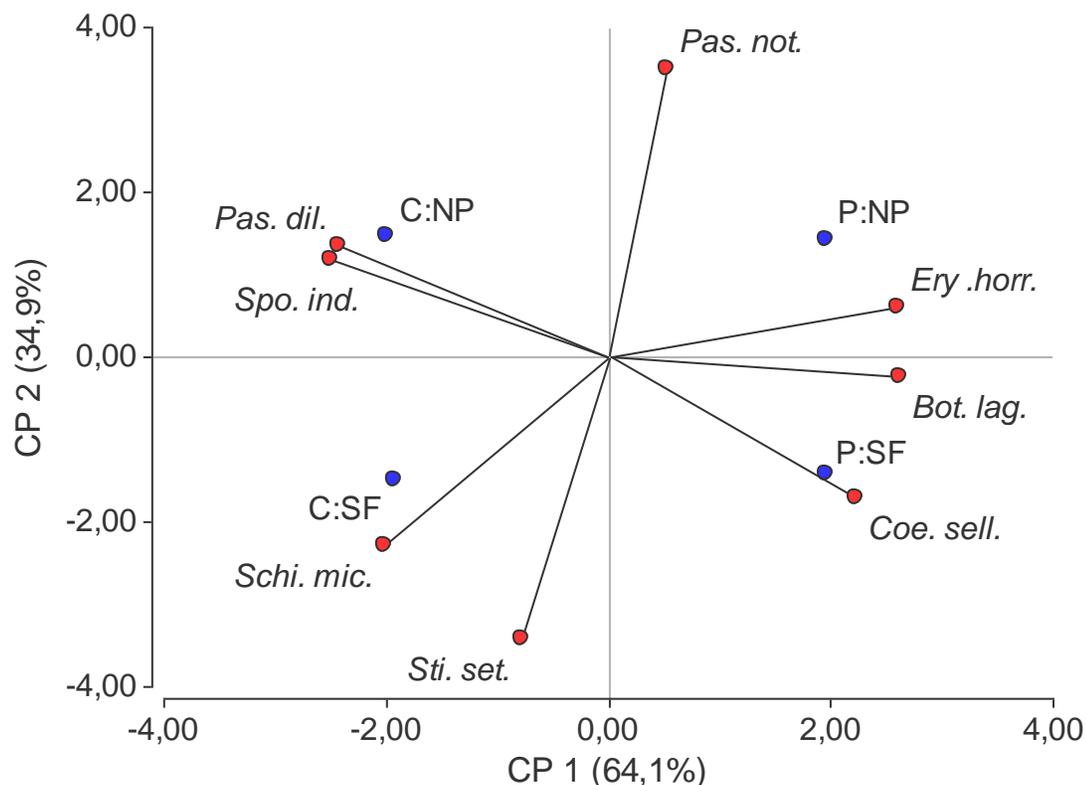
Los componente 1 y 2 explican el 77% de la variabilidad de los datos, en donde el componente 1 separa con un 48,7% a las Cyp, Leg, H y SA de los demás, el componente 2 separa con un 28,5% a Arb, J y G.

Los tratamientos que difirieron más en la variabilidad de los datos fueron en invierno PNP y primavera CNP. Los datos con mayores valores de Leg se le asocian el tratamiento CNP en invierno y a las hierbas el tratamiento PSF. También resultó que a Arb y J se le asocian los tratamientos CNP en primavera y un poco más lejos y no tan claro los tratamientos PNP y CSF en primavera también. El grupo G presenta variabilidad en sus datos diferente a los

demás con valores negativos para CP1 y CP2.

4.5.14.2. Especies

A continuación se presentan los biplot de especies por estación.



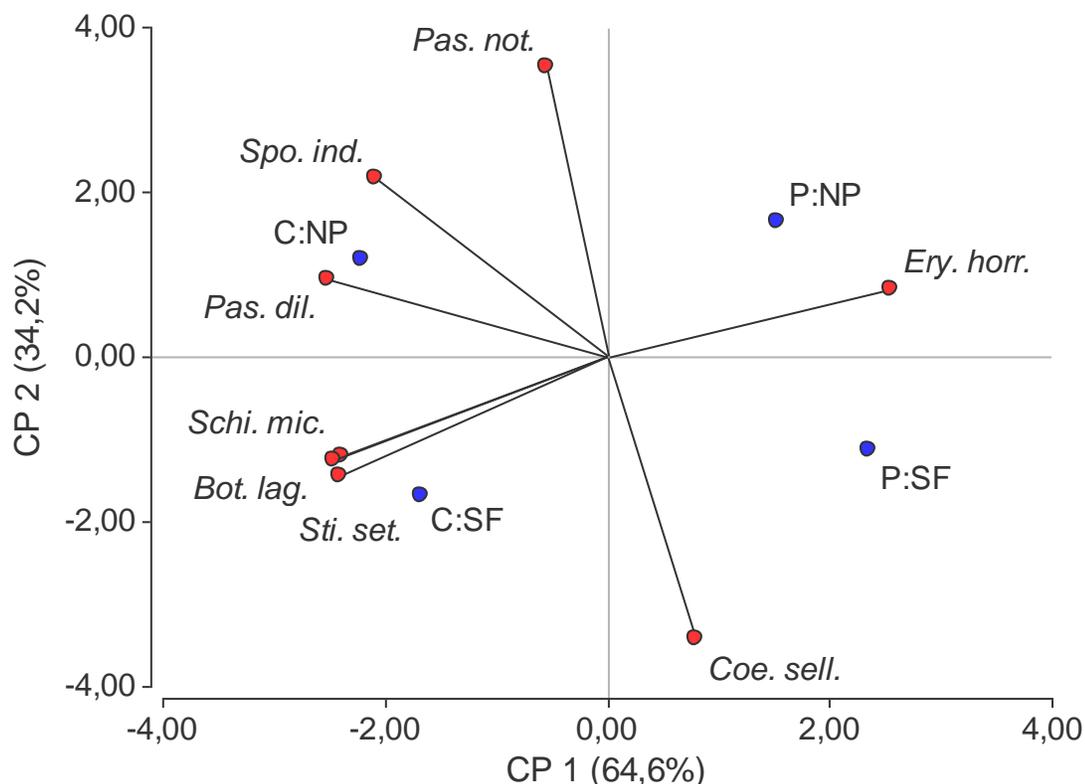
Bothriochloa laguroides (*Bot. lag.*); *Coelorhachis selloana* (*Coe. sell.*); *Eryngium horridum* (*Eri. horr.*); *Paspalum dilatatum* (*Pas. dil.*); *Paspalum notatum* (*Pas. not.*); *Schizachyrium microstachyum* (*Schi. mic.*); *Sporobolus indicus* (*Spo. ind.*); *Stipa setigera* (*Sti. set.*). Verano (V), otoño (O), invierno (I), primavera (P). Cerrado con cortes (C), pastoreado (P). Fertilizado con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF).

Figura No.24. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP en verano.

En verano la variabilidad de los datos está explicada en un 99% por los componentes 1 y 2. Claramente puede observarse una fuerte asociación del tratamiento CNP con las especies *Pas. dil.* y *Spo. ind.*, mientras que el tratamiento CSF se asocia a la especie *Schi. mic.* y en menor medida a *Sti. set.*

Otra clara asociación se observa del tratamiento PSF con la especie *Coe. sell.* y *Bot.lag.* Por último resultó que el tratamiento PNP muestra una asociación con la especie *Ery. horr.* y en menor medida con *Pas. not.*

La asociación observada entre el tratamiento CNP y las especies *Pas. dil.* y *Spo. ind.* puede explicarse dado que ambas especies presentan una respuesta positiva con la fertilización resultado que concuerda por lo encontrado por Gomes et al. (1998a), Montossi et al. (2000), Berretta et al. (2005), y a su vez presentan un incremento en su cobertura en tratamientos con cierre al pastoreo dado el tipo vegetativo cespitoso de ambas (Boggiano et al., 2005). La clara asociación observada entre el tratamiento PSF y la especie *Coe. sell.* se puede deber a que la misma presenta una alta plasticidad en pastoreo continuo, en donde las plantas que se encontraban bajo pastoreo disminuían su porte pero no su contribución en el tapiz, cabe destacar que se utilizó una intensidad no muy alta de pastoreo (4,5 cm en promedio), a su vez Jaurena et al. (2015) encontraron baja respuesta de la especie a la fertilización primaveral. Por último la asociación entre el tratamiento PNP con la especie *Ery. horr.* se explica ya que el corte mecánico en los tratamientos cerrados al pastoreo disminuyen la cobertura de la especie, pudiendo en algún caso llegar a eliminarla, siendo esta una de las medidas de control de la especie y a su vez la fertilización favorece el crecimiento de la misma.



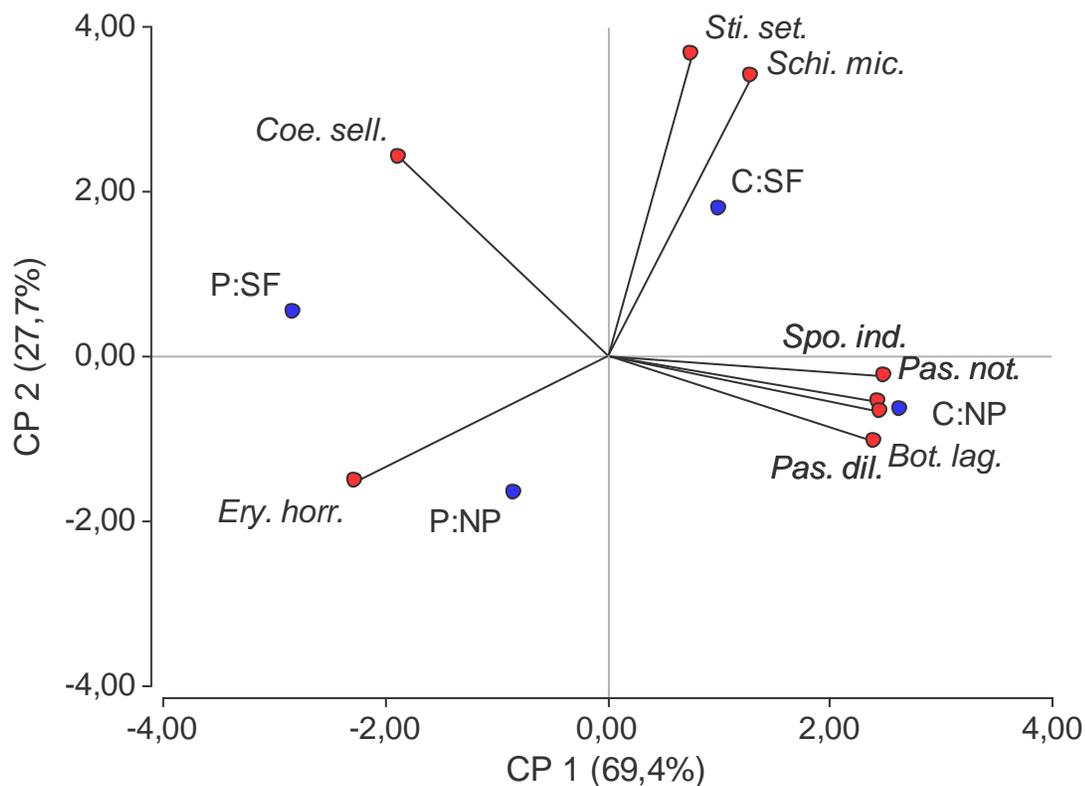
Bothriochloa laguroides (*Bot. lag.*); *Coelorhachis selloana* (*Coe. sell.*); *Eryngium horridum* (*Eri. horr.*); *Paspalum dilatatum* (*Pas. dil.*); *Paspalum notatum* (*Pas. not.*); *Schizachyrium microstachyum* (*Schi. mic.*); *Sporobolus indicus* (*Spo. ind.*); *Stipa setigera* (*Sti. set.*). Verano (V), otoño (O), invierno (I), primavera (P). Cerrado con cortes (C), pastoreado (P). Fertilizado con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF).

Figura No.25. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP en otoño.

En otoño el 98,8% de la variabilidad de los datos se explica por los componentes 1 y 2. Las especies *Schi. mic.*, *Bot. lag.* y *Sti. set.* tienen similar comportamiento en la variación de sus datos, presentando valores negativos para ambos componentes, el tratamiento CSF se asocia a dichas especies. Mientras que el tratamiento CNP se asocia a las especies *Spo. ind.* y *Pas. dil.* y en menor medida a *Pas. not.* El tratamiento PNP se asocia a *Ery. horr.* con valores positivos para ambas componentes, el comportamiento de esta especie es opuesto a las que se asocia CNP. La especie *Coe. sell.* no presenta una relación clara con ninguno de los factores.

La asociación clara observada entre el tratamiento CSF y las especies

Schi. mic., *Bot. lag.* y *Sti. set.* puede explicarse dado que las dos primeras presentan baja respuesta a la fertilización y a su vez por presentar tipo vegetativo cespitoso se favorecen con los cierres del pastoreo como es el caso, mientras que la mayor cobertura de *Sti. set.* en este tratamiento puede deberse a que en el primer año de fertilización ya se encontraba mayor contribución de la especie en este tratamiento.

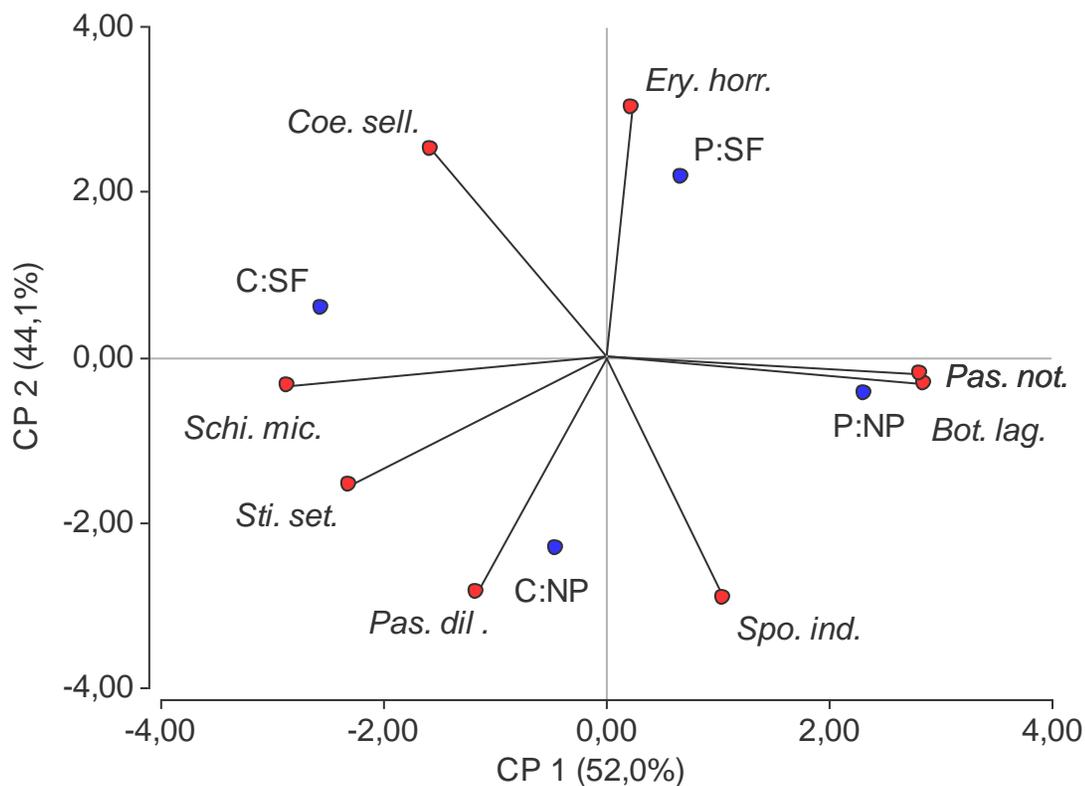


Bothriochloa laguroides (*Bot. lag.*); *Coelorhachis selloana* (*Coe. sell.*); *Eryngium horridum* (*Eri. horr.*); *Paspalum dilatatum* (*Pas. dil.*); *Paspalum notatum* (*Pas. not.*); *Schizachyrium microstachyum* (*Schi. mic.*); *Sporobolus indicus* (*Spo. ind.*); *Stipa setigera* (*Sti. set.*). Verano (V), otoño (O), invierno (I), primavera (P). Cerrado con cortes (C), pastoreado (P). Fertilizado con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF).

Figura No.26. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP en invierno.

En el invierno los componentes 1 y 2 explican el 97,1% de la variabilidad de los datos. En esta estación el tratamiento CNP se asocia a *Spo. ind.* y *Pas. dil.* como en las anteriores y a su vez también está fuertemente asociado a las especies *Bot. lag.* y *Pas. not.*, esta última especie en las

estaciones anteriores no presentaba una relación clara con algún tratamiento. Nuevamente puede identificarse como el tratamiento PNP se asocia a la especie *Ery. horr.*, mientras que *Coe. sell.* presenta una no muy clara relación en cuanto a su comportamiento pero se observa una tendencia del tratamiento PSF a asociarse a dicha especie. Por último el tratamiento CSF se asocia a las especies *Sti. set.* y *Schi. mic.*



Bothriochloa laguroides (*Bot. lag.*); *Coelorhachis selloana* (*Coe. sell.*); *Eryngium horridum* (*Eri. horr.*); *Paspalum dilatatum* (*Pas. dil.*); *Paspalum notatum* (*Pas. not.*); *Schizachyrium microstachyum* (*Schi. mic.*); *Sporobolus indicus* (*Spo. ind.*); *Stipa setigera* (*Sti. set.*). Verano (V), otoño (O), invierno (I), primavera (P). Cerrado con cortes (C), pastoreado (P). Fertilizado con nitrógeno y fósforo (NP), sin fertilizar (SF).

Figura No.27. Biplot de especies y tratamientos por parcelas resultados de un ACP en primavera.

Para la primavera el CP 1 y CP 2 explican cada uno casi la mitad de la variabilidad de los datos. Las variables se encuentran dispersas en el plano por lo que comportamientos similares ocurrieron solo entre las especies *Pas. not.* y *Bot. lag.* donde se les asoció el tratamiento PNP, mientras que el tratamiento

CNP se asocia a la especie *Pas. dil.* y en menor medida a la especie *Spo. ind.* El tratamiento PSF se asoció a la especie *Ery. horr.* comportamiento que fue distinto en las demás estaciones. Por último el tratamiento CFS muestra una asociación con la especie *Schi. mic.* y en menor medida con la especie *Sti. set.*

A modo de resumen a lo largo de las estaciones analizadas se observó que en verano, otoño e invierno el tratamiento CNP estuvo asociado a las especies *Spo. ind.* y *Pas. dil.* siempre, mientras que el tratamiento PNP se asoció a la especie *Ery. horr.* y el tratamiento CSF se asoció con las especies *Sti. set.* y *Schi. mic.* En la primavera la asociación del tratamiento CNP con *Spo. ind.* y *Pas. dil.* se mantuvo mientras que el tratamiento PSF se asoció a la especie *Ery. horr.* A su vez el tratamiento CSF se asoció en mayor medida con la especie *Schi. mic.*

4.6. CONSIDERACIONES FINALES

4.6.1. Fertilización primaveral

En los tratamientos bajo pastoreo y fertilización la altura de la pastura fue menor, lo que pudo deberse a un incremento en la calidad de la pastura. En consecuencia, los animales pudieron haber realizado más visitas a las parcelas fertilizadas. Se encontró efecto de la fertilización en las estaciones de verano, otoño e invierno en donde los tratamientos cerrados con corte a cinco cm presentaron mayor altura de la pastura.

Los tratamientos que presentaron mayor cantidad de forraje presente fueron los cerrados con corte, destacándose una tendencia a aumentar hacia el otoño. Cabe destacar que a mayor altura de la pastura, mayor disponibilidad de forraje como se encontró en los tratamientos.

Las gramíneas cespitosas (60% de las gramíneas totales) anualmente presentaron mayor participación en tratamientos cerrados y fertilizados, mientras que en solo en verano presentaron respuesta a la fertilización y en todas las estaciones su cobertura fue mayor en los tratamientos cerrados con corte. Las gramíneas estoloníferas (40% de las gramíneas totales) anualmente mostraron mayor cobertura bajo pastoreo con fertilización. Estacionalmente en otoño e invierno presentaron respuesta a la fertilización y al pastoreo; en verano y primavera solo se observó respuesta positiva bajo pastoreo, lo que podría explicarse por su capacidad de tolerancia al pastoreo y por poseer sus puntos de crecimientos cercanos a la superficie del suelo. La especie *Paspalum notatum* es la principal especie de este grupo.

Las hierbas mostraron anualmente respuesta positiva a la fertilización. En el análisis estacional no se encontró esta respuesta, observándose en otoño en los tratamientos cerrados menor contribución lo que pudo deberse a que la producción de forraje en el verano se acumuló sin permitir que las hierbas colonicen el tapiz en dicha época, esta acumulación de forraje no ocurrió en los tratamientos pastoreados, debido a la alta intensidad de pastoreo (menor a 5 cm) allí presente

Las ciperáceas mostraron anualmente mayor cobertura bajo pastoreo presentando respuesta negativa a la fertilización. En invierno y primavera se encontró mayor participación del grupo bajo pastoreo, en donde las mismas pudieron haber incrementado su frecuencia a causa de la reducción de otros grupos por efecto de la selectividad animal, se destaca una respuesta negativa a la fertilización en invierno y verano en cobertura relativa.

El grupo leguminosas (principalmente *Adesmia bicolor*) anualmente presentó respuesta positiva a la fertilización, en verano y otoño la mayor contribución se observó en el tratamiento cerrado fertilizado.

El valor pastoral total fue mayor en tratamientos bajo pastoreo en invierno, estos resultados se explican por la especie *Paspalum notatum* que presentó mayor contribución en tratamientos pastoreados. Anualmente la riqueza específica fue mayor en las parcelas cerradas con corte y a su vez en aquellas fertilizadas, en invierno y verano se encontró la misma respuesta. Estos resultados podrían explicarse por la alta intensidad de pastoreo que pudo impedir el crecimiento de otras especies que sí fueron capaces de hacerlo bajo mayor altura de remanente de forraje.

Las especies *Adesmia bicolor*, *Coelorhachis selloana* y *Paspalum dilatatum* incrementaron su presencia con la fertilización y cierre al pastoreo; *Andropogon lateralis*, presentó respuesta positiva a la fertilización anualmente; *Bothriochloa laguroides* mostró mayor contribución en las parcelas cerradas con corte; *Eleocharis dunensis* mostró respuesta negativa a la fertilización y al cierre del pastoreo; *Panicum milioides* incrementó su cobertura en el tratamiento pastoreado fertilizado en invierno; *Paspalum notatum* presentó mayor contribución en el tratamiento pastoreado fertilizado y por último *Sporobolus indicus* en verano presentó mayor cobertura en los tratamientos pastoreados y en los fertilizados.

En el análisis de componentes principales se observó que en invierno y primavera los tratamientos bajo pastoreo presentaron mayor asociación con la mayoría de las especies analizadas, siendo que solamente dos o tres especies se asociaron a los tratamientos cerrados con corte. Cabe destacar que esta

asociación de los tratamientos pastoreados no fue tan clara en las estaciones de verano y otoño. En general las especies *Adesmia bicolor* y *Cynodon dactylon* en todas las estaciones presentaron mayor asociación a los tratamientos fertilizados. La especie *Bothriochloa laguroides* presentó mayor asociación al tratamiento cerrado sin fertilizar.

4.6.2. Fertilización otoñal

La altura de la pastura en los tratamientos cerrados con corte casi siempre estuvo por encima de la de los tratamientos pastoreados, en invierno se encontraron los valores más bajo de altura en ambas situaciones.

Respecto a la cantidad de forraje presente se observó un incremento de todos los tratamientos hacia el otoño (salvo el pastoreado sin fertilizar), disminuyendo el forraje hacia el invierno, no se detectó respuesta de las variables analizadas en la interacción tipo de defoliación-fertilización.

Las gramíneas cespitosas (75% de las gramíneas totales) presentaron respuesta negativa a la fertilización, lo cual pudo deberse a la respuesta a la fertilización de la tribu *Andropogoneae* (principal contribuyente). A su vez, se incrementaron las gramíneas cespitosas en los tratamientos cerrados con corte dado que la mayoría de las especies eran de porte erecto. El grupo gramíneas estoloníferas (25% de las gramíneas totales) presentó respuesta positiva a la fertilización en verano y otoño (*Paspalum notatum* principal especie).

Las hierbas incrementaron su participación bajo pastoreo debido a una mayor intensidad de defoliación en estos tratamientos, que genera mayor espacio y luminosidad en los estratos inferiores permitiendo la colonización de este grupo. La mayor cobertura observada en el invierno la explican principalmente *Chevreulia sarmentosa* y *Oxalis sp.* Las hierbas no presentaron respuesta a la fertilización.

Las ciperáceas anualmente mostraron mayor contribución en los tratamientos cerrados con corte ya que la mayoría de las especies eran de porte erecto. A su vez las ciperáceas encontradas en este predio, corresponden en su mayoría a ciclos invernales lo que puede deducirse observando la cobertura de las mismas en invierno donde fue mayor que en las demás estaciones. En otoño se encontró mayor cobertura en el tratamiento pastoreado fertilizado, lo cual puede deberse a que en esta estación comienzan a crecer las ciperáceas de ciclo invernal favorecidas por las lluvias, y en las parcelas cerradas no tienen mucha disponibilidad de luz, como si en las pastoreadas.

Las leguminosas fundamentalmente *Trifolium polymorphum* presentaron respuesta positiva a la fertilización en invierno y primavera. El grupo sub-arbustivas mostró mayor participación en el tratamiento pastoreado fertilizado, lo que puede deberse a que los animales no consumen las especies de dicho grupo por poseer mecanismos de defensa e incluso algunas son tóxicas para los animales.

El valor pastoral fue mayor en los tratamientos cerrados con corte debido a la mayor presencia de gramíneas en estos tratamientos. Analizando únicamente el valor pastoral de las gramíneas se observó también mayor valor del índice en los tratamientos sin fertilizar. La riqueza específica fue mayor en parcelas bajo pastoreo, y a su vez presentó respuesta neutra a la variable fertilización.

La especie *Bothriochloa laguroides* presentó en otoño e invierno mayor cobertura relativa en las parcelas cerradas con corte lo cual se puede deber a que es una especie cespitosa. Sin embargo, *Coelorhachis selloana* anualmente presentó mayor cobertura relativa en el tratamiento pastoreado sin fertilizar, el mismo efecto positivo del pastoreo sobre la cobertura de la especie se encontró en el invierno al analizar por estación, dicho resultado puede explicarse por el rizoma que posee la especie el cual le permite soportar defoliaciones más severas aun siendo una especie de porte recto.

La especie *Eryngium horridum* presentó mayor cobertura bajo pastoreo; para *Paspalum dilatatum* se encontró más cobertura en las parcelas cerradas con corte y con fertilización, a nivel estacional no se vio efecto de la fertilización. *Paspalum notatum* en verano y otoño, al igual que en el comportamiento anual, presentó mayor contribución específica con fertilización, destacándose que no se observó respuesta al efecto del pastoreo. La especie *Schizachyrium microstachyum* mostró mayor cobertura relativa en otoño e invierno en las parcelas cerradas con corte y en invierno respuesta negativa a la fertilización. *Sporobolus indicus* presentó respuesta positiva a la fertilización y al cierre del pastoreo en primavera y verano. *Stipa setigera* exhibió respuesta negativa a la fertilización y mayor cobertura en las parcelas cerradas con corte.

Dentro de las otras especies analizadas *Aristida uruguayensis* presentó mayor cobertura relativa en el tratamiento cerrado sin fertilizar, *Andropogon ternatus* y *Piptochaetium montevidense* presentaron respuesta negativa a la fertilización y mayor cobertura relativa bajo pastoreo. Por último la especie *Trifolium polymorphum* mostró una respuesta positiva a la fertilización en invierno y primavera.

De las principales tribus analizadas *Andropogoneae* mostró una

respuesta negativa a la fertilización, la tribu *Paniceae* mostró una respuesta positiva en verano, otoño y primavera mientras que la tribu *Eragrostideae* no presentó respuesta.

En el predio de fertilización otoñal en el análisis de componentes principales se observó que en verano, otoño e invierno el tratamiento cerrado fertilizado estuvo asociado a las especies *Sporobolus indicus* y *Paspalum dilatatum* siempre, mientras que el tratamiento pastoreado fertilizado se asoció a la especie *Eryngium horridum* y el tratamiento cerrado sin fertilizar se asoció con las especies *Stipa setigera* y *Schizachyrium microstachyum*. En la primavera la asociación del tratamiento cerrado fertilizado con *Sporobolus indicus* y *Paspalum dilatatum* se mantuvo, mientras que el tratamiento pastoreado sin fertilizar se asoció a la especie *Eryngium horridum*. A su vez, el tratamiento cerrado sin fertilizar se asoció en mayor medida con la especie *Schizachyrium microstachyum*.

A modo de resumen se vio que con fertilización primaveral se vieron promovidas la mayoría de las gramíneas perennes estivales analizadas, ya que en el predio no había casi gramíneas invernales (<1% de cobertura), la respuesta frente a la fertilización fue mayor en el grupo de gramíneas estoloníferas. Sin embargo, en la fertilización otoñal en el otro predio analizado no se promovieron las gramíneas perennes invernales como era de esperarse ya que las principales especies de este grupo *Stipa setigera* y *Piptochaetium montevidense* no presentaron respuesta a la fertilización. Con ambas fertilizaciones se promovieron las leguminosas, mientras que las hierbas solo se promovieron con la primaveral. A su vez las ciperáceas solo se promovieron con la fertilización otoñal. Cabe destacar que la especie *Coelorhachis selloana* presentó diferentes respuestas en la fertilización de otoño y primavera siendo que en la primera el agregado de nitrógeno y fósforo afectó negativamente su cobertura mientras que en la segunda lo fue positivamente.

5. CONCLUSIONES

El agregado de nitrógeno y fósforo produciría cambios en la composición botánica de la pastura tanto en fertilización de otoño como de primavera.

La época de fertilización presentaría incidencia en la respuesta de la pastura en los dos predios, caso particular de la especie *Coelorhachis selloana*.

El manejo de la defoliación afectaría la respuesta de la pastura a la fertilización siendo la variable que mayores cambios generaría en la composición botánica de la misma.

Las divergencias en los resultados reafirman la importancia de caracterizar las comunidades de campo natural para comprender sus procesos y ajustar el manejo según sus particularidades.

6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en dos establecimientos de la Colonia Juan Gutiérrez (Instituto Nacional de Colonización), localizada por la ruta 4, a 30 Km. de la ciudad de Guichón en el departamento de Paysandú, Uruguay (32° 20' 9'' South and 58° West, 61 MASL), paraje paso de Andrés Pérez. Se condujo dos experimentos desde diciembre de 2016 hasta noviembre de 2017. El experimento de fertilización primaveral fue llevado a cabo sobre un campo natural virgen en donde el experimento ya tenía un año de funcionamiento y el de fertilización otoñal sobre un campo natural reestablecido. El objetivo del trabajo fue evaluar la respuesta en la composición botánica de dos comunidades vegetales de campo natural a la fertilización con nitrógeno y fósforo a una dosis comercial bajo corte y pastoreo continuo. El diseño experimental fue completamente al azar con cinco repeticiones en el espacio. Cada ensayo (fertilización primaveral y otoñal) constó de 10 parcelas (2m x 3m c/u) bajo pastoreo y 10 parcelas cerradas al pastoreo, bajo corte de máquina. Por cada grupo se fertilizaron 5 con 21 kg/ha de fósforo disponible bajo forma de superfosfato de calcio (que incluye la adición de 13 kg/ha de azufre) y 46 kg/ha de nitrógeno bajo forma de urea. La dotación utilizada en la fertilización primaveral fue de 1,0 UG/ha y de 0,8 UG/ha en la fertilización otoñal. Por estación se realizó un censo florístico y de restos secos y suelo desnudo estimándose el porcentaje de cobertura, como proporción de superficie estudiada recubierta por la proyección vertical de la pastura por parcela en un metro cuadrado. Se midió mensualmente la altura del tapiz. A su vez, se midió por estación la disponibilidad de materia seca. El análisis se realizó evaluando altura, disponibilidad de la pastura, grupos funcionales de plantas, tribus, especies, restos secos, suelo desnudo, valor pastoral y riqueza específica. Los resultados muestran una dominancia para ambos predios de la familia Poaceae y del grupo hierbas; dentro de la familia Poaceae las cespitosas presentaron una respuesta positiva con la fertilización primaveral y el cierre del pastoreo, mientras que presentaron una respuesta negativa a la fertilización otoñal; las gramíneas estoloníferas mostraron respuesta positiva a la fertilización primaveral y pastoreo y también presentaron respuesta positiva a la fertilización otoñal. Las hierbas presentaron respuesta positiva a la fertilización primaveral y negativa a la otoñal, mostrando mayor cobertura bajo pastoreo continuo en ambas fertilizaciones. En la fertilización otoñal la riqueza específica fue mayor en parcelas bajo pastoreo, y a su vez presentó respuesta neutra a la variable fertilización, mientras que en la fertilización primaveral se observó mayor riqueza específica en las parcelas cerradas con corte y a su vez en aquellas fertilizadas.

Palabras clave: Campo natural; Nitrógeno; Fósforo; Pastoreo; Cortes.

7. SUMMARY

This research was carried out in two ranches at the Colonia Juan Gutierrez (Instituto Nacional de Colonización), located on route 4, 30 Km. from Guichón City in the department of Paysandú, Uruguay (32° 20' 9'' South and 58° West, 61 MASL), place Paso De Andrés Pérez. Were conducted two trials from December of 2016 to November of 2017. The spring fertilization trial was carried out on a virgin natural pasture where the experiment had already been running for one year and the autumn fertilization was carried on a natural pasture reestablished. The purpose and aim of this experiment was to measure the response in the botanical composition of two plant communities of natural pasture to fertilization with nitrogen and phosphorus at a commercial dose and subject to cutting and continuous grazing. The experimental design was completely random with five replications in space. Each test (spring and autumn fertilization) consisted of 10 plots (2m x 3m c/u) under grazing and 10 plots closed to grazing, under machine cut. For each group, 5 were fertilized with 21 kg / ha of available phosphorus in the form of calcium superphosphate (which includes the addition of 13 kg / ha of sulfur) and 46 kg / ha of nitrogen in the form of urea. The stocking rate at spring fertilization was 1.0 SU/ha (breeding unit per hectare) and 0.8 SU/ha at autumn fertilization. At each season a floristic census and of dry litter and bare soil was carried out estimating the percentage of coverage, as a proportion of the studied surface covered by the vertical projection of the pasture in a square meter. The height of the grass was measured monthly. In addition, the season availability of dry litter was measured. The analysis considered height, available forage, dry litter, bare soil, functional groups of plants, tribe, species, pastoral value and species richness. The results show in both places the dominance of Poaceae and Herbs group; into Poaceae family the cespitose showed a positive response with spring fertilization and grazing closure, while showed a negative response to the autumn fertilization; stoloniferous grasses presented positive response to spring fertilization and grazing and also to the autumn fertilization. Herbs showed positive response to spring fertilization and negative to autumn fertilization, showing higher cover under continuous grazing in both fertilizations. In autumn fertilization the species richness was higher in grazed plots, and showed neutral response to the fertilization variable, while in spring fertilization higher species richness was observed in closed with cut plots and in fertilized plots.

Keywords: Natural pasture; Nitrogen; Phosphorous; Grazing; Cuts.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Aandal, A.; Heerwagen, A. 1966. Basic soil-information useful in managing natural grassland. In: International Grassland Congress (10th., 1966, Finland). Proceedings. Helsinki, University of Helsinki. pp. 888 - 893.
2. Acosta, G. 2010a. Carta de erosión "Colonia Juan Gutiérrez". Paysandú, s.e. Esc. 1:3.000. Color.
3. _____. 2010b. Carta semidetallada de suelos "Colonia Juan Gutiérrez". Paysandú, s.e. Esc. 1:3.000. Color.
4. Adler, P.; Raff, D.; Lauenroth, W. 2001. The effect of grazing on the spatial heterogeneity of vegetation. *Oecología*. 128: 465 - 479.
5. Alano, E.; Mariscano, N. 2012. Efecto de la fertilización nitrogenada de campo natural en basalto, sobre la tasa ovulatoria de ovejas que lo pastorean previo a la encarnerada. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 74 p.
6. Albuquerque, C.; Silveira da Fontoura, J.; Rockenbach, M.; Franco, D.; Avila, C. 2017. Produção e composição botânica de uma pastagem nativa submetida à roçada e diferentes doses de adubo mineral. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur: Grupo Campos (24^a., 2017, Tacuarembó, Uruguay). Retomando un camino de oportunidades para una producción ganadera sustentable. Montevideo, INIA. pp. 67 - 68.
7. Altesor, A.; Piñeiro, G.; Lezama, F.; Rodríguez, C.; Leoni, E; Baeza, S.; Paruelo, J. 2005. El efecto del pastoreo sobre la estructura y el funcionamiento de las praderas naturales uruguayas: ¿qué sabemos y cómo podemos usar ese conocimiento para manejarlas mejor? In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 21 - 29 (Serie Técnica no. 151).

8. Álvarez, M.; Alzaga, G.; Nopitsch, A. 2013. Efecto de la fertilización nitrogenada y la oferta de forraje sobre los componentes de producción de forraje del campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 138 p.
9. _____.; Leoni, E.; Lezama, F.; Rodríguez, C. 2005. Effect of grazing on community structure and productivity of Uruguayan grassland. *Plant Ecology*. 179:83 - 91.
10. Anslow, R. 1966. The rate of appearance of leaves on tillers of the Graminae. *Herbage Abstracts*. 36 (3):149 - 155.
11. Auerbach, M.; Shmida, A. 1987. Spatial scale and the determinants of plant species richness. *Trends in Ecology and Evolution*. 2:238 - 242.
12. Ayala, W.; Carámbula, M. 1994. Nitrógeno en campo natural. *In*: Seminario de Actualización Técnica (1994, Colonia, Uruguay) Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 33 - 42 (Serie Técnica no. 51).
13. _____.; Bendersky, D. 2017. Modificaciones del campo natural vía incorporación de especies y nutrientes. *In*: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur: Grupo Campos (24^a., Tacuarembó, Uruguay). Retomando un camino de oportunidades para una producción ganadera sustentable. Montevideo, INIA. pp.14 - 23.
14. Azanza, A.; Panissa, R.; Rodríguez, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 91p.
15. Baeza, S.; Baldassini, P.; Arocena, D.; Pinto, P.; Paruelo, J. 2012. Clasificación del uso cobertura del suelo en Uruguay mediante series temporales de imágenes de satélite y árboles de decisión. *In*: Reunión Argentina de Ecología (25^a., 2012, Luján, Argentina). *Actas. Agrocienza (Uruguay)*. 18 (2): 95 - 105.

16. Batista, W.; Taboada, M.; Lavado, R.; Perelman, S.; León, R. 2005. Asociación entre comunidades vegetales y suelos en el pastizal de la Pampa Deprimida. In: Oesterheld, M.; Aguiar, M.; Gheray, C.; Paruelo, J. eds. La heterogeneidad de la vegetación de los agroecosistemas. Buenos Aires, Argentina, UBA. Facultad de Agronomía. pp. 113 - 121.
17. Bemhaja, M. 1994. Fertilización nitrogenada en sistemas ganaderos. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, Colonia, Uruguay) Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 49 - 56 (Serie Técnica no. 51).
18. _____; Berretta, E.; Brito, G. 1998. Respuesta a la fertilización nitrogenada de campo natural en basalto profundo. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical: Grupo Campos (14^a., 1998, Termas Arapey, Salto, Uruguay). Anales. Montevideo, INIA. pp. 119 - 122 (Serie Técnica no. 94).
19. Ben, J.; Lodi, B.; Scheffer-Basso, S. 1998. Resposta de leguminosas nativas ao aumento na disponibilidade de fósforo no solo. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul: Zona Campos (17^a., 1998 Santa Catarina, Brasil). Utilização sustentável e melhoramento de campos naturais do Cone Sul, desafios para o 3.º milênio. Santa Catarina, EMBRAPA. pp . 89 - 90.
20. Berretta, E. 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 (9^a., 1987, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 79 - 93.
21. _____; Levratto, J.; Samit, W.; Bemhaja, M.; Pittaluga, O.; Silva, J.; Clariget, J.; Guerra, J. 1990. Efecto del sistema de pastoreo: relación lanar/vacuno y carga animal sobre pasturas naturales. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2^o., 1990, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 291 - 298.

22. _____; Do Nascimento, D. 1991. Glosario estructurado de términos sobre pasturas y producción animal. Montevideo, IICA PROCISUR. 127 p. (Diálogo no. 32).
23. _____. 1996. Campo natural: valor nutritivo y manejo. *In*: Risso, D.; Berretta, E.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 113 - 124 (Serie Técnica no. 80).
24. _____.; Risso, D.; Levratto, J.; Zait, W. 1998a. Mejoramiento de campo: fertilización fosfatada. *In*: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 63 - 73 (Serie Técnica no. 102).
25. _____. 1998b. Producción de comunidades nativas sobre suelos de basalto de la unidad Itapebí- Tres Árboles con diferentes frecuencias de corte. *In*: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 21 - 31 (Serie Técnica no. 102).
26. _____.; Bemhaja, M. 1998c. Producción estacional de comunidades naturales sobre suelos de Basalto de la unidad Queguay Chico. *In*: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 11 - 20 (Serie Técnica no. 102).
27. _____. 2005. Producción y manejo de la defoliación en campos naturales de basalto. *In*: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 61 - 74 (Serie Técnica no. 151).
28. Boggiano, P.; Maraschin, G.; Nabinger, C.; Riboldi, J.; Cadenazzi, M.; Marçal, G., Magdalena, E.; Vieiro, J; Dos Santos, R.; Silveira, F. 1998. Efeito de adubação nitrogenada (N) e da oferta de forragem (OF) sobre a composição botânica da pastagem natural. *In*: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul: Zona Campos (17^a., 1998, Lages, SC, Brasil). Utilização sustentável e melhoramento de campos naturais do Cone Sul: desafios para o 3.º milênio. Lages, EMBRAPA. pp.131 - 132.

29. _____. 2000. Dinâmica da produção primária da pastagem nativa e marea de fertilidade corrigida sob efeito de adubação nitrogenada e oferta de forragem. Tesis doutorado. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 179 p.
30. _____.; Cadenazzi, M.; Riboldi, J. 2002. Producción de materia seca de pastura nativa fertilizada con nitrógeno. In: Reunión de Grupo Técnico en Forrajes del Cono Sur: Zona Campos (19°. 2002, Mercedes, Corrientes, Argentina). Sistemas de producción: caminos para una integración sustentable. Mercedes, INTA. p. 98.
31. _____. 2003. Manejo integrado de ecosistemas y recursos naturales en Uruguay. Componente Manejo y conservación de la diversidad biológica. Subcomponente Manejo integrado de pradera: proyecto combinado GEF/IBRD. Montevideo, s.e. 72 p.
32. _____.; Zanoniani, R.; Millot, J. C. 2005. Respuestas del campo natural a manejos con niveles crecientes de intervención. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 105 - 114 (Serie Técnica no. 151).
33. _____.; Berretta, E. 2006. Factores que afectan la biodiversidad vegetal del campo natural. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajes del Cono Sur: Grupo Campos (21^a. 2006, Pelotas, RS). Desafio e oportunidades do bioma campos frente à expansão e intensificação agrícola. Pelotas, EMBRAPA. pp. 93 - 104.
34. Bordoli, J. 1998. Fertilización de pasturas de leguminosas y mezclas de gramíneas y leguminosas: manejo de la fertilidad en sistemas extensivos (cultivos y pasturas). Montevideo, Facultad de Agronomía. Unidad de Educación Permanente y Postgrado. pp.71 - 79.
35. Bottaro, C.; Zavala, F. 1973. Efecto de la fertilización mineral NPK en la producción de forraje de algunas pasturas naturales del Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República Facultad de Agronomía. 171 p.
36. Brown, D. 1954. Methods of Surveying and Measuring Vegetation. Reading, UK, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. 223 p. (Bulletin no. 42).

37. Burgos, 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.
38. Cabreira, C.; Lopes dos Santos, G.; Maria Rosito, J.; Saldanha, J.; Denardin, C. 1988. Efeito da ureia sobre uma pastagem natural do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural* (Santa Maria). 18(3-4): 355 - 367.
39. Cangiano, C. 1996. Consumo en pastoreo: factores que afectan la facilidad de cosecha. *In*: Cangiano, C. ed. Producción animal en pastoreo. Buenos Aires, INTA. pp. 41 - 63.
40. Carámbula, M. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, INIA. 46 p. (Serie Técnica no.19).
41. _____. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, INIA. 524 p
42. _____. 1997. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, INIA. 524 p.
43. _____. 2008. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, INIA. 530 p.
44. Cardozo, R.; Kunrath, T.; Boggiano, P.; Zanoniani, R.; Cadenazzi, M. 2008. Efecto residual de la fertilización nitrogenada y ofertas de forraje sobre la composición botánica de un campo natural. *In*: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur: Grupo Campos (22^a., 2008, Minas, Lavalleja, Uruguay). Bioma campos: innovando para mantener su sostenibilidad y competitividad. Montevideo, INIA. pp. 206 - 207.
45. Casalás, F.; Caram, N.; Garcia, J.; Zanoniani, R.; Duhalde, M.; Silveira, M.; Cadenazzi, M.; Boggiano, P. 2017. Respuesta en el desempeño animal al mejoramiento y fertilización de campo natural. *In*: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur: Grupo Campos (24^a., Tacuarembó, Uruguay). Retomando un camino de oportunidades para una producción ganadera sustentable. Montevideo, INIA. pp.131 - 132.
46. Castells, D. 1974. Fertilización de campo natural. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 81 p.

47. Castro, E. 1980. Trabajos en pasturas. In: Jornada ganadera de Basalto (1980, Tacuarembó, Uruguay). Memorias. Tacuarembó, CIAAB. pp. 30 - 47.
48. Cejas, V. 2016. Caracterización de la composición botánica de un campo natural bajo diferentes alternativas de intervención. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 86 p.
49. Cibils, A.; Miller, J.; Encinias, A.; Boykin, K.; Cooper, B. 2008. Monitoring heifer grazing distribution at the Valles Caldera National Preserve. *Rangelands*. 30:19 - 23.
50. Chapman, M.; Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress (17th., 1993, Massey University, New Zealand). Proceedings. Palmerston North, New Zealand, New Zealand Grassland Association. pp. 95 - 104.
51. Conway, G. 1987. The properties of agroecosystems. *Agricultural Systems*. 24: 95 - 117.
52. Cooper, C. 1956. The effect of source, rate, and time of nitrogen application upon the yields, vegetative composition and crude protein content of native flood, meadow hay in Eastern Oregon. *Agronomy Journal*. 48 (12): 543 - 545.
53. _____; Tainton, N. 1968. Light and temperature requirement for the growth of tropical and temperate grasses. *Herbage Abstracts*. 38 (3):167 - 176.
54. Coronel, F.; Martínez, P. 1983. Evolución del tapiz natural bajo pastoreo continuo de bovinos y ovinos en diferentes relaciones. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 295 p.
55. Corsi, W. 1978. Clima. *Miscelánea CIAAB*. no. 18: 255 - 266.
56. Crempien, C. 2008. Antecedentes técnicos y metodología básica para utilizar en presupuestación en establecimientos ganaderos. Montevideo, Hemisferio Sur. 72 p.

57. Davies, A. 1971. Changes in growth rate and morphology of perennial ryegrass swards at high and low nitrogen levels. *Journal of Agricultural Sciences (Cambridge)*. 77: 123 - 134.
58. Del Pino, A.; Pezzani, F.; Lezama, F. 2014. Contenido de bases en gramíneas nativas de campo natural y mejoramientos de Treinta y Tres, Uruguay. (en línea). In: Congreso Uruguayo de Suelos (2014, Colonia del Sacramento, Uruguay). Resúmenes. Montevideo, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. p.1. Consultado 15 jul. 2018. Disponible en <http://www.suelos.com.uy/pdf/53.pdf>
59. Del Puerto, O. 1969. hierbas del Uruguay. Montevideo, Aljanati. 68 p. (Nuestra Tierra no. 19).
60. Díaz Roselló, R. 1992. Evolución del nitrógeno total en rotaciones con pasturas. *Revista INIA de Investigaciones Agronómicas*. 1(1): 27 - 35.
61. Díaz Zorita, M. 1997. Verdeos de invierno. In: Melgar, R.; Díaz Zorita, M. eds. *La fertilización de cultivos y pasturas*. Buenos Aires, Hemisferio Sur. 197 p.
62. Duhalde, M.; Silveira, M. 2018. Efecto de la fertilización nitrogenada y mejoramiento de campo natural sobre la productividad invierno-primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 137 p.
63. Durán, A. 1985. *Los suelos del Uruguay*. Montevideo, Hemisferio Sur. 398 p.
64. Dutra, M.; Serpa, M.; Darco, E.; Lear, R. 1998. Efeito da adubação fosfatada no desenvolvimento inicial de *Adesmia latifolia*. In: *Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul: Zona Campos (17ª., 1998, Santa Catarina, Brasil)*. Utilização sustentável e melhoramento de campos naturais do Cone Sul, desafios para o 3.º milênio. Santa Catarina, EMBRAPA. pp. 91 - 92.
65. Ernst, J.; Massey, H. 1960. The effects of several factors on volatilization of ammonia formed from urea in the soil. *Soil Science Society of America Proceedings*. 24: 87 - 90.

66. Escuder, C. 1997. Manejo de la defoliación: efecto de la carga y métodos de pastoreo. In: Cangiano, C ed. Producción animal en pastoreo. Balcarce, Argentina, INTA. pp. 65 - 83.
67. Fernández, G.; López, L.; Altesor, A. 2013. Servicios ecosistémicos y resiliencia del pastizal natural. In: Mesa de Ganadería Sobre Campo Natural (2013, Montevideo). Producción animal sostenible en pastoreo sobre campo natural. Montevideo, MGAP. pp. 131 - 140.
68. Ferrando, M. 2013. Fósforo. In: Curso de Fertilidad de Suelos (2014, Salto, Uruguay). Trabajos presentados. Salto, Facultad de Agronomía. pp. 7 - 14.
69. Formoso, D. 1987. Efecto del pastoreo sobre el tapiz natural en campos de Basalto. Uruguay. SUL. Boletín Técnico no. 16: 53 - 62.
70. _____; Gaggero, C. 1990. Efecto del sistema de pastoreo y la relación ovino/vacuno sobre la producción de forraje y la vegetación del campo nativo. In: Seminario Nacional de Campo Natural (2º., 1990, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 302 - 310.
71. _____. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Riso, D.; Berretta, E.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1 - 19 (Serie Técnica no. 80).
72. _____. 2004. La investigación en utilización de pasturas naturales sobre Cristalino desarrollada por el Secretariado Uruguayo de la Lana. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 51 - 60 (Serie Técnica no. 151).
73. Gallinal, J.; Bergalli, L.; Campal, E.; Aragoné, L.; Rosengurtt, B. 1938. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay: 1ª. contribución. Montevideo, Imprenta Germano Uruguayana. pp. 30 - 65.
74. García Pintos, F.; García Pintos, R.; Gallinal, J. 2016. Respuesta a los niveles de intervención de un campo natural sobre la producción primaria y secundaria. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 98 p.

75. Gastal, F.; Lemaire, G. 1988. Study of a tall fescue sward grown under nitrogen deficiency conditions. *In*: General Meeting of the European Grassland Federation (22nd., 1988, Dublin). Proceedings. Dublin, Ireland, s.e. pp. 323 - 327.
76. _____.; Belanger, G.; Lemaire, G. 1992. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. *Annals of Botany*. 70: 437 - 442.
77. Ginzo, H.; Collantes, M.; Caso, O. 1982. Fertilization of a native Grassland in the "Depression del Rio Salado", Province of Buenos Aires: herbage dry matter accumulation and botanical composition. *Journal of Range Management*. 35 (1):35 - 39.
78. _____.; Collantes, M.; Caso, O. 1986. Fertilization of alophytic natural grassland in Argentina: herbage dry matter, botanical composition and mineral content. *Turrialba*. 36 (4):453 - 459.
79. Gomes, L.; Maraschin, G.; Riboldi, J. 1998a. Efeito de ofertas de forragem, diferimentos e adubações sobre a dinâmica da pastagem natural. I. Acumulação de matéria seca. *In*: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul: Zona Campos (17^a., 1998, Lages, SC, Brasil). Utilização sustentável e melhoramento de campos naturais do Cone Sul: desafios para o 3.^o milênio. Lages, EMBRAPA. pp. 135 - 136.
80. _____.; _____.; _____. 1998b. Efeito de ofertas de forragem, diferimentos e adubações sobre a dinâmica de uma pastagem natural. II. Acumulação de matéria seca. *In*: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul: Zona Campos (17^a., 1998, Lages, SC, Brasil). Utilização sustentável e melhoramento de campos naturais do Cone Sul: Desafios para o 3.^o milênio. Lages, EMBRAPA. pp. 137 - 139.
81. Harris, W. 1978. Defoliation as a determinant of the growth, persistence and composition of pasture. *In*: Wilson, J. R. ed. *Plant relation in pastures*. Melbourne, CSIRO. pp. 67 - 85.
82. Hernández, J.; Otegui, O.; Zamalvide, J. 1995. Formas y contenido de fósforo en algunos suelos de Uruguay. Facultad de Agronomía (Montevideo). *Boletín de Investigación* no. 42. 89 p.
83. _____. 1999. Fósforo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 89 p.

84. _____.; Barbazán, M.; Perdomo, C. 2009. Potasio. Montevideo, Universidad de la República, Facultad de Agronomía. pp. 7 - 8.
85. Hodgson, J. 1990. Grazing management: science into practice. New York, Longman. 203 p.
86. Hoglund, O.; Miller, A. L. 1952. Application of fertilization to aid conservation on annual forage range. *Journal of Range Management*. 5(2): 55 - 61.
87. Jaurena, M.; Bentancur, O.; Ayala, W.; Rivas, M. 2011. Especies indicadoras y estructura de praderas naturales de basalto con cargas contrastantes de ovinos. *Agrociencia (Uruguay)*. 15 (1):103 - 111.
88. _____.; Giorello, D.; Antunez, J.; Diaz, S.; Sosa, M.; Zago, R. 2015. Efectos de la fertilización NP en la evolución de la cobertura de gramíneas nativas perennes en condiciones de riego y seco. In: *Jornada de Divulgación: manejo de la Fertilización de Pasturas, Forrajes y Campo Natural bajo Riego Suplementario (2015, Tambores, Uruguay)*. Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 23 - 29 (Actividades de Difusión no. 742).
89. Johnston, A.; Smoliaz, S.; Smith, A.; Lutwick, L. 1969. Seasonal precipitation, evaporation, soil moisture and yield of fertilized range vegetation. *Canadian Journal of Plant Science*. 49 (2):123 - 128.
90. Jones, M. 1961. Ground cover and plants present on grazed annual range as affected by nitrogen fertilization. *Journal of Range Management*. 14 (3):146 - 148.
91. Kresge, C.; Satchell, D. 1960. Gaseous Loss of ammonia from nitrogen fertilizers applied to soils. *Agronomy Journal*. 52:104 - 107.
92. Laidlaw, A.; Steen, R. 1989. Turnover of grass laminae and white clover leaves in mixed swards continuously grazed with steers at a high- and low- N fertilizer level. *Grass and Forage Science*. 44: 249 - 258.
93. Lange, R. 1985. Spatial distributions stocking intensity produces by sheep flocks grazing Australian chenopod shrublands. *Transactions of the Royal Society of South Australia*. 109: 167 - 174.

94. Larratea, F.; Soutto, J. 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.
95. Lattera, P. 2004. Sustentabilidad de ecosistemas pastoriles: una perspectiva adaptativa. *In*: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical (20^a, 2004, Regional Norte de la Universidad de la República, Salto, Uruguay). Sustentabilidad, desarrollo y conservación de los ecosistemas. Montevideo, INIA. pp. 35 - 38.
96. Lavorel, S. 1999. Ecological diversity and resilience of Mediterranean vegetation to disturbance. (en línea). *Diversity and Distributions*. 5(1):3 - 13. Consultado 24 jul. 2018. Disponible en <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1472-4642.1999.00033.x>
97. Lemaire, G.; Chapman, D. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. *In*: Hodgson, J.; Illius, A. W. eds. *The ecology and management of grazing systems*. Wallingford, Centre for Agriculture and Biosciences International. pp. 3 - 66.
98. Lezama, F.; Rossado, A. 2012. Efectos del pastoreo en al estructura de los pastizales naturales del parque nacional San Miguel y la estación biológica Potrerillo de Santa Teresa. Rocha, PROBIDES. 46 p. (Documentos de Trabajo no. 48).
99. _____. 2013. Servicios ecosistémicos y resiliencia del pastizal natural. *In*: Mesa de Ganadería Sobre Campo Natural (2013, Montevideo). Producción animal sostenible en pastoreo sobre campo natural. Montevideo, MGAP. pp. 26 - 32.
100. Liiv, J. 1966. Changes in sward of natural grasslands- under the influence of fertilization and utilization. *In*: International Grassland Congress (10th, 1966, Finland). Proceedings. Helsinki, University of Helsinki. pp. 839 - 842.
101. Lodge, R. 1959. Fertilization of native range in the Northern Great Plains. *Journal of Range Management*. 12 (6):277 - 279.
102. Low, A.; Piper, F. 1961. Urea as a fertilizer Laboratory and pot-culture studies. *Journal of Animal Science*. 57 (2):249 - 255.

103. Mc Adam, J.; Volenec, J.; Nelson, C. 1989. Effects of nitrogen on mesophyll cell division and epidermal cell elongation in tall fescue leaf blades. *Plant Physiology*. 89 (2):549 - 556.
104. Mcnaughton, S. 1983. Serengeti grassland ecology: the role of composite environmental factors and o contingency in community organization. *Ecological Monographs*. 53 (3):291 - 320.
105. _____. 1987. Adaptation of herbivores to seasonal changes in nutrient supply. In: Hacker, J.; Teernought, J. eds. *The nutrition of herbivores*. New York, Academic Press. pp: 391 - 408.
106. MAP. DSF (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1979. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: descripción de las unidades de suelo. Montevideo, Uruguay. t. 3, 452 p.
107. Maraschin, E. 2001. Production potential of South American grassland. In: *International Grassland Congress (19th, 2001, São Pedro, SP, Brasil)*. Proceedings. São Pedro, s.e. pp. 1 - 33.
108. Marino, M. 1996. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el crecimiento invierno-primaveral, la composición química y calidad del forraje de *Avena sativa* y *Lolium multiflorum* Lam. Tesis Mg. Sc. Mar del Plata, Argentina, Universidad Nacional de Mar del Plata. Facultad de Ciencias Agrarias. 104 p.
109. Mas, C.; Bermudez, R.; Ayala, W.1991. Crecimiento de las pasturas naturales en dos suelos de la Región Este. In: Carámbula, M; Vaz Martins, D; Indarte, E. eds. *Pasturas y producción animal en aéreas de ganadería extensiva*. Montevideo, INIA. pp. 59 - 67 (Serie Técnica no.13).
110. Mason, J.; Miltimore, J. 1959. Increase in yield and protein content of native bluebunch wheat grass from nitrogen fertilization. *Canadian Journal of Plant Science*. 39 (4):501 - 504.
111. May, H.;Di Landro, E.;Alvarez, C. 1990. Avances en la caracterización de sitios en el estudio integrado de pasturas naturales y suelos en la estancia palleros. In: *Seminario Nacional de Campo Natural (2º, 1990, Tacuarembó) Memorias*. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 11 - 33.

112. Mazzanti, A.; Lemaire, G. 1994. Effect of nitrogen fertilization herbage production of tall fescue swards continuously grazed by sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. *Grass and Forage Science*. 49:352 - 359.
113. MGCN (Mesa de Ganadería sobre Campo Natural, UY). 2017. Aspectos a promover. *Revista del Plan Agropecuario*. no. 161: 54 - 55.
114. MGAP. DCE (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Censos y Encuestas, UY). 1994. Censo general agropecuario. Montevideo. 239 p.
115. _____. DIEA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2000. Censo general agropecuario 2000: resultados definitivos. Montevideo. v. 1, 44 p.
116. _____. _____. 2013a. Anuario estadístico agropecuario. Montevideo. 270 p.
117. _____. _____. 2013b. Censo general agropecuario 2011: resultados definitivos. Montevideo. 142 p.
118. Milchunas, D.; Lauenroth, W. 1993. Quantitative effects of grazing on vegetation and soils over a global range of environments. (en línea). *Ecological Monographs*. 63(4): 327-366. Consultado jun. 2018. Disponible en <https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2307/2937150>
119. Millot, J.; Methol, R.; Risso, D. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
120. Montossi, F.; Risso, D.; Pigurina, G. 1996a. Consideraciones sobre utilización de pasturas. *In*: Risso, D.; Berretta, E.; Morón, A. eds. *Producción y manejo de pasturas*. Montevideo, INIA. pp. 93 - 106 (Serie Técnica no. 80).
121. _____.; Pigurina, G.; Berretta, E.; Bemhaja, M.; Santamarina, I.; Mieres, J. I. San Julián, R.; Risso, D.; Scaglia, G.; Rodríguez Motta, J. P. 1996b. Selectividad animal sobre campo natural, campo natural fertilizado y mejoramientos extensivos en la región de Basalto. *In*: *Jornada de Producción Ganadera en Basalto*

(1996, Paysandú, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 1 - 7 (Actividades de Difusión no. 108).

122. _____.; _____.; Santamarina, I.; Berretta, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y de vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica. Montevideo, INIA. 84 p. (Serie Técnica no.113).
123. Morón, A. 1996. Ciclo del nitrógeno en el sistema suelo-planta-animal. In: Risso, D; Berretta, E.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 21 - 32 (Serie Técnica no. 80).
124. _____. 1999. El fósforo en los sistemas productivos: dinámica y disponibilidad en el suelo (I). In: Morón, A.; Martino, D.; Sawchik, J. eds. Manejo y fertilidad de suelos. Montevideo, INIA. pp. 37 - 44 (Serie Técnica no. 76).
125. Mott, G. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Oxford, United Kingdom). Proceedings. Oxford, Alden Press. pp 606 - 612.
126. Mufarrege, D.; Royo Pallares, O.; Ocampo, P. 1981. Recría de vaquillonas en campo natural fertilizado con nitrógeno. Mercedes, INTA. 15 p. (Serie Técnica no. 22).
127. Nabinger, C.; De Facio Carvalho, P. 2009. Ecofisiología de sistemas pastoriles: aplicaciones para su sustentabilidad. Agrociencia (Uruguay). 17 (3):18 - 27.
128. Nelson, C.; Zarrough, K. 1981. Tiller density and tiller weight on yield determinants of vegetative swards. In: Plant Physiology and Herbage Production (13th., 1981, Nothingam, United Kingdom). Proceedings. Nothingham, British Grassland Society. pp. 25 - 29 (Occasional Symposium).
129. Norman, M. 1962. Response of native pasture to nitrogen and phosphate fertilizer at Katherine. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry. 4 (2):27 - 34.
130. O'Connor, K. 1961. Nitrogen and grassland production in the mid-altitude zone of Caterbury. III. The effects of nitrogen and other fertiliser materials on uncultivated pastures. New Zealand Journal of Agriculture Reserch. 4:709 - 721.

131. Olf, H.; Ritchie, M. 1998. Effects of herbivores on grassland plant diversity Trends in Ecology and Evolution. 13:261 - 265.
132. Olmos, F. 1990a. Caracterización de comunidades naturales en la Región Noreste. In: Seminario Nacional sobre Campo Natural (2º., 1990, Montevideo, Uruguay) Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 3 - 9.
133. _____.; Godron, M. 1990b. Relevamiento fitoecológico en el Noreste uruguayo. In: Seminario Nacional sobre Campo Natural (2º., 1990, Montevideo, Uruguay) Trabajos presentados. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 35 - 48.
134. _____.; Franco, J.; Sosa, M. 2004. Impacto de las prácticas de manejo en la productividad y diversidad de pasturas naturales. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 93 - 104 (Serie Técnica no. 151).
135. Overrein, L.; Moe, P. 1967. Factors affecting urea hydrolysis and ammonia volatilization in soil. Soil Science Society of America Proceedings. 31: 57 - 61.
136. Peloché, D. 2012. Efecto de la frecuencia de pastoreo sobre la estructura de un campo natural reestablecido en la unidad San Manuel. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 90 p.
137. Perdomo, C.; Barbazán, M. 1999. Nitrógeno. Montevideo, Facultad de Agronomía. 71 p.
138. Pereira, M.; Lezama, F.; Larratea, F. 2017. Las comunidades de pastizal natural del basalto. IPA. Cartilla UFFIP no. 1. s.p.
139. Pinto, J.; Borba, M.; Genero, T. 2004. Manejo de la pastura natural: una forma de sustentabilidad del ecosistema en campos del Sur de Brasil. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical (20ª., 2004, Salto, Uruguay). Sustentabilidad, desarrollo y conservación de los ecosistemas. Montevideo, INIA. pp. 39 - 46.

140. Pizzio, R.; Royo Pallares, O.; Fernández, G. 2002. Alternativas forrajeras para mejorar ganancia de peso invernal en campo natural. *In*: Reunión Grupos Técnicos en Forrajeras del Cono Sur: Zona Campos (19^a., 2002, Mercedes, Corrientes, Argentina). Memorias. Corrientes, INTA. pp. 240 - 241.
141. Puig, A.; Ferrando, A. 1983. Requerimientos de fósforo en trébol blanco, lotus y trébol carretilla implantados puros y en mezclas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 192 p.
142. Quadros, F.; Kiunchtner, B.; Soares, E.; Carvalho, R.; Seibert, L.; Casanova, P.; Marin, L. 2017. Productividad y estrategias de manejo del pastoreo en campo natural. *In*: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur: Grupo Campos (24^a., 2017 Tacuarembó, Uruguay). Retomando un camino de oportunidades para una producción ganadera sustentable. Montevideo, INIA. pp. 9 - 15.
143. Romero, R. s.f. Características geográficas y socioeconómicas del Uruguay. (en línea). Montevideo, INIA. GRAS. s.p. Consultado 5 may. 2018. Disponible en http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/uruquay_gral.htm
144. Rodríguez, C.; Leoni, E.; Lezama, F.; Altesor, A. 2003. Temporal trends in species composition and plant traits in natural grasslands of Uruguay. *Journal of Vegetation Science*. 14:433 - 440.
145. _____; Cayssials, V. 2011. Cambios estructurales en los pastizales asociados a la ganadería. *In*: Altesor, A.; Paruelo, J.; Ayala, W. eds. Bases ecológicas y tecnológicas para el manejo de los pastizales. Montevideo, INIA. pp. 69 - 78 (FPTA no. 26).
146. Rodríguez, R.; Rodríguez, T. 2017. Campo natural de basalto ¿Cuánto responde en producción de forraje? *In*: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur: Grupo Campos (24^a., Tacuarembó, Uruguay). Retomando un camino de oportunidades para una producción ganadera sustentable. Montevideo, INIA. pp. 57 - 59.
147. Rogler, G.; Lorenz, R. 1957. Nitrogen fertilization of Northern Great Plains rangelands. *Journal of Range Management*. 10 (4): 156 - 160.

148. Rosengurtt, B.; Gallinal, J.; Bergalli, L.; Campal, E. 1939. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay: 2^a. contribución. Revista Asociación de Ingenieros Agrónomos. 11 (3):28 - 33.
149. _____. 1943. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay: 3^a. contribución. Montevideo, Barreiro. 281 p.
150. _____.; Gallinal, J.; Campal, E.; Aragone, L. 1946. Estudio sobre praderas naturales del Uruguay: 5^a. contribución. Montevideo, Rosgal. 473 p.
151. _____. 1979. Tabla de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Universidad de la República. 86 p.
152. Rusch, G.; Oesterheld, M. 1997. Relationship between productivity, and species and functional group diversity in grazed and non-grazed Pampas grasslands. *Oikos*. 78:519 - 526.
153. Ryle, G. 1964. A comparison of leaf and tiller growth in seven perennial grasses as influenced by nitrogen and temperature. *Journal of the British Grassland Society*. 19:281 - 290.
154. Saldanha, S. 2005. Manejo del pastoreo en campos naturales sobre suelos medios de basalto y suelos arenosos de cretácico. Frecuencia de las defoliaciones. *In*: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 75 - 84 (Serie Técnica no. 151).
155. _____. 2016. Manejo de malezas de campo natural. *In*: Curso Campo Natural (2016, Paysandú). Presentaciones de clase. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 16 - 50.
156. Sanford, H. 1979. Some effects of fertilizer nitrogen on the botanical composition and yield of hill and upland swards. *In* Charles, A.; Hagger, R. eds. Changes on sward composition and productivity. Hurley, UK, British Grassland Society. pp. 61 - 64.
157. Smith, J. 1994. Cycling of nitrogen through microbial activity. *In*: Hatfield, J.; Stewart, B. eds. Soil biology: effects on soil quality. Boca Raton, FL, CRC. pp. 91 - 119 (Advances in Soil Science).

158. Terman, G.; Hunt, C. 1964. Volatilization losses of nitrogen from surface-applied fertilizers, as measured by crop response. Soil Science Society of America. Proceedings. 28: 667 - 672.
159. _____. 1965. Volatilization loss of nitrogen as ammonia from surface-applied fertilizers. Agricultural and Food Chemistry. 8: 8 - 14.
160. Tisdale, S.; Nelson, W. 1966. Fertilidad de suelos y fertilizantes. s. n. t. cap. 5. pp. 138 - 211.
161. Toledo, J. 1982. Manual para la evaluación agronómica. Cali, Colombia, CIAT. 155 p.
162. Urban, D.; O' Neill, R.; Shugart, H. 1987. Landscape Ecology: a hierarchical perspective can help scientists understand spatial patterns. Bioscience. 37: 119 - 127.
163. Volenec, J.; Nelson, C. 1983. Responses of tall fescue leaf meristems to N fertilization and harvest frequency. Crop Science. 23: 720 - 724.
164. Volk, G. 1959. Volatile loss of ammonia following surface application of urea to turf of base soils. Agronomy Journal. 51: 746 - 749.
165. _____. 1966. Efficiency of fertilizer urea as affected by method of application, soil moisture and lime. Agronomy Journal. 58: 249 - 252.
166. Wahhab, A.; Mahmud, K.; Ishaq, M. 1960. Nitrification of urea and its loss through volatilization of ammonia under different soil conditions. Journal of Agricultural Science (Cambridge). 55: 47 - 51.
167. Watkin, B.; Clements, R. 1978: The effects of grazing animals on pastures. In: Wilson, J. ed. Plant relations in pastures. Melbourne, CSIRO. pp. 273 - 289.
168. Whitehead, D. 1995. Grassland nitrogen. Wallingford, UK, CABI. 397 p.
169. Wilman, D.; Mohamed, A. 1980. Early spring and late autumn response to applied nitrogen in four grasses. 2. Leaf development. Journal of Agricultural Sciences (Cambridge). 94: 443 - 453.

170. _____.; Wright, P. 1983. Some effects of applied nitrogen on the growth and chemical composition of temperate grasses. *Herbage Abstracts*. 53 (8):387 - 393.
171. _____.; Pearse, P. 1984. Effects of applied nitrogen on the growth and chemical composition of temperate grasses. *Herbage Abstracts*. 53 (8):387 - 393.
172. Zamalvide, J. 1999. El fósforo en los sistemas productivos: dinámica y disponibilidad en el suelo (II). *In*: Morón, A.; Martino, D.; Sawchik, J. eds. Manejo y fertilidad de suelos. Montevideo, INIA. pp. 45 - 50 (Serie Técnica no. 76).
173. Zanoniani, R.; Millot, J. 1998. Pasturas naturales, algunas medidas para aumentar su productividad. *In*: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul: Zona Campos (17^a., 1998, Lages, SC, Brasil). Utilização sustentável e melhoramento de campos naturais do Cone Sul: Desafios para o 3.º milênio. Lages, EMBRAPA. pp. 127 - 129.
174. _____. 2009. Efecto de la oferta de forraje y la fertilización nitrogenada sobre la productividad otoño invernal de un campo natural del litoral. Tesis Magister Ciencias Agrarias, Opción Ciencias Animales. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p.
175. _____.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M. 2011. Respuesta invernal de un campo natural a fertilización nitrogenada y ofertas de forraje. *Agrociencia* (Uruguay). 15 (1):1 - 12.
176. _____.; Latanzzi, F. 2017. Rol de las pasturas cultivadas en sistemas de producción basados en campo natural. *In*: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur: Grupo Campos (24^a., 2017 Tacuarembó, Uruguay). Retomando un camino de oportunidades para una producción ganadera sustentable. Montevideo, INIA. pp. 27 - 32.

9. ANEXOS

Anexo 1. Especies censadas en el predio de fertilización primaveral.

Gramíneas censadas

Andropogon lateralis
Aristida uruguayensis
Axonopus affinis
Bothriochloa laguroides
Briza minor
Briza subaristata
Coelorhachis selloana
Cynodon dactylon
Eragrostis bahiensis
Eragrostis lugens
Eriochloa montevidensis
Eustachys bahiensis
Panicum milioides
Paspalum dilatatum
Paspalum notatum
Paspalum pauciciliatum
Paspalum plicatulum
Paspalum urvillei
Piptochaetium stipoides
Schizachyrium microstachyum
Setarea geniculata
Setarea vaginata
Sporobolus indicus
Stipa papposa
Stipa setigera
Vulpia australis

Leguminosas censadas

Adesmia bicolor
Lotus corniculatus
Medicago lupulina
Trifolium polymorphum
Trifolium repens

Hierbas censadas

Alophia amoena
Apium leptophyllum
Aster squamatus
Bowlesia incana
Calycera crassifolia
Centaurium pulchellum
Chaptalia exscapa
Chaptalia piloselloides
Convolvulus sp.
Conyza bonariensis
Cypella herbertii
Dichondra microcalyx
Eryngium echinatum
Eryngium nudicaule
Euphorbia sp.
Evolvulus sericeus
Gamochaeta spicata
Gerardia communis
Hydrocotyle sp.
Hypochaeris sp.
Commelina erecta
Mecardonia montevidensis
Nothoscordum sp.
Oxalis sp.
Pterocaulon sp.
Phyla canenscens
Plantago myosuroides
Polygala sp.
Relbunium sp.
Ruellia morongii
Verbena montevidensis
Spilanthes decumbens
Tragia geraniifolia
Sisyrinchium plantense
Stenandrium sp.

Ciperáceas identificadas

Eleocharis dunensis

Arbustivas censadas

Eupatorium buniifolium

PREDIO 1.RESULTADOS SIN CONVARIABLE

Anexo 2. Altura promedio anual.

CV (%)	27,42
Efecto Fert:(p-valor)	0,87
NP	5,59 a
SF	5,55 a
DMS	0,37
Efecto Past:(p-valor)	<0,01
C	6,88 a
P	4,26 b
DMS	0,37
Efecto inter:(p-valor)	<0,01
C SF	6,46 b
C NP	7,30 a
P SF	4,65 c
P NP	3,87 d
DMS	0,53

Anexo 3. Altura promedio estacional. Predio 1.

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	28,33	19,93	24,80	17,54
Efecto Fert:(p-valor)	0,42	0,58	0,63	0,88
NP	6,08 a	5,07 a	4,93 a	6,98 a
SF	5,74 a	5,21 a	5,12 a	6,90 a
DMS	0,72	0,44	0,66	0,95
Efecto Past:(p-valor)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
C	7,67 a	5,87 a	6,26 a	8,80 a
P	4,15 b	4,41 b	3,79 b	5,08 b
DMS	0,72	0,44	0,66	0,95
Efecto inter:(p-valor)	<0,01	0,03	0,06	0,77
C SF	6,85 b	5,65 a	5,98 a	8,68 a
C NP	8,49 a	6,09 a	6,54 a	8,92 a
P SF	4,63 c	4,77 b	4,26 b	5,12 b
P NP	3,67 c	4,05 c	3,32 b	5,04 b
DMS	1,02	0,62	0,94	1,34

Anexo 4. Resultados del disponible de forraje anual predio 1.

CV (%)	33,31
--------	-------

Efecto Fert:(p-valor)	0,48
NP	944,07
SF	888,37
DMS	131,77
Efecto Past:(p-valor)	<0,01
C	1088 a
P	743 b
DMS	131,77
Efecto inter:(p-valor)	<0,01
C SF	902,67 b
C NP	1275,20 a
P SF	874,07 b
P NP	612,93 c
DMS	186,35

Anexo 5. Resultados del disponible de forraje estacional predio 1.

	Verano	Otoño	Invierno
CV (%)	42,44	27,04	24,51
Efecto Fert:(p-valor)	0,68	0,31	0,76
NP			
SF	854,10 a 790,50 a	1133,10 a 1000,60 a	845,00 a 874,00 a
DMS	272,46	225,20	164,49
Efecto Past:(p-valor)	0,01	<0,01	0,22
C	1036,90 a	1311,40 a	918,50 a
P	607,70 b	822,30 b	800,50 a
DMS	272,46	225,20	164,49
Efecto inter:(p-valor)	0,03	0,10	<0,01
C SF	821,80 b	1134,20 b	752,00 b
C NP	1252,00 a	1488,60 a	1085,00 a
P SF	759,20 b	867,00 bc	996,00 a
P NP	456,20 b	777,60 c	605,00 b
DMS	385,41	318,48	232,62

Anexo 6. Resultados anuales de la cobertura relativa de los grupos de plantas predio 1.

	Arbustivos	Ciperáceas	Gramíneas	Hierbas	Juncáceas	Leguminosas
CV (%)	522,99	68,13	20,03	63,38	268,29	212,94
Efecto Fert:(p-valor)	0,32	0,14	0,70	0,19	0,98	<0,01
NP	0,01 a	17,08 a	69,18 a	11,01 a	1,18 a	1,41 a
SF	0,05 a	21,43 a	68,00 a	9,15 a	1,17 a	0,20 b
DMS	0,05	4,88	5,11	2,37	1,17	0,63
Efecto Past:(p-valor)	0,09	0,21	0,18	0,36	0,78	<0,01
C	0,06 a	17,44 a	70,65 a	9,43 a	1,08 a	1,35 a
P	<0,01 b	21,08 a	66,54 a	10,72 a	1,27 a	0,26 b
DMS	0,05	4,88	5,11	2,37	1,17	0,63
Efecto inter:(p-valor)	0,32	0,19	0,25	0,55	0,98	0,07
C SF	0,10 a	17,70 b	71,80 a	8,92 a	1,08 a	0,40 b
C NP	0,03 ab	17,17 b	69,49 ab	9,94 a	1,08 a	2,30 a
P SF	<0,01 b	25,16 a	64,21 b	9,37 a	1,26 a	<0,01 b
P NP	<0,01 b	16,99 b	68,88 ab	12,07 a	1,29 a	0,51 b
DMS	0,08	6,90	7,23	3,36	1,66	0,90

Anexo 7. Gramíneas cespitosas (GC) y estoloníferas (GE) predio 1.

	GC	GE
CV (%)	37,46	40,41
Efecto Fert:	0,53	0,22
NP	38,30 a	30,71 a
SF	40,35 a	27,52 a
DMS	5,48	4,37
Efecto Past:	<0,01	<0,01
C	48,79 a	21,59 b
P	29,86 b	36,63 a
DMS	5,48	4,37
Efecto inter:	0,04	<0,01
C SF	46,44 a	25,14 b
C NP	51,14 a	18,04 c
P SF	34,26 b	29,89 b
P NP	25,45 c	43,37 a
DMS	7,75	6,19

Anexo 8. Resultados de la cobertura relativa estacional de los grupos de plantas.

Arbustivo

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	sd	sd	334,03	447,21
Efecto Fert:(p-valor)			0,65	0,33
NP			0,05 a	<0,01 a
SF			0,10 a	0,09 a
DMS			0,20	0,15
Efecto Past:(p-valor)			0,19	0,33
C			0,16 a	0,09 a
P			<0,01 a	<0,01 a
DMS			0,20	0,15
Efecto inter:(p-valor)			0,65	0,33
C SF				
C NP			0,21 a	0,17 a
P SF			0,10 a	<0,01 a
P NP			<0,01 a	<0,01 a
DMS			<0,01 a	<0,01 a
DMS			0,28	0,21

Ciperáceas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	70,83	75,61	58,91	22,46
Efecto Fert:(p-valor)	0,07	0,69	0,07	0,69
NP	8,79 b	11,16 a	15,03 b	33,34 a
SF	16,22 a	9,75 a	25,06 a	34,71 a
DMS	6,91	6,17	9,22	5,96
Efecto Past:(p-valor)	0,40	0,52	0,12	0,16
C				
P	10,79 a	11,59 a	15,81 a	31,56 a
	14,21 a	9,32 a	24,28 a	36,49 a
DMS	6,91	6,17	9,22	5,96
Efecto inter:(p-valor)	0,72	0,28	0,17	0,49
C SF				
C NP	13,79 ab	8,92 a	17,06 b	31,04 a
P SF	7,80 b	14,25 a	14,56 b	32,08 a
P NP	18,64 a	10,57 a	33,07 a	38,37 a
	9,78 ab	8,07 a	15,50 b	34,61 a

DMS	9,77	8,72	13,04	8,43
-----	------	------	-------	------

Gramíneas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	15,58	13,47	22,31	13,07
Efecto Fert:(p-valor)	0,65	0,30	0,39	0,63
NP	74,99 a	75,77 a	69,06 a	56,92 a
SF	72,61 a	80,78 a	63,27a	55,34 a
DMS	8,97	8,23	11,52	5,72
Efecto Past:(p-valor)	0,64	0,23	0,37	0,49
C				
P	74,98 a 72,62 a	81,16 a 75,39 a	69,15 a 63,18 a	57,27 a 54,99 a
DMS	8,97	8,23	11,52	5,72
Efecto inter:(p-valor)	0,59	0,33	0,35	0,93
C SF				
C NP	75,19 a	86,01 a	69,37 a	56,62 a
P SF	74,79 a	76,31 a	68,93 a	57,92 a
P NP	70,05 a 75,17 a	75,55 a 75,23 a	57,17 a 69,18 a	54,06 a 55,92 a
DMS	12,69	11,63	16,29	8,09

Gramíneas cespitosas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	28,59	36,73	29,18	36,86
Efecto Fert:(p-valor)	0,79	0,53	0,66	0,48
NP	48,39 a	37,87 a	40,45 a	26,48 a
SF	46,81 a	41,98 a	42,85 a	29,76 a
DMS	10,62	11,44	9,48	8,09
Efecto Past:(p-valor)	0,02	0,07	<0,01	0,01
C				
P	55,29 a 39,91 b	46,08 a 33,76 b	59,27 a 24,03 b	34,52 a 21,73 b
DMS	10,62	11,44	9,48	8,09
Efecto inter:(p-valor)	0,59	0,23	0,28	0,05
C SF				
C NP	52,85 ab	44,13 a	57,46 a	31,31 a
P SF	57,72 a	48,04 a	61,08 a	37,72 a
P NP	40,77 b 39,05 b	39,83 ab 27,69 b	28,24 b 19,82 b	28,22 a 15,24 b
DMS	15,02	16,18	13,41	11,44

Gramíneas estoloníferas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	27,71	30,14	42,78	39,12
Efecto Fert:(p-valor)	0,81	0,83	0,10	0,33
NP	26,60 a	37,18 a	28,61 a	30,44 a
SF	25,81 a	38,25 a	20,42 a	25,58 a
DMS	5,66	8,87	8,18	8,55
Efecto Past:(p-valor)	<0,01	0,16	<0,01	0,04
C				
P	19,71 b	34,01 a	9,88 b	22,76 b
	32,70 a	41,42 a	39,15 a	33,27 a
DMS	5,66	8,87	8,18	8,55
Efecto inter:(p-valor)	0,08	0,02	0,01	0,05
C SF				
C NP	22,34 bc	40,98 a	11,91 c	25,31 b
P SF	17,07 c	27,04 b	7,86 c	20,20 b
P NP	29,28 ab	35,52 ab	28,93 b	25,85 b
	36,12 a	47,32 a	49,36 a	40,68 a
DMS	8,01	12,55	11,58	12,09

Hierbas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	97,87	48,65	57,53	31,71
Efecto Fert:(p-valor)	0,31	0,38	0,59	0,78
NP	10,98 a	11,37 a	12,87 a	8,80 a
SF	6,90 a	9,35 a	11,19 a	9,15 a
DMS	6,83	3,93	5,40	2,22
Efecto Past:(p-valor)	0,66	<0,01	0,92	0,28
C				
P	9,79 a	6,08 b	12,19 a	9,67 a
	8,09 a	14,64 a	11,88 a	8,27 a
DMS	6,83	3,93	5,40	2,22
Efecto inter:(p-valor)	0,90	0,83	0,42	0,18
C SF				
C NP	7,52 a	4,83 b	12,62 a	10,72 a
P SF	12,06 a	7,33 b	11,75 a	8,62 ab
P NP	6,28 a	13,87 a	9,76 a	7,57 b
	9,90 a	15,41 a	14,00 a	8,98 ab
DMS	9,66	5,56	7,64	3,14

Juncáceas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	125,81	sd	275,57	270,24
Efecto Fert:(p-valor)	0,90		0,12	0,44
NP	4,44 a		0,09 a	0,19 a
SF	4,14 a		<0,01 a	0,54 a
DMS	4,21		0,10	0,77
Efecto Past:(p-valor)	0,57		0,12	0,25
C				
P	3,59 a		0,09 a	0,63 a
	4,99 a		<0,01 a	0,10 a
DMS	4,21		0,10	0,77
Efecto inter:(p-valor)	0,87		0,12	0,23
C SF				
C NP	3,24 a		0,0 b	1,07 a
P SF	3,95 a		0,19 a	0,18 a
P NP	5,03 a		<0,01 b	<0,01 a
	4,94 a		<0,01 b	0,21 a
DMS	5,95		0,14	1,08

Leguminosas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	182,81	144,59	183,93	201,56
Efecto Fert:(p-valor)	0,09	0,02	0,07	0,20
NP	0,82 a	1,17 a	2,89 a	0,75 a
SF	0,13 b	0,12 b	0,37 b	0,19 a
DMS	0,67	0,72	2,33	0,73
Efecto Past:(p-valor)	0,07	0,02	0,16	0,14
C				
P	0,85 a	1,17 a	2,60 a	0,79 a
	0,10 b	0,12 b	0,66 a	0,15 a
DMS	0,67	0,72	2,33	0,73
Efecto inter:(p-valor)	0,22	0,06	0,38	0,53
C SF				
C NP	0,26 b	0,23 b	0,73 b	0,37 ab
P SF	1,44 a	2,10 a	4,46 a	1,20 a
P NP	<0,01 a	<0,01 b	<0,01 b	<0,01 b
	0,20 b	0,23 b	1,32 ab	0,29 ab
DMS	0,95	1,02	3,30	1,03

Anexo 9. Resultados cobertura restos secos y suelo desnudo anual y estacional predio 1.

Restos secos y suelo desnudo

	RS	SD
CV (%)	91,06	113,79
Efecto Fert:	0,02	0,42
NP	3,84 b	2,70 a
SF	6,09 a	3,32 a
DMS	1,68	1,27
Efecto Past:	<0,01	0,25
C	6,44 a	2,57 a
P	3,49 b	3,45 a
DMS	1,68	1,27
Efecto inter:	0,43	0,22
C SF	7,97 a	3,34 ab
C NP	4,92 b	1,79 b
P SF	4,22 b	3,29 ab
P NP	2,77 b	3,60 a
DMS	2,38	1,80

Restos secos

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	72,15	60,78	74,99	124,48
Efecto Fert:	0,17	0,05	0,13	0,63
NP	3,51 a	5,15 b	4,55 a	2,15 a
SF	5,59 a	9,27 a	7,86 a	1,65 a
DMS	2,56	3,42	3,63	1,84
Efecto Past:	0,10	<0,01	0,87	0,49
C	5,80 a	11,33 a	6,37 a	2,27 a
P	3,30 a	3,10 b	6,05 a	1,53 a
DMS	2,56	3,42	3,63	1,84
Efecto inter:	0,80	0,15	0,47	0,14
C SF	7,02 a	14,85 a	8,78 a	1,21 a
C NP	4,58 ab	7,81 b	3,96 a	3,32 a
P SF	4,15 ab	3,71 bc	6,94 a	2,08 a
P NP	2,45 b	2,49 c	5,15 a	0,98 a
DMS	3,62	4,83	5,14	2,60

Suelo desnudo

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	125,70	135,52	106,92	50,11
Efecto Fert:	0,09	0,93	0,53	0,18
NP	0,59 b	1,76 a	2,71 a	5,73 a
SF	1,74 a	1,67 a	2,00 a	7,85 a
DMS	1,14	1,81	1,96	2,65
Efecto Past:	0,96	0,35	0,65	0,06
C	1,15 a	1,22 a	2,61 a	5,29 a
P	1,18 a	2,22 a	2,10 a	8,29 a
DMS	1,14	1,81	1,96	2,65
Efecto inter:	0,19	0,95	0,96	0,08
C SF	2,17 a	1,15 a	2,28 a	7,76 a
C NP	0,14 b	1,29 a	2,93 a	2,81 b
P SF	1,31 ab	2,20 a	1,72 a	7,94 a
P NP	1,05 ab	2,24 a	2,48 a	8,64 a
DMS	1,61	2,57	2,77	3,75

Anexo 10. Resultados de valor pastoral de todas las especies y solo de gramíneas.

Valor pastoral especies (VPE) y valor pastoral de gramíneas (VPG)

	VPE	VPG
CV (%)	13,62	20,27
Efecto Fert:	0,04	0,10
NP	5,28 a	4,12 a
SF	4,97 b	3,82 a
DMS	0,25	0,29
Efecto Past:	0,05	0,47
C	4,97 b	3,81 a
P	5,28 a	4,04 a
DMS	0,25	0,29
Efecto inter:	0,22	0,04
C SF	4,91 b	3,95 b
C NP	5,03 b	3,87 b
P SF	5,02 b	3,70 b
P NP	5,53 a	4,37 a
DMS	0,36	0,42

Valor pastoral especies

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	11,62	13,05	16,28	9,37
Efecto Fert:	0,10	0,65	0,29	0,21
NP	5,67 a	5,27 a	4,80 a	5,39 a
SF	5,18 a	5,13 a	4,44 a	5,11 a
DMS	0,49	0,59	0,58	0,38
Efecto Past:	0,46	0,78	0,01	0,36
C	5,32 a	5,24 a	4,18 b	5,15 a
P	5,53 a	5,16 a	5,07 a	5,35 a
DMS	0,49	0,59	0,58	0,38
Efecto inter:	0,82	0,70	0,42	0,17
C SF	5,11 a	5,23 a	4,13 b	5,16 ab
C NP	5,53 a	5,25 a	4,22 b	5,13 ab
P SF	5,25 a	5,03 a	4,75 ab	5,06 b
P NP	5,80 a	5,28 a	5,39 a	5,65 a
DMS	0,69	0,74	0,83	0,54

Valor pastoral de gramíneas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	15,23	14,51	20,59	17,49
Efecto Fert:	0,06	0,65	0,16	0,35
NP	4,74 a	4,34 a	3,61 a	3,78 a
SF	4,15 b	4,47 a	3,16 a	3,51 a
DMS	0,52	0,49	0,54	0,49
Efecto Past:	0,62	0,29	0,09	0,65
C	4,37 a	4,56 a	3,11 b	3,58 a
P	4,52 a	4,25 a	3,66 a	3,71 a
DMS	0,52	0,49	0,54	0,49
Efecto inter:	0,49	0,35	0,06	0,19
C SF	4,18 ab	4,76 a	3,20 b	3,64 a
C NP	4,56 ab	4,36 a	3,02 b	3,52 a
P SF	4,12 b	4,18 a	3,12 b	3,38 a
P NP	4,92 a	4,32 a	4,20 a	4,04 a
DMS	0,74	0,70	0,76	0,70

Anexo 11. Resultados de la contribución específica anual y estacional de las especies en predio 1.

	<i>Ade bic</i>	<i>And lat</i>	<i>Bot lag</i>	<i>Bri min</i>	<i>Coe sell</i>	<i>Cyn dac</i>
CV (%)	231,01	152,65	75,00	894,43	231,16	422,72
Efecto Fert:	<0,01	0,05	0,65	0,32	0,08	0,09
NP	0,89 a	5,19 b	14,93 a	0,12 a	1,38 a	2,08 a
SF	0,15 b	10,42 a	16,09 a	<0,01 a	0,53 b	0,22 b
DMS	0,44	4,43	4,33	0,20	0,81	1,80
Efecto Past:	<0,01	0,67	<0,01	0,32	0,01	0,05
C	1,03 a	7,24 a	24,12 a	0,12 a	1,60 a	0,10 b
P	<0,01 b	8,37 a	6,90 b	<0,01 a	0,30 b	2,19 a
DMS	0,44	4,43	4,33	0,20	0,81	1,80
Efecto inter:	<0,01	0,08	0,61	0,32	0,01	0,08
C SF	0,29 b	7,54 ab	24,05 a	<0,01 a	0,58 b	0,11 b
C NP	1,77 a	6,94 b	24,19 a	0,25 a	2,63 a	0,10 b
P SF	<0,01 b	13,31 a	8,13 b	<0,01 a	0,47 b	0,33 b
P NP	<0,01 b	3,44 b	5,68 b	<0,01 a	0,13 b	4,06 a
DMS	0,62	6,27	6,12	0,29	1,15	2,55

	<i>Ele dun</i>	<i>Pan mil</i>	<i>Pas dil</i>	<i>Pas not</i>	<i>Spo ind</i>
CV (%)	70,09	183,43	78,50	43,43	119,52
Efecto Fert:	0,12	0,23	0,51	0,63	0,20
NP	16,52 a	2,54 a	8,65 a	28,59 a	4,72 a
SF	21,09 a	1,53 a	7,70 a	27,30 a	3,33 a
DMS	4,90	1,39			1,79
Efecto Past:	0,30	0,17	0,93	<0,01	0,70
C	17,28 a	2,60 a	8,11 a	21,47 b	3,82 a
P	20,33 a	1,47 a	8,24 a	34,41 a	4,23 a
DMS	4,90	1,39			1,79
Efecto inter:	0,15	0,36	0,74	<0,01	0,14
C SF	17,43 b	1,72 ab	7,41 a	25,03 b	3,91 ab
C NP	17,12 b	3,48 a	8,82 a	17,92 c	3,72 ab
P SF	24,74 a	1,35 b	7,99 a	29,57 b	2,75 b
P NP	15,92 b	1,59 ab	8,48 a	39,26 a	5,72 a
DMS	6,94	1,96	3,37	6,39	2,53

Adesmia bicolor

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	276,04	212,54	206,18	232,63
Efecto Fert:	0,25	0,13	0,11	0,32
NP	0,55 a	0,82 a	1,57 a	0,60 a
SF	0,09 a	0,12 a	0,20 a	0,19 a
DMS	0,68	0,78		0,71
Efecto Past:	0,12	0,05	0,04	0,07
C	0,64 a	0,94 a	1,76 a	0,79 a
P	<0,01 a	<0,01 b	<0,01 b	<0,01 b
DMS	0,68	0,78	1,42	0,71
Efecto inter:	0,25	0,13	0,11	0,32
C SF	0,17 ab	0,23 b	0,40 b	0,37 ab
C NP	1,11 a	1,65 a	3,13 a	1,20 a
P SF	<0,01 b	<0,01 b	<0,01 b	<0,01 b
P NP	<0,01 b	<0,01 b	<0,01 b	<0,01 b
DMS	0,97	1,10	2,00	1,00

Andropogon lateralis

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	171,12	179,73	165,69	136,49
Efecto Fert:	0,27	0,37	0,41	0,46
NP	4,55 a	4,82 a	5,93 a	5,46 a
SF	11,42 a	10,36 a	11,23 a	8,67 a
DMS	10,66	10,65	11,10	7,52
Efecto Past:	0,59	0,97	0,93	0,91
C	6,31 a	7,49 a	8,31 a	6,83 a
P	9,66 a	7,69 a	8,85 a	7,29 a
DMS	10,66	10,65	11,10	7,52
Efecto inter:	0,41	0,56	0,47	0,24
C SF	7,17 a	8,49 a	8,65 a	5,83 a
C NP	5,45 a	6,49 a	7,97 a	7,84 a
P SF	15,66 a	12,23 a	13,81 a	11,51 a
P NP	3,66 a	3,14 a	3,90 a	3,07 a
DMS	15,08	15,06	15,70	10,64

Bothriochloa laguroides

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	63,56	31,81	52,15	62,58
Efecto Fert:	0,55	0,94	0,84	0,58
NP	15,76 a	18,35 a	21,38 a	5,19 a
SF	18,72 a	18,18 a	20,42 a	6,07 a
DMS	8,55	4,53	8,51	2,75
Efecto Past:	<0,01	0,01	<0,01	<0,01
C	26,87 a	21,82 a	38,63 a	9,16 a

P	7,61 b	14,71 b	3,18 b	2,10 b
DMS	8,55	4,53	8,51	2,75
Efecto inter:	0,35	0,24	0,40	0,12
C SF	30,66 a	20,17 ab	37,04 a	8,33 a
C NP	23,08 a	23,46 a	40,22 a	9,99 a
P SF	6,78 b	16,17 bc	5,73 a	3,82 b
P NP	8,45 b	13,24 c	0,63 a	0,39 b
DMS	12,10	6,41	12,03	3,89a

Briza minor.

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	sd	sd	sd	447,21
Efecto Fert:				0,33
NP				0,49 a
SF				<0,01 a
DMS				0,86
Efecto Past:				0,33
C				0,49 a
P				<0,01 a
DMS				0,86
Efecto inter:				0,33
C SF				<0,01 a
C NP				0,99 a
P SF				<0,01 a
P NP				<0,01 a
DMS				1,21

Coelorhachis selloana

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	380,32	147,20	336,85	84,23
Efecto Fert:	0,44	0,12	0,63	<0,01
NP	0,11 a	1,22 a	0,05 a	4,14 a
SF	0,53 a	0,37 a	0,11 a	1,10 b
DMS	0,94	0,91	0,20	1,72
Efecto Past:	0,25	0,12	0,63	<0,01
C	<0,01 a	1,22 a	0,05 a	5,14 a
P	0,63 a	0,37 a	0,11 a	0,10 b
DMS	0,94	0,91	0,20	1,72
Efecto inter:	0,44	0,08	0,20	<0,01
C SF	<0,01 a	0,30 b	<0,01 a	2,01 b
C NP	<0,01 a	2,13 a	0,10 a	8,28 a
P SF	1,06 a	0,43 b	0,21 a	0,20 b
P NP	0,21 a	0,32 b	<0,01 a	<0,01 b
DMS	1,33	1,29	0,28	2,43

Cynodon dactylon

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	447,21	336,31	309,43	447,21
Efecto Fert:	0,33	0,42	0,22	0,33
NP	0,93 a	2,30 a	4,99 a	0,09 a
SF	<0,01 a	0,54a	0,32 a	<0,01 a
DMS	1,61	3,73	6,42	0,15
Efecto Past:	0,33	0,23	0,22	0,33
C	<0,01 a	0,10 a	0,31 a	0,09 a
P	0,93 a	2,75 a	5,01 a	<0,01 a
DMS	1,61	3,73	6,42	0,15
Efecto inter:	0,33	0,47	0,20	0,33
C SF	<0,01 a	<0,01 a	0,43 a	<0,01 a
C NP	<0,01 a	0,20 a	0,20 a	<0,01 a
P SF	<0,01 a	1,09 a	0,22 a	<0,01 a
P NP	1,85 a	4,41 a	9,79 a	0,18 a
DMS	2,28	5,28	9,08	0,22

Eleocharis dunensis

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	70,84	81,99	59,43	26,39
Efecto Fert:	0,07	0,81	0,04	0,90
NP	8,79 b	10,45 a	13,72 b	33,12 a
SF	16,21 a	9,59 a	24,96 a	33,58 a
DMS	6,91	6,41	8,97	6,87
Efecto Past:	0,40	0,42	0,18	0,24
C	10,79 a	11,53 a	15,81 a	30,98 a
P	14,21 a	8,50 a	22,87 a	35,73 a
DMS	6,91	6,41	8,97	6,87
Efecto inter:	0,72	0,23	0,10	0,57
C SF	13,79 ab	8,81 a	17,06 a	30,07 a
C NP	7,80 b	14,25 a	14,56 a	31,88 a
P SF	18,64 a	10,36 a	32,87 a	37,10 a
P NP	9,78 ab	6,65 a	12,88 a	34,37 a
DMS	9,77	9,06	12,69	9,71

Panicum milioides

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	108,15	103,63	216,03	153,90
Efecto Fert:	0,13	0,43	0,05	0,90
NP	6,66 a	1,93 a	1,22 a	0,35 a
SF	2,99 a	2,82 a	<0,01 b	0,32 a
DMS	4,07	1,92	1,02	0,39
Efecto Past:	0,03	0,76	0,10	0,65
C	7,47 a	2,54 a	0,11 b	0,28 a

P	2,18 b	2,20 a	1,11 a	0,39 a
DMS	4,07	1,92	1,02	0,39
Efecto inter:	0,13	0,81	0,10	0,53
C SF	3,83 a	2,85 a	<0,01 b	0,19 a
C NP	11,12 a	2,23 a	0,22 b	0,37 a
P SF	2,16 a	2,78 a	<0,01 b	0,44 a
P NP	2,20 a	1,63 a	2,22 a	0,33 a
DMS	5,76	2,71	1,45	0,56

Paspalum dilatatum

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	61,77	67,46	85,08	50,46
Efecto Fert:	0,17	0,56	0,96	0,41
NP	15,26 a	5,16 a	4,88 a	9,30 a
SF	10,28 a	4,31 a	4,95 a	11,25 a
DMS	6,15	2,49	3,26	4,04
Efecto Past:	0,66	0,04	0,84	0,50
C	11,99 a	6,26 a	4,73 a	9,48 a
P	13,55 a	3,22 b	5,10 a	11,08 a
DMS	6,15	2,49	3,26	4,04
Efecto inter:	0,89	0,01	0,69	0,40
C SF	9,26 a	3,80 b	5,14 a	11,44 a
C NP	14,72 a	8,72 a	4,32 a	7,52 a
P SF	11,30 a	4,83 b	4,77 a	11,07 a
P NP	15,79 a	1,60 b	5,44 a	11,08 a
DMS	8,70	3,52	4,61	5,72

Paspalum notatum

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	29,05	35,59	53,15	39,26
Efecto Fert:	0,96	0,61	0,50	0,34
NP	25,67 a	34,71 a	23,61 a	30,35 a
SF	25,81 a	37,71 a	20,10 a	25,58 a
DMS	5,83	10,06	9,06	8,57
Efecto Past:	<0,01	0,42	<0,01	0,04
C	19,71 b	33,85 a	9,57 b	22,76 b
P	31,77 a	38,56 a	34,14 a	33,18 a
DMS	5,83	10,06	9,06	8,57
Efecto inter:	0,14	0,06	0,17	0,06
C SF	22,34 bc	40,98 b	11,48 b	25,31 b
C NP	17,07 c	26,73 b	7,66 b	20,20 b
P SF	29,28 ab	34,43 ab	28,72 a	25,84 b
P NP	34,27 a	42,69 a	39,57 a	40,51 a
DMS	8,25	14,22	12,82	12,12

Sporobolus indicus

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	108,64	91,55	92,81	161,82
Efecto Fert:	0,08	0,89	0,38	0,33
NP	5,55 a	5,55 a	7,33 a	0,45 a
SF	2,09 b	5,25 a	5,02 a	0,96 a
DMS	3,23	3,85	4,47	0,89
Efecto Past:	0,04	0,58	0,61	0,80
C	1,78 b	6,01 a	6,83 a	0,64 a
P	5,86 a	4,78 a	5,52 a	0,77 a
DMS	3,23	3,85	4,47	0,89
Efecto inter:	0,50	0,08	0,62	0,57
C SF	0,69 b	7,89 a	6,32 a	0,75 a
C NP	2,87 b	4,13 a	7,34 a	0,54 a
P SF	3,49 b	2,60 a	3,72 a	1,17 a
P NP	8,23 a	6,96 a	7,31 a	0,37 a
DMS	4,58		6,32	1,26

PREDIO 1.RESULTADOS CON CONVARIABLE

Anexo 12. Resultados anuales de la cobertura relativa de los grupos de plantas.

	Arbustivos	Ciperáceas	Gramíneas	hierbas	Juncáceas	Leguminosas
CV (%)	507,26	66,35	20,12	63,12	271,72	171,33
Efecto Fert:(p-valor)	0,5584	0,08	0,6973	0,08	0,8307	0,0422
NP	0,04		68,6		1,16	1,13 a
SF	±0,014	16,71 b	±0,961	11,44 a	±0,113	0,47 b
DMS		21,81 a		8,71 b		
DMS	0,070	4,75	5,141	2,36	1,176	0,510
Efecto Past:(p-valor)	0,0819	0,03	0,2015	0,22	0,6260	0,3366
C	0,08 a		68,6 ±		1,16±0,254	0,8±0,226
P	<0,01 b	15,66 b	2,927	10,08±1,27		
DMS		22,85 a				
DMS	0,070	4,75	5,141	2,36	1,176	0,510
Efecto inter:(p-valor)	0,5584		0,2753		0,8307	0,3911
C SF	0,037±0,04		71,73 a		1,16±0,245	0,50 b
C NP			69,61 ab			1,42 a
P SF			64,11 b			0,45 b
P NP			68,95 ab			0,84abb
DMS						

Anexo 13. Gramíneas Cespitosas (GC) y gramíneas estoloníferas (GE).

	GC	GE
CV (%)	32,02	38,57
Efecto Fert:(p-valor)	0,055	0,08
NP	44,91 a	33,12 a
SF	38,10 b	28,44 b
DMS	4,94	4,42
Efecto Past:(p-valor)	<0,01	<0,01
C	50,25 a	24,09 b
P	32,76 b	37,46 a
DMS	4,94	4,42
Efecto inter:(p-valor)		<0,014
C SF		25,94 bc
C NP		22,25 c
P SF		30,93 b
P NP		43,99 a
DMS		6,25

Anexo 14. Resultados de la cobertura relativa estacional de los grupos de plantas.

Arbustivo

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	sd	sd	316,23	447,21
Efecto Fert:			>0,9999	0,3322
NP			0,1 ± 0	0,05 ± 0,070
SF				
DMS			0,246	0,174
Efecto Past:			0,1765	0,3322
C			0,08 ± 0,113	0,05 ± 0,070
P				
DMS			0,246	0,174
Efecto inter:			>0,9999	0,3322
C SF				
C NP			0,1 ± 0,141	0,05 ± 0,1
P SF				
P NP				
DMS			0,349	0,246

Ciperáceas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	69,36	76,33	51,01	20,50
Efecto Fert:(p-valor)	0,05	0,77	0,02	0,51
NP	8,50 b	10,45±0,75	14,37 b	34,02±1,49
SF	16,51 a		25,73 a	
DMS	6,79	6,25	8,01	5,46
Efecto Past:(p-valor)	0,18	0,87	0,01	0,03
C	12,5±4,36	10,45 ±0,44	12,66 b	29,81 b
P			27,44 a	38,24 a
DMS	6,79	6,25	8,01	5,46
Efecto inter:(p-valor)				
C SF				
C NP				
P SF				
P NP				
DMS				

Gramíneas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	15,84	13,81	23,05	13,36
Efecto Fert:	0,5123	0,2421	0,4974	0,4743
NP	73,75 ±2,78	78,3 ± 4,68	66,05 ± 3,945	56,3 ± 1,965
SF				
DMS	9,158	8,476	11,935	5,896
Efecto Past:	0,5505	0,3644	0,4423	0,4138
C	73,75 ± 2,347	78,3 ± 3,323	66,05 ± 3,77	56,3 ± 1,078
P				
DMS	9,158	8,476	11,935	5,896
Efecto inter:	0,7305	0,2832	0,3630	0,9923
C SF		86,73 a		
C NP	73,75 ± 3,16	74,58 b	66,05 ± 5,843	56,3 ± 2,336
P SF		76,50ab		
P NP		75,4 ab		
DMS	12,951	11,987	16,878	8,338

Gramíneas cespitosas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	19,93	26,23	24,50	31,44
Efecto Fert:(p-valor)	0,04	0,169	0,288	0,83
NP	57,86 a	40,12 ± 6,63	43,30± 4,34	30,21± 0,74
SF	45,91 b			
DMS	8,10	8,35	8,31	7,44
Efecto Past:(p-valor)	0,01	0,045	<0,01	<0,01
C	58,51 a	45,81 a	59,92 a	36,77 a
P	45,27 b	35,43 b	26,70 b	23,66 b
DMS	8,10	8,35	8,31	7,44
Efecto inter:(p-valor)			0,031	
C SF			56,28 a	
C NP			63,56 a	
P SF			24,19 b	
P NP			29,20 b	
DMS			11,76	

Gramíneas estoloníferas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	29,19	28,90	39,90	38,15
Efecto Fert:(p-valor)	0,67	0,89	0,03	0,28
NP	26,99 ± 1,08	39,85 ± 0,47	32,42 a	29,34 ± 3,92
SF			21,43 b	
DMS	6,17	9,02	8,42	8,77
Efecto Past:(p-valor)	<0,01	0,31	<0,01	0,104
C				
P	21,09 b	39,85 ± 3,90	13,30 b	24,89 b
	32,89 a		40,55 a	33,80 a
DMS	6,17	9,02	8,42	8,77
Efecto inter:(p-valor)		0,109	0,06	
C SF		41,45ab	12,95 c	
C NP		32,73 b	13,65 c	
P SF		37,59 ab	29,92 b	
P NP		47,64 a	51,18 a	
DMS		12,76	11,91	

Hierbas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	99,09	49,67	57,73	32,74
Efecto Fert:	0,22	0,31	0,38	0,78
NP				
SF	8,94±3,94	10,36±1,89	12,03±2,19	8,97±0,28
DMS	6,94	4,03	5,44	2,30
Efecto Past:	0,84	<0,01	0,87	0,31
C				
P	8,94±0,58	5,89 b 14,83 a	12,03±0,36	8,87± 1,01
DMS	6,94	4,03	5,44	2,30
Efecto inter:				
C SF				
C NP				
P SF				
P NP				
DMS				

Juncaceas

	Verano 2017	Otoño 2017	Invierno 2017	Primavera 2017
CV (%)	128,82	sd	461,88	271,55
Efecto Fert:	0,7556		0,3624	0,5397
NP	4,25 ± 0,565		0,05 ± 0,07	0,35 ± 0,197
SF				
DMS	4,292		0,181	0,745
Efecto Past:	0,4404		0,3624	0,2954
C	4,25 ± 1,414		0,05 ± 0,07	0,35 ± 0,339
P				
DMS	4,292		0,181	0,745
Efecto inter:	0,9379		0,3624	0,2494
C SF				
C NP	4,25 ± 1,248		0,05 ± 0,1	0,35 ± 0,438
P SF				
P NP				
DMS	6,070		0,256	1,053

Leguminosas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	182,81	82,51	121,46	130,77
Efecto Fert:	0,0245	0,0159	0,1568	0,3566
NP	0,61 a	0,91 a	1,65 ± 0,975	0,5 ± 0,197
SF	0,29 b	0,29 b		
DMS	0,222	0,388	1,571	0,512
Efecto Past:	0,1612	0,0547	0,6866	0,5739
C	0,45 ± 0,141	0,85 a	1,65 ± 0,282	0,5 ± 0,127
P		0,35 b		
DMS	0,222	0,388	1,571	0,512
Efecto inter:	0,0829	0,0311	0,7320	0,9514
C SF	0,26 b	0,27 b		
C NP	0,83 a	1,42 a	1,65 ± 0,85	0,497 ± 0,193
P SF	0,31 b	0,31 b		
P NP	0,39 b	0,40 b		
DMS	0,315	0,548	2,222	0,724

Anexo 15. Resultados cobertura restos secos y suelo desnudo anual y estacional.

Restos secos y suelo desnudo

	RS	SD
CV (%)	91,57	112,85
Efecto Fert:	0,0276	0,2263
NP	3,82 b	3,04 ± 0,791
SF	6,12 a	
DMS	1,693	1,276
Efecto Past:	0,0191	0,9134
C	6,64 a	3,04 ± 0,084
P	3,30 b	
DMS	1,693	1,276
Efecto inter:	0,3811	0,1435
C SF	8,27 a	4,19 a
C NP	5,01 b	1,76 b
P SF	3,97 b	3,00ab
P NP	2,63 b	3,19 ab
DMS	2,395	1,805

Restos secos

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	74,44	62,10	71,11	124,13
Efecto Fert:	0,2079	0,0804	0,0896	0,5944
NP	4,5 ± 1,767	5,35 b	4,40 b	1,95 ± 0,424
SF		9,15 a	8,00 a	
DMS	2,626	3,529	3,456	1,897
Efecto Past:	0,2434	0,0154	0,2138	0,9905
C	4,5 ± 1,400	11,03 a	7,96 a	1,95 ± 0,014
P		3,47 b	4,44 b	
DMS	2,626	3,529	3,456	1,897
Efecto inter:	0,8273	0,2495	0,1917	0,1061
C SF	6,92 a	14,22 a	11,21 a	
C NP	4,58 ab	7,83 b	4,71 b	1,952 ± 1,201
P SF	4,07 ab	4,08 b	4,80 b	
P NP	2,44 b	2,87 b	4,09 b	
DMS	3,714	4,991	4,887	2,683

Suelo desnudo

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	125,70	138,29	109,92	50,86
Efecto Fert:	0,0991	0,8260	0,9230	0,2246
NP	0,59 b	1,75 ± 0,197	2,4 ± 0,098	6,8 ± 1,654
SF	1,74 a			
DMS	1,145	1,897	2,051	2,711
Efecto Past:	0,9675	0,8456	0,4441	0,2427
C	1,165 ± 0,021	1,75 ± 0,212	2,4 ± 0,919	6,8 ± 1,895
P				
DMS	1,145	1,897	2,051	2,711
Efecto inter:	0,1952	0,8498	0,7691	0,1026
C SF	2,17 a			8,19 a
C NP	0,14 b	1,75 ± 0,281	2,402 ± 0,792	2,74 b
P SF	1,31 ab			7,76 a
P NP	1,05 ab			8,51 a
DMS	1,619	2,683	2,901	3,834

Anexo 16. Resultados valor pastoral anual y estacional de las especies (VPE) y gramíneas (VPG).

Valor pastoral especies y gramíneas

	VPE	VPG
CV (%)	12,42	20,34
Efecto Fert:	0,3135	0,10
NP	5,125 ± 0,106	4,13 a
SF		3,82 b
DMS	0,236	0,30
Efecto Past:	0,5859	0,52
C	5,125± 0,063	3,91 a
P		4,03 a
DMS	0,236	0,30
Efecto inter:	0,9514	0,05
C SF	5,122 ± 0,102	3,94 b
C NP		3,89 b
P SF		3,70 b
P NP		4,37 a
DMS	0,335	0,42

Valor pastoral especies

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	10,39	10,07	15,71	8,26
Efecto Fert:	0,2368	0,7009	0,5205	0,4668
NP	5,425 ± 0,233	5,2 ± 0,070	4,62 ± 0,155	5,25 ± 0,106
SF				
DMS	0,441	0,410	0,569	0,340
Efecto Past:	0,9791	0,1360	0,0605	0,8880
C	5,425 ± <0,01	5,2 ± 0,282	4,27 b	5,25 ± 0,021
P			4,98 a	
DMS	0,441	0,410	0,569	0,340
Efecto inter:	0,6250	0,5161	0,7604	0,4639
C SF			4,21 b	
C NP	5,427 ± 0,203	5,197 ± 0,253	4,33 b	5,25 ± 0,127
P SF			4,81ab	
P NP			5,14 a	
DMS	0,624	0,580	0,805	0,480

Valor pastoral gramíneas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	16,04	14,00	21,00	17,91
Efecto Fert:	0,10	0,70	0,17	0,34
NP	4,74 a	4,35 a	3,63 a	3,80 a
SF	4,16 b	4,46 a	3,15 a	3,50 a
DMS	0,55	0,51	0,55	
Efecto Past:	0,68	0,35	0,13	0,72
C	4,38 a	4,55 a	3,13 a	3,59 a
P	4,52 a	4,26 a	3,66 a	3,70 a
DMS	0,55	0,51	0,55	
Efecto inter:	0,52	0,40	0,09	0,23
C SF	4,20 ab	4,74 a	3,18 b	3,64 a
C NP	4,56 ab	4,36 a	3,07 b	3,55 a
P SF	4,12 b	4,19 a	3,12 b	3,36 a
P NP	4,92 a	4,33 a	4,19 a	4,05 a
DMS	0,79	0,72	0,78	0,72

Anexo 17. Resultados de la contribución específica anual de las especies.

	<i>Ade bic</i>	<i>And lat</i>	<i>Bot lag</i>	Bri min	Coe sell	Cyn dac
CV (%)	143,36	76,03	73,06	894,43	235,75	374,33
Efecto Fert:	0,0861	0,0121	0,5915	0,3205	0,0992	0,9950
NP	0,68 a	9,68 a	15,5 ± 0,96	0,06± 0,091	1,35 a	1,135 ± <0,01
SF	0,37 b	5,94 b			0,53 b	
DMS	0,280	2,212	4,217	0,208	0,822	1,585
Efecto Past:	<0,01	0,1748	0,0474	0,3205	0,0118	0,8511
C	0,81 a	7,81±1,30	20,04 a	0,06 ±0,091	1,58 a	1,135±0,13
P	0,24 b		10,96 b		0,30 b	
DMS	0,280	2,212	4,217	0,208	0,822	1,585
Efecto inter:	0,0861	0,3244	0,7155	0,3205	0,0256	0,9950
C SF	0,51 b	6,19 b	20,26 a	0,062± 0,12	0,60 b	1,137 ± 0,112
C NP	1,11 a	11,27a	19,82 a		2,55 a	
P SF	0,24 b	5,69 b	12,11 b		0,45 b	
P NP	0,24 b	8,10 b	9,81 b		0,15 b	
DMS	0,396	3,128	5,963	0,294	1,163	2,242

	<i>Ele dun</i>	<i>Pan mil</i>	<i>Pas dil</i>	<i>Pas not</i>	<i>Spo ind</i>
CV (%)	68,16	185,48	79,53	43,51	113,78
Efecto Fert:	0,0721	0,3146	0,3762	0,6006	0,2769
NP	16,18 b	2,04 ±0,664	8,135± 0,954	27,98 ±1,011	4,01 ± 0,791
SF	21,45 a				
DMS	4,774	1,407	2,410	4,534	1,700
Efecto Past:	0,0472	0,2444	0,9003	<0,01	0,6766

C	15,52 b	2,03 ± 0,77	8,14±0,127	21,80 b	4,01 ±0,311
P	22,10 a			34,18 a	
DMS	4,774	1,407	2,410	4,534	1,700
Efecto inter:	0,6075	0,4920	0,8778	0,0117	0,4760
C SF	17,35 b	1,79ab		24,87bc	
C NP	13,69 b	3,38 a	8,137 ± 0,80	18,73 c	4,012 ±
P SF	25,54 a	1,34 b		29,67 b	0,823
P NP	18,67 b	1,64ab		38,68 a	
DMS	6,752	1,990	3,408	6,413	2,404

Anexo 18. Resultados de la contribución específica estacional de las especies.

Adesmia bicolor

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	100,48	66,54	113,72	92,97
Efecto Fert:	0,3314	0,0555	0,1597	0,7337
NP	0,32 ± 0,325	0,59 a	0,9 ± 0,494	0,4 ± 0,042
SF		0,31 b		
DMS	0,275	0,234	0,802	0,291
Efecto Past:	0,0538	<0,01	0,0422	0,0226
C	0,52 a	0,68 a	1,42 a	0,62 a
P	0,18 b	0,22 b	0,38 b	0,18 b
DMS	0,275	0,234	0,802	0,291
Efecto inter:	0,3314	0,0555	0,1597	0,7337
C SF	0,36ab	0,39 b	0,73 b	0,56 ab
C NP	0,68 a	0,97 a	2,12 a	0,68 a
P SF	0,18 b	0,22 b	0,38 b	0,18 b
P NP	0,18 b	0,22 b	0,38 b	0,18 b
DMS	0,389	0,332	1,134	0,412

Andropogon lateralis

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	65,34	91,85	77,4	81,39
Efecto Fert:	0,2048	0,2770	0,1710	0,2979
NP	7,95 ± 2,39	7,55 ± 2,701	8,65 ± 3,337	7,1 ± 2,163
SF				
DMS	4,072	5,436	5,249	4,530
Efecto Past:	0,9839	0,3856	0,3648	0,5304
C	7,95 ± 0,028	7,55 ± 1,979	8,65 ± 1,99	7,1 ± 1,187
P				
DMS	4,072	5,436	5,249	4,530
Efecto inter:	0,6387	0,9985	0,7102	0,2612
C SF			7,13 ab	
C NP	7,95 ± 2,054	7,55 ± 2,739	13 a	7,1 ± 2,674
P SF			5,45 b	
P NP			9,02ab	

DMS	5,759	7,688	7,423	6,406
-----	-------	-------	-------	-------

Bothriochloa laguroides

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	53,73	32,81	50	59,42
Efecto Fert:	0,4332	0,9801	0,7811	0,5733
NP	17,2 ± 2,347	18,15 ± 0,042	20,95 ± 0,933	5,7 ± 0,622
SF				
DMS	7,245	4,668	8,212	2,655
Efecto Past:	0,7099	0,2493	0,0107	0,2016
C	17,2 ± 1,965	20,99 a	33,07 a	7,5 a
P		15,31 b	8,82 b	3,9 b
DMS	7,245	4,668	8,212	2,655
Efecto inter:	0,2167	0,2746	0,4561	0,1292
C SF		19,44 ab	31,95 a	6,72 a
C NP	17,2 ± 3,974	22,54 a	34,21 a	8,28 a
P SF		16,79ab	11,28 b	5,56ab
P NP		13,83 b	6,36 b	2,25 b
DMS	10,246	6,602	11,614	3,754

Briza minor

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	sd	sd	sd	447,21
Efecto Fert:				0,3322
NP				
SF				0,25 ± 0,353
DMS				0,872
Efecto Past:				0,3322
C				
P				0,25 ± 0,353
DMS				0,872
Efecto inter:				0,3322
C SF				
C NP				0,25 ± 0,5
P SF				
P NP				
DMS				1,234

Coelorhachis selloana

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	380,06	138,35	447,21	90
Efecto Fert:	0,4442	0,1256	0,3322	0,0112
NP	0,3 ± 0,282	0,8 ± 0,565	0,05 ± 0,070	4,10 a
SF				1,10 b
DMS	0,890	0,864	0,174	1,826
Efecto Past:	0,2565	0,1256	0,3322	<0,01

C			0,05 ± 0,070	5,10 a
P	0,3 ± 0,442	0,8 ± 0,565		0,10 b
DMS	0,890	0,864	0,174	1,826
Efecto inter:	0,4442	0,1256	0,3322	<0,01
C SF		0,40 b		2,00 b
C NP	0,3 ± 0,476	2,00 a	0,05 ± 0,1	8,20 a
P SF		0,40 b		0,20 b
P NP		0,40 b		<0,01 b
DMS	1,258	1,222	0,246	2,583

Cynodon dactylon

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	335,41	293,8	211,58	391,31
Efecto Fert:	0,8868	0,9508	0,9448	0,8868
NP	0,45 ± 0,07	1,42 ± 0,084	2,65 ± 0,141	0,05 ± 0,014
SF				
DMS	1,183	3,224	4,395	0,153
Efecto Past:	0,8868	0,7385	0,9448	0,8868
C	0,45 ± 0,07	1,4 ± 0,480	2,65 ± 0,141	0,05 ± 0,014
P				
DMS	1,183	3,224	4,395	0,153
Efecto inter:	0,8868	0,8723	0,8872	0,8868
C SF				
C NP	0,44 ± 0,105	1,4 ± 0,438	2,64 ± 0,278	0,047 ± 0,015
P SF				
P NP				
DMS	1,673	4,560	6,216	0,216

Eleocharis dunensis

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	68,98	83,59	52,44	23,97
Efecto Fert:	0,0576	0,8768	0,0160	0,7337
NP	8,51 b		13,18 b	
SF	16,49 a	10,05 ± 0,424	25,62 a	33,3 ± 0,876
DMS	6,759	6,586	7,975	6,257
Efecto Past:	0,1811	0,7374	0,0237	0,0513
C	12,5 ± 4,355	10,05 ± 1,032	12,88 b	29 b
P			25,92 a	37,60a
DMS	6,759	6,586	7,975	6,257
Efecto inter:	0,8689	0,4158	0,3905	0,8680
C SF	13,76 ab		16,92 b	29,95 ab
C NP	5,08 b	10,05 ± 2,164	8,84 b	28,05 b
P SF	19,22 a		34,31 a	37,9 a
P NP	11,94 ab		17,52 b	37,31 a
DMS	9,559	9,314	11,278	8,849

Panicum milioides

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	115,15	107,29	224,47	153,98
Efecto Fert:	0,2153	0,4993	0,1282	0,8342
NP	4,8 ± 2,489	2,4 ± 0,622	1,13 a	0,35 ± 0,042
SF			0,07 b	
DMS	4,333	2,018	1,055	0,422
Efecto Past:	0,0796	0,6878	0,1096	0,5976
C	7,36 a	2,4 ± 0,367	0,03 b	0,35 ± 0,098
P	2,24 b		1,17 a	
DMS	4,333	2,018	1,055	0,422
Efecto inter:	0,2153	0,9257	0,1096	0,8342
C SF	3,84 b		0,07 b	
C NP	10,89 a	2,4 ± 0,594	<0,01 b	0,347 ± 0,095
P SF	2,24 b		0,07 b	
P NP	2,24 b		2,27 a	
DMS	6,128	2,854	1,493	0,597

Paspalum dilatatum

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	60,19	67,41	88,92	52,04
Efecto Fert:	0,0801	0,7788	0,9294	0,5351
NP	16,13 a	4,65 ± 0,296	4,9 ± 0,127	10,25 ± 1,131
SF	9,37 b			
DMS	6,016	2,457	3,415	4,181
Efecto Past:	0,8201	0,0583	0,8898	0,6580
C	12,75 ± 0,565	6,10 a	4,9 ± 0,127	10,25 ± 0,763
P		3,20 b		
DMS	6,016	2,457	3,415	4,181
Efecto inter:	0,9156	0,0106	0,7269	0,3846
C SF		3,81 bc		
C NP	12,75 ± 3,941	8,39 a	4,9 ± 0,449	10,25 ± 1,674
P SF		5,07ab		
P NP		1,34 c		
DMS	8,508	3,457	4,830	5,913

Paspalum notatum

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	29,99	36,66	54,28	39,77
Efecto Fert:	0,9626	0,6651	0,5125	0,3365
NP	25,85 ± 0,113	36,21 ± 1,852	21,9 ± 2,531	28 ± 3,507
SF				
DMS	6,078	10,403	9,319	8,731
Efecto Past:	<0,01	0,5438	0,0006	0,0839
C	19,62 b	36,2 ± 2,701	10,07 b	23,22 b

P	32,08 a		33,73 a	32,78 a
DMS	6,078	10,403	9,319	8,731
Efecto inter:	0,1526	0,1453	0,3070	0,1209
C SF	22,51bc		11,31 b	25,14 b
C NP	16,73 c	36,19 ± 6,262	8,84 b	21,29 b
P SF	29,35ab		28,92 a	25,90 b
P NP	34,81 a		38,54 a	39,66 a
DMS	8,596	14,712	13,180	12,347

Sporobolus indicus

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	106,22	79,34	86,83	157,58
Efecto Fert:	0,0993	0,9302	0,4902	0,3322
NP	5,32 a	5,35 ± 0,113	6,2 ± 1,202	0,75 ± 0,381
SF	2,18 b			
DMS	3,122	3,327	4,220	0,926
Efecto Past:	0,0812	0,2022	0,3183	0,9665
C	2,03 b	5,35 ± 1,852	6,2 ± 1,824	0,75 ± 0,014
P	5,47 a			
DMS	3,122	3,327	4,220	0,926
Efecto inter:	0,8111	0,1781	0,9289	0,4513
C SF	0,68 b	7,97 a		
C NP	3,37 ab	5,36 ab	6,20 ± 1,787	0,75 ± 0,394
P SF	3,68 ab	2,57 b		
P NP	7,27 a	5,51 ab		
DMS	4,416	4,706	5,968	1,310

PREDIO 2

Anexo 19. Especies ensayo fertilización otoñal.

Gramíneas censadas

Agrostis tandilensis
Andropogon ternatus
Aristida uruguayensis
Axonopus affinis
Bothriochloa laguroides
Briza minor
Briza subaristata
Calamagrostis montevidensis
Coelorhachis selloana
Cynodon dactylon
Eleusine tristachya
Eragrostis lugens
Eragrostis nessi
Eragrostis bahiensis
Eustachys bahiensis
Koeleria phleoides
Lolium multiflorum
Melica brasiliana
Panicum milioides
Paspalum dilatatum
Paspalum notatum
Phalaris platensis
Piptochaetium montevidense
Piptochaetium stipoides
Schizachyrium microstachyum
Schizachyrium spicatum
Setarea geniculata
Setarea vaginata
Sporobolus indicus
Stipa charruana
Stipa setigera

Vulpia australis

Hierbas censadas

Alophia amoena
Anagallis minima
Apium leptophyllum
Aster squamatus
Bowlesia incana
Centaurium pulchellum
Cerastium glomeratum
Chaptalia arechavaletae
Chaptalia exscapa
Chaptalia piloselloides
Chevreulia acuminata
Chevreulia sarmentosa
Convulvulus sp.
Conyza bonariensis
Cuphea glutinosa
Dichondra microcalix
Eryngium echinatum
Eryngium nudicaule
Euphorbia hirtella
Evolvulus sericeus
Facelis retusa
Gamochaeta spicata
Gerardia communis
Glandularia peruviana
Hypochaeris sp.
Mecardonia montevidensis
Micropsis espathulata
Ophioglossum sp
Oxalis sp
Plantago myosurus
Polygala sp.
Pterocaulon sp.
Relbunium sp.

Richardia brasiliensis
Richardia humistrata
Richardia stelaris
Ruellia morongii
Sisyrinchium platense
Soliva pterosperma
Sonchus oleraceus
Stenachaenium campestre
Spilanthes decumbens
Verbena montevidensis

Sub arbustivas censadas

Baccharis coridifolia
Eryngium horridum

Leguminosas censadas

Desmanthus virgatus
Lotus corniculatus
Trifolium polymorphum

Arbustos censados

Eupatorium buniifolium

Anexo 20. Resultados de la altura de la pastura promedio y estacional. Predio 2

Altura promedio anual

	Altura
CV (%)	32,95
Efecto Fert:(p-valor)	0,41
NP	
SF	5,36± 0,15
DMS	0,43
Efecto Past:(p-valor)	<0,01
C	6,33 a
P	4,39 b
DMS	0,43
Efecto inter:(p-valor)	0,26
C SF	6,08 a
C NP	6,59 a
P SF	4,42 b
P NP	4,35 b
DMS	0,61

Altura promedio estacional

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	16,29	23,12	35,16	18,06
Efecto Fert:(p-valor)	0,85	0,66	0,48	0,52
NP				
SF	5,79±0,05	5,19±0,09	4,82 ±0,19	7,58±0,28
DMS	0,73	0,51	0,63	1,06
Efecto Past:(p-valor)	0,01	<0,01	<0,01	<0,01
C	5,21 b	5,87 a	6,28 a	9,08 a
P	6,37 a	4,52 b	3,37 b	6,08 b
DMS	0,73	0,51	0,63	1,06
Efecto inter:(p-valor)	0,33	0,47	0,52	0,37
C SF	4,96 c	5,69 a	6,02 a	8,60 a
C NP	5,46 bc	6,05 a	6,53 a	9,56 a
P SF	6,54 a	4,56 b	3,36 b	6,16 b
P NP	6,20 ab	4,47 b	3,38 b	6,00 b
DMS	1,04	0,73	0,89	1,51

Anexo 21. Resultados del disponible de forraje anual y estacional.

Disponible anual

CV (%)	45,50
Efecto Fert:(p-valor)	0,39
NP	820,30 a
SF	741,80 a

DMS	153,45
Efecto Past:(p-valor)	<0,01
C	949,87 a
P	612,23 b
DMS	153,45
Efecto inter:(p-valor)	0,74
C SF	895,80 a
C NP	1003,93 a
P SF	587,80 b
P NP	636,67 b
DMS	217,01

Disponible estacional

	Verano	Otoño	Invierno
CV (%)	26,58	39,45	28,24
Efecto Fert:(p-valor)	0,67	0,49	0,37
NP			
SF	680,90 a	1111,50 a	668,50 a
	646,80 a	983,10 a	595,50 a
DMS	137,77	322,62	139,32
Efecto Past:(p-valor)	0,82	<0,01	<0,01
C	655,10 a	1373,00 a	821,50 a
P	672,60 a	721,60 b	442,50 b
DMS	137,77	322,62	139,32
Efecto inter:(p-valor)	0,46	0,81	0,36
C SF	608,80 a	1330,60 a	748,00 a
C NP	701,40 a	1415,40 a	895,00 a
P SF	684,80 a	635,60 b	443,00 b
P NP	660,40 a	807,60 b	442,00 b
DMS	194,84	456,26	197,03

Anexo 22. Resultados de la cobertura relativa anual y estacional de los grupos de plantas.

Grupos de plantas

	Arb	Ciperaceas	Gramíneas	Hierbas	Juncaceas	Leguminosas	Subarborescentes
CV (%)	744,89	105,13	15,85	59,97	331,85	222,67	84,90
Efecto Fert:(p-valor)	0,23	0,55	0,70	0,61	0,05	0,01	0,67
NP	0,13	5,71±	78,29±0,79	8,75	0,41 a	1,20 a	6,20

SF	a <0,0 1 a	0,60		±0,41	0,06 b	0,25 b	±2,56
DMS	0,18	2,23		1,95	0,29	0,60	1,96
Efecto Past:(p -valor)	0,26	0,08	0,02	0,02	0,34	0,49	<0,01
C	0,13 a	7,03 a 4,40 b	81,50 a 75,09 b	7,32 b 10,19 a	0,23 ±0,12	0,73±0,18	4,39 b 8,02 a
P	<0,0 1 a						
DMS	0,18	2,23	4,62	1,95	0,29	0,60	1,96
Efecto inter:(p -valor)	0,27	0,68	0,65	0,30	0,17	0,51	0,10
C SF	<0,0 1 a	6,88 a 7,18 a	81,40 a 81,60 a	7,65 b 7,00 b	0,02 b 0,63 a	0,25 b 0,95 ab	5,61 bc
C NP	0,26 a	3,71 b 5,09 ab	76,33 ab 73,85 b	9,27 ab 11,10 a	0,10 b 0,20 b	0,26 b 1,46 a	3,16 c 7,29
P SF	<0,0 1 a						ab
P NP	<0,0 1a						8,75 a
DMS	0,25	3,16	6,53	2,76	0,41	0,85	2,77

Gramíneas anuales invernales (GAI)

	GAI
CV (%)	207,08
Efecto Fert:(p-valor)	0,44
NP	0,91 a
SF	0,60 a
DMS	0,58
Efecto Past:(p-valor)	0,48
C	0,88 a
P	0,63 a
DMS	0,58
Efecto inter:(p-valor)	0,76
C SF	0,78 a
C NP	0,98 a
P SF	0,41 a
P NP	0,84 a
DMS	0,82

Gramíneas perennes invernales (GPI)

	GPI
CV (%)	51,80
Efecto Fert:(p-valor)	0,12
NP	
SF	9,81±1,33
DMS	1,89
Efecto Past:(p-valor)	0,40
C	
P	9,81±0,67
DMS	1,89
Efecto inter:(p-valor)	0,08
C SF	11,39 a
C NP	7,29 b
P SF	10,14 a
P NP	10,44 a
DMS	2,68

Gramíneas cespitosas

CV (%)	20,71
Efecto Fert:(p-valor)	<0,01
NP	52,59 b
SF	62,38 a
DMS	4,51
Efecto Past:(p-valor)	<0,01
C	62,38 a
P	54,49 b
DMS	4,51
Efecto inter:(p-valor)	0,96
C SF	67,91 a
C NP	56,85 b
P SF	60,25 b
P NP	48,93 c
DMS	6,37

Gramíneas estoloníferas

CV (%)	55,76
Efecto Fert:(p-valor)	<0,01
NP	24,30 a
SF	15,32 b
DMS	4,11
Efecto Past:(p-valor)	0,54
C	19,04 a
P	20,57 a
DMS	4,11

Efecto inter:(p-valor)	0,79
C SF	14,20 b
C NP	23,89 a
P SF	16,44 b
P NP	24,71 a
DMS	5,81

Arbustos

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	sd	461,88	sd	461,88
Efecto Fert:(p-valor)		0,35		0,35
NP		0,10 a		0,43 a
SF		<0,01 a		<0,01 a
DMS		0,17		0,77
Efecto Past:(p-valor)		0,38		0,35
C		0,10 a		0,43 a
P		<0,01 a		<0,01 a
DMS		0,17		0,77
Efecto inter:(p-valor)		0,39		0,39
C SF		<0,01 a		<0,01 a
C NP		0,19 a		0,85 a
P SF		<0,01 a		<0,01 a
P NP		<0,01 a		<0,01 a
DMS		0,24		1,08

Ciperáceas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	107,14	88,53	66,31	92,23
Efecto Fert:(p-valor)	0,30	0,33	0,28	0,59
NP			12,66	6,40
SF	4,6±1,73	1,74±0,51	8,93	5,03
DMS	3,86	1,21	5,61	4,13
Efecto Past:(p-valor)	0,05	0,53	0,46	0,24
C	7,13 a		12,14	7,34
P	2,07 b	1,74±0,34	9,45	4,09
DMS	3,86	1,21	5,61	4,13
Efecto inter:(p-valor)	0,88	0,02	0,86	0,94
C SF	8,19 a	2,02 ab	10,56 a	6,74 a
C NP	6,07 ab	0,98 b	13,73 a	7,94 a
P SF	3,47 ab	0,74 b	7,31 a	3,32 a
P NP	0,68 b	3,25 a	11,59 a	4,86 a
DMS	5,46	1,71	7,93	5,84

Gramíneas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	13,04	10,27	17,41	10,85
Efecto Fert:(p-valor)	0,45	0,77	0,09	0,53
NP			61,09 b	81,76
SF	83,58±2,82	83,08±0,86	71,08 a	79,07
DMS	8,54	6,69	9,02	6,84
Efecto Past:(p-valor)	0,40	0,04	0,01	0,66
C		87,36 a	73,37 a	79,52
P	83,58±3,04	78,80 b	58,81 b	81,31
DMS	8,54	6,69	9,02	6,84
Efecto inter:(p-valor)	0,87	0,60	0,21	0,47
C SF	84,16 a	86,90 a	74,83 a	79,70 a
C NP	87,34 a	87,93 a	71,91 a	79,33 a
P SF	79,04 a	80,50 ab	67,34 a	78,44 a
P NP	83,84 a	77,11 b	50,27 b	84,19 a
DMS	12,08	9,45	12,75	9,67

Gramíneas anuales

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	sd	sd	175,25	92,41
Efecto Fert:(p-valor)			0,31	0,61
NP			1,04 a	2,60 a
SF			0,37 a	2,02 a
DMS			0,97	1,67
Efecto Past:(p-valor)			0,03	0,78
C			1,35 a	2,18 a
P			0,07 b	2,44 a
DMS			0,97	1,67
Efecto inter:(p-valor)			0,64	0,86
C SF			1,15 a	1,98 a
C NP			1,54 a	2,38 a
P SF			-0,41 b	2,07 a
P NP			0,54 ab	2,82 a
DMS			1,37	2,36

Gramíneas perennes invernales

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	65,18	60,68	43,80	41,52
Efecto Fert:(p-valor)	0,06	0,37	0,89	0,63
NP	6,77 b	8,53±1,59	9,48 a	11,82 a
SF	12,90 a		9,76 a	10,73 a
DMS	5,02	4,06	3,30	3,67
Efecto Past:(p-valor)	0,91	0,47	0,93	0,30
C	9,83±0,21	8,53±1,20	9,54 a	10,16 a

P			9,76 a	12,40 a
DMS	5,05	4,06	3,30	3,67
Efecto inter:(p-valor)	0,86	0,27	0,30	0,16
C SF	13,32 a	10,23 a	10,76 a	11,25 ab
C NP	6,65 a	5,14 a	10,63 a	9,06 b
P SF	12,48 a	9,10 a	8,76 a	10,21 ab
P NP	6,88 a	9,68 a	8,32 a	14,59 a
DMS	7,10	5,74	4,67	5,19

Gramíneas cespitosas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	19,82	14,01	18,54	13,58
Efecto Fert:(p-valor)	0,14	0,01	<0,01	0,27
NP	54,90	57,54 b	37,15 b	61,98
SF	64,70	71,24 a	53,07 a	67,31
DMS	9,29	7,07	6,55	6,88
Efecto Past:(p-valor)	0,23	0,01	0,02	0,31
C	63,14	69,78 a	49,90 a	66,70
P	56,46	59,00 b	40,32 b	62,59
DMS	9,29	7,07	6,55	6,88
Efecto inter:(p-valor)				
C SF				
C NP				
P SF				
P NP				
DMS				

Gramíneas estoloníferas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	58,10	53,35	55,08	54,89
Efecto Fert:(p-valor)	0,08	0,01	0,55	0,18
NP	30,12 a	25,66 a	22,68	18,74
SF	17,47 b	11,72 b	19,27	12,80
DMS	10,84	7,81	9,05	6,78
Efecto Past:(p-valor)	0,67	0,67	0,36	0,12
C	22,44	17,72	23,43	12,58
P	25,16	19,66	18,52	18,96
DMS	10,84	7,81	9,05	6,78
Efecto inter:(p-valor)				
C SF				
C NP				
P SF				
P NP				
DMS				

Hierbas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	39,86	28,92	48,87	26,72
Efecto Fert:(p-valor)	0,51	0,39	0,11	0,15
NP			16,88	6,46
SF	6,12±0,51	7,54±0,62	11,63	7,75
DMS	1,91	1,71	5,46	1,49
Efecto Past:(p-valor)	0,03	0,01	0,12	0,63
C	4,76 b	6,05 b	11,59	6,89
P	7,48 a	9,03 a	16,92	7,32
DMS	1,91	1,71	5,46	1,49
Efecto inter:(p-valor)	0,65	0,42	0,24	0,39
C SF	4,88 b	6,90 ab	10,90 b	7,92 a
C NP	4,65 b	9,00 a	12,28 b	5,87 a
P SF	8,10 a	9,06 a	12,35 b	7,59 a
P NP	6,86 ab	5,20 b	21,49 a	7,06 a
DMS	2,70	2,41	7,72	2,10

Juncaceas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	270	sd	461,88	155,82
Efecto Fert:(p-valor)	0,99		0,36	0,04
NP			0,06 a	1,48 a
SF	0,12±0		<0,01 a	0,13 b
DMS	0,24		0,10	0,98
Efecto Past:(p-valor)	0,13		0,37	0,11
C			0,06 a	1,30 a
P	0,11±0,16		<0,01 a	0,31 b
DMS	0,24		0,10	0,98
Efecto inter:(p-valor)	0,99		0,36	0,09
C SF	<0,01 a		<0,01 a	0,09 b
C NP	<0,01 a		<0,01 a	2,50 a
P SF	0,23 a		<0,01 a	0,17 b
P NP	0,23 a		0,12 a	0,45 b
DMS	0,35		0,14	1,39

Leguminosas

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	331,36	185,02	147,81	97,30
Efecto Fert:(p-valor)	0,18	0,39	0,03	0,01
NP			3,30 a	0,89 a
SF	0,07±0,10	0,46±0,23	0,38 b	0,19 b
DMS	0,19	0,67	2,13	0,41
Efecto Past:(p-valor)	0,71	0,72	0,33	0,95
C			1,22 a	0,55 a

P	0,07±0,03	0,46±0,10	2,45 a	0,53 a
DMS	0,19	0,67	2,12	0,41
Efecto inter:(p-valor)	0,70	0,77	0,52	0,98
C SF	0,20 a	0,43 a	0,17 b	0,20 b
C NP	-0,01 a	0,65 a	2,26 ab	0,89 a
P SF	0,11 a	0,17 a	0,58 b	0,18 b
P NP	-<0,01a	0,62 a	4,33 a	0,88 a
DMS		0,95	3,00	0,58

Sub arbustos

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	100,13	75,92	100,51	59,98
Efecto Fert:(p-valor)	0,86	0,68	0,76	0,26
NP				
SF	5,49±0,29	7,12±0,70	6,98±0,68	5,20±1,13
DMS	4,30	4,23	5,51	2,44
Efecto Past:(p-valor)	0,04	0,42	0,05	0,96
C	2,73 b		3,54 b	
P	8,24 a	7,12±1,44	10,45 a	5,21±0,04
DMS	4,30	4,23	5,51	2,44
Efecto inter:(p-valor)	0,31	0,64	0,32	0,54
C SF	4,22 ab	6,18 a	5,63 ab	6,42 a
C NP	1,25 b	6,03 a	1,44 b	3,93 a
P SF	7,17 ab	7,06 a	9,32 a	5,60 a
P NP	9,31	9,21 a	11,59 a	4,88 a
DMS	6,09	5,99	7,79	3,46

Anexo 23. Valor pastoral anual y estacional de todas las especies.

Anual

	VP
CV (%)	14,46
Efecto Fert:(p-valor)	0,21
NP	
SF	4,53±0,11
DMS	0,22
Efecto Past:(p-valor)	0,03
C	4,70 a
P	4,36 b
DMS	0,22
Efecto inter:(p-valor)	0,49
C SF	4,57 ab
C NP	4,83 a
P SF	4,33 b
P NP	4,39 b
DMS	0,30

Estacional

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	11,58	13,26	13,30	8,53
Efecto Fert:(p-valor)	0,21	0,83	0,51	0,34
NP			4,51 a	5,03 a
SF	4,79±0,21	4,55±0,04	4,34 a	4,85 a
DMS	0,43	0,47	0,46	0,33
Efecto Past:(p-valor)	0,18	0,32	0,05	0,53
C			4,73 a	5,01 a
P	4,79±0,27	4,55±0,22	4,11 b	4,87 a
DMS	0,43	0,47	0,46	0,33
Efecto inter:(p-valor)	0,67	0,42	0,34	0,96
C SF	4,78 ab	4,56 a	4,68 a	4,78 a
C NP	5,21 a	4,86 a	4,79 a	4,96 a
P SF	4,49 b	4,49 a	4,34 ab	4,91 a
P NP	4,70 ab	4,30 a	3,88 b	5,11 a
DMS	0,61	0,66	0,65	0,46

Anexo 24. Valor Pastoral anual y estacional de gramíneas.

	VPG
CV (%)	16,68
Efecto Fert:(p-valor)	0,86
NP	
SF	4,28±0,02
DMS	0,26
Efecto Past:(p-valor)	0,15
C	
P	4,28±0,16
DMS	0,26
Efecto inter:(p-valor)	0,20
C SF	4,31 ab
C NP	4,49 a
P SF	4,29 ab
P NP	4,05 b
DMS	0,37

Estacional

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	14,92	14,09	13,15	8,97
Efecto Fert:(p-valor)	0,22	0,94	0,01	
NP			3,40 b	0,60
SF	4,53±0,27	4,37±0,01	3,97 a	4,59 a
DMS	0,53	0,48	0,38	0,31
Efecto Past:(p-valor)	0,78	0,28	0,04	0,09
C			3,93 a	4,37 b

P	4,53±0,06	4,37±0,22	3,44 b	4,71 a
DMS	0,53	0,48	0,38	
Efecto inter:(p-valor)	0,91	0,27	0,30	0,52
C SF	4,37 a	4,37 a	4,10 a	4,38 ab
C NP	4,79 a	4,69 a	3,77 a	4,36 b
P SF	4,31 a	4,40 a	3,84 a	4,60 ab
P NP	4,67 a	4,03 a	3,04 b	4,82 a
DMS	0,75	0,68	0,53	0,45

Anexo 25. Resultados de restos secos y suelo desnudo anual y estacional predio 2.

	RS	SD
CV (%)	136,98	133,12
Efecto Fert:(p-valor)	0,60	<0,01
NP		1,01 b
SF	8,43 ± 1,07	3,59 a
DMS	4,30	1,14
Efecto Past:(p-valor)	0,01	0,73
C	11,92 a	
P	4,95 b	2,3±0,18
DMS	4,30	1,14
Efecto inter:(p-valor)	0,91	0,74
C SF	12,52 a	3,35 a
C NP	11,31 ab	1,00 b
P SF	5,86 bc	3,83 a
P NP	4,03 c	1,03 b
DMS	6,08	1,61

Restos secos

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	29,29	49,33	36,88	160,76
Efecto Fert:(p-valor)	0,90	0,18	<0,01	0,48
NP			3,91 b	0,35 a
SF	23,24±0,30	4,11±1,01	7,85 a	0,63 a
DMS	5,33	1,59	1,70	0,61
Efecto Past:(p-valor)	<<0,01	0,89	0,22	0,11
C	36,93a		6,50 a	0,19 a
P	9,57 b	4,11±0,09	5,26 a	0,79 a
DMS	5,33	1,59	1,70	0,61
Efecto inter:(p-valor)	0,27	0,10	0,20	0,10
C SF	35,32 a	5,59 a	9,16 a	0,01 b
C NP	38,53 a	2,51 b	3,85 c	0,37 b
P SF	11,60 b	4,06ab	6,55 b	1,24 a
P NP	7,54 b	4,30ab	3,97 c	0,33 b
DMS	7,54	2,25	2,40	0,87

Suelo desnudo

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	86,35	151,08	105,76	104,75
Efecto Fert:(p-valor)	0,51	0,10	0,028	<0,01
NP		1,21 b	0,81 b	0,26 b
SF	2,05±0,39	5,19 a	3,21 a	3,64 a
DMS	1,38	3,79	1,66	1,60
Efecto Past:(p-valor)	0,12	0,50	0,12	0,64
C			1,14 b	2,19 a
P	2,05±1,00	3,2±1,15	2,87 a	1,71 a
DMS	1,38	3,79	1,66	1,60
Efecto inter:(p-valor)	0,03	0,72	0,47	0,27
C SF	0,68 b	5,63 a	2,70 a	4,39 a
C NP	2,00 b	2,41 ab	-0,41 b	-0,02 b
P SF	3,97 a	4,76 ab	3,72 a	2,88 a
P NP	1,55 b	0,01 b	2,03 a	0,55 b
DMS	1,96	5,36	2,35	2,26

Anexo 26. Resultados de la CEP anual y estacional de las especies evaluadas.

Anual

	<i>Bot lag</i>	<i>Coe sell</i>	<i>Ery horr</i>	<i>Pas dil</i>	<i>Pas not</i>	<i>Schi mic</i>	<i>Spo ind</i>	<i>Sti set</i>
CV (%)	90,90	83,71	124,84	109,76	69,30	63,40	77,09	86,86
Efecto Fert:(p-valor)	0,83	<0,01	0,74	0,10	<0,01	0,18	0,02	0,07
NP	6,54±	3,29 b	4,27±	2,39 a	20,31a	11,69±1,64	9,42 a	2,81 b
SF	0,33	9,90 a	0,26	1,56 b	12,18b		6,29 b	4,04 a
DMS	2,18	2,06	1,98	0,81	4,19	2,76	2,26	1,11
Efecto Past:(p-valor)	0,64	0,01	<0,01	0,03	0,72	0,15	<0,01	0,48
C	6,45±	4,91 b	2,43 b	2,56 a	16,24 ±	11,69 ±	10,58 a	3,42±
P	0,46	8,29 a	6,11 a	1,39 b	0,62	2,11	5,13 b	0,35
DMS	2,18	2,06	1,98	0,81	4,19	2,76	2,26	1,11
Efecto inter:(p-valor)	0,35	0,03	0,19	0,58	0,52	0,55	0,32	0,03
C SF	6,30 a	6,84 b	3,41 bc	2,28 a	12,57 b	14,83 a	8,35 b	5,04 a
C NP	7,27 a	2,97 c	1,45 c	2,84 a	19,03 a	11,54 ab	12,82 a	2,31 b
P SF	6,88 a	12,96a	5,51 ab	0,84 b	11,79 b	10,87 b	4,24 c	3,04 b
P NP	5,36 a	3,61 c	6,70 a	1,93 ab	21,58 a	9,52 b	6,02 bc	3,30 b
DMS	3,08	2,91	2,80	1,13	5,92	3,90	3,19	1,57

Bothriochloa laguroides

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	63,52	54,37	136,04	49,80
Efecto Fert:(p-valor)	0,38	0,37	0,46	0,45
NP			1,78 a	10,57 a
SF	4,34±0,80	10,31±1,66	1,10 a	8,86 a
DMS	2,16	4,39	1,54	3,79
Efecto Past:(p-valor)	<0,01	0,02	0,03	0,48
C	1,70 b	13,97 a	2,60 a	8,86 a
P	6,98 a	6,65 b	0,29 b	10,57 a
DMS	2,16	4,39	1,54	3,79
Efecto inter:(p-valor)	0,81	0,18	0,16	0,86
C SF	2,42 b	13,36 a	1,60 ab	7,80 a
C NP	0,98 b	14,57 a	3,60 a	9,91 a
P SF	7,40 a	9,62 ab	0,61 b	9,91 a
P NP	6,55 a	3,68 b	-0,03 b	11,23 a
DMS	3,05	2,61	2,17	5,36

Coelorhachis selloana

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	101,33	77,14	92,34	58,19
Efecto Fert:(p-valor)	0,52	0,01	0,01	<0,01
NP		3,52 b	2,47 b	3,97 b
SF	3,78±0,79	10,93 a	9,26 a	15,08 a
DMS	3,00	4,37	4,25	4,34
Efecto Past:(p-valor)	0,11	0,11	0,11	0,62
C			3,64 b	8,85 a
P	3,78±2,24	7,22±3,21	8,09 a	10,19 a
DMS	3,00	4,37	4,25	4,34
Efecto inter:(p-valor)	0,15	0,26	0,39	0,19
C SF	1,46 b	7,22 b	5,97 b	12,73 a
C NP	2,92 b	2,68 a	1,31 b	4,98 b
P SF	7,22 a	14,65 a	12,55 a	17,43
P NP	3,51 ab	4,36 b	3,63 b	2,95 b
DMS	4,24	6,18	6,00	6,14

Eryngium horridum

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	155,88	114,15	140,61	112,51
Efecto Fert:(p-valor)	0,80	0,94	0,91	0,40
NP			5,23 a	3,34 a
SF	2,76±0,33	4,64±0,12	5,62 a	5,16 a
DMS	3,37	4,15	5,97	3,74
Efecto Past:(p-valor)	0,24	0,19	0,11	0,41
C			2,23 a	3,23 a
P	2,76±1,86	4,64±2,55	8,62 a	5,28 a

DMS	3,37	4,15	5,97	3,74
Efecto inter:(p-valor)	0,28	0,72	0,44	0,76
C SF	2,26 a	3,18 a	3,76 ab	4,46 a
C NP	0,62 a	2,49 a	0,69 b	1,99 a
P SF	2,79 a	5,93 a	7,47 ab	5,86 a
P NP	5,38 a	6,96 a	9,77 a	4,69 a
DMS	4,77	5,87	8,45	5,30

Paspalum dilatatum

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	104,90	116,27	152,48	71,68
Efecto Fert:(p-valor)	0,63	0,25	0,53	0,14
NP			1,42 a	3,18 a
SF	2,80±0,45	1,38±0,61	0,90 a	1,90 a
DMS	2,30	1,26	1,38	1,42
Efecto Past:(p-valor)	0,39	0,05	0,60	0,19
C		2,25 a	1,39 a	3,15
P	2,81±0,90	0,52 b	0,93 a	1,93 a
DMS	2,30	1,26	1,38	1,42
Efecto inter:(p-valor)	0,63	0,56	0,33	0,94
C SF	3,45 a	1,60 ab	1,53 a	2,53 ab
C NP	3,45 a	2,89 a	1,25 a	3,76 a
P SF	1,52 a	0,30 b	0,28 a	1,26 b
P NP	2,81 a	0,74 b	1,59 a	2,60 ab
DMS	3,26	1,78	1,96	2,01

Paspalum notatum

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	56,94	72,71	65,18	82,33
Efecto Fert:(p-valor)	0,10	0,05	0,29	0,27
NP	28,17 a	21,37 a	17,99 a	13,70 a
SF	21,43 b	9,70 b	12,77 a	8,71 a
DMS	10,20	8,85	7,85	7,23
Efecto Past:(p-valor)	0,63	0,93	0,23	0,12
C			18,15 a	7,88 a
P	22,85±2,01	15,53±0,30	12,61 a	14,53 a
DMS	10,20	8,85	7,85	7,23
Efecto inter:(p-valor)	0,82	0,69	0,90	0,55
C SF	16,81 a	10,99 ab	15,82 a	6,67 b
C NP	26,05 a	20,52 ab	20,47 a	9,08 ab
P SF	18,28 a	8,42 b	9,71 a	10,74 ab
P NP	30,29 a	22,23 a	15,50 a	18,31 a
DMS	14,43	12,52	11,11	10,22

Schizachyrium microstachyum

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	53,85	48,85	59,28	47,04
Efecto Fert:(p-valor)	0,53	0,80	0,08	0,23
NP			6,51 b	7,81 a
SF	18,2±2,02	10,72±0,43	11,11 a	10,26 a
DMS	7,68	4,11	4,10	3,33
Efecto Past:(p-valor)	0,66	0,07	0,09	0,18
C		13,55 a	11,50 a	10,68 a
P	18,2±1,68	7,89 b	6,12 b	7,38 a
DMS	7,68	4,11	4,10	3,33
Efecto inter:(p-valor)	0,68	0,31	0,68	0,50
C SF	19,34 a	14,45 a	14,29 a	11,26 a
C NP	14,68 a	12,65 a	8,72 ab	10,11 ab
P SF	19,92 a	6,37 b	7,94 b	9,26 ab
P NP	18,86 a	9,41 ab	4,31 b	5,50 b
DMS	10,86	5,80	5,79	4,71

Sporobolus indicus

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	91,17	48,78	68,93	57,49
Efecto Fert:(p-valor)	0,33	0,20	0,62	0,07
NP				5,42 a
SF	10,05±2,92	8,47±1,72	8,58±0,94	3,23 b
DMS	7,19	3,23	4,63	1,94
Efecto Past:(p-valor)	0,02	0,09	0,30	0,86
C	15,85 a	10,23 a		
P	4,26 b	6,70 b	8,58±2,03	4,32±0,13
DMS	7,19	3,23	4,63	1,94
Efecto inter:(p-valor)	0,85	0,84	0,38	0,10
C SF	13,42 ab	8,83 ab	8,78 ab	2,16 b
C NP	18,29 a	11,63 a	13,49 a	6,30 a
P SF	2,57 c	5,67 b	5,84 b	4,29 ab
P NP	5,96 bc	7,74 ab	6,22 b	4,55 ab
DMS	10,16	4,57	5,96	2,75

Stipa setigera

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	125,97	89,92	71,47	66,69
Efecto Fert:(p-valor)	0,08	0,73	0,20	0,88
NP	1,02 b	3,50±0,34	4,58±1,35	3,51±0,11
SF	3,15 a			
DMS	2,06	2,47	2,56	1,83
Efecto Past:(p-valor)	0,31	0,76	0,35	0,22
C	2,08±0,92	3,51±0,32	4,58±1,00	3,51±0,94
P				

DMS	2,06	2,47	2,56	1,83
Efecto inter:(p-valor)	0,14	0,19	0,33	0,37
C SF	4,71 a	4,49 a	6,48 a	4,48 a
C NP	0,77 b	2,06 a	2,96 b	3,43 a
P SF	1,60 b	3,02 a	4,93 ab	2,60 a
P NP	1,27 b	4,46 a	3,96 ab	3,54 a
DMS	2,91	3,49	3,15	2,70

Anexo 27. Resultados de contribución específica anual y estacional de otras especies.

	And ter	Ari uru	Pip mon	Pip sti	Tri pol
CV (%)	136,25	141,01	86,49	142,56	258,21
Efecto Fert:(p-valor)	<0,01	0,42	0,07	0,52	0,01
NP	1,21 b	1,24	3,49 b	0,99	1,11 a
SF	4,13 a	1,64	4,95 a	1,23	0,14 b
DMS	1,35	0,75	1,35	0,58	0,60
Efecto Past:(p-valor)	0,04	0,06	0,09	0,71	0,48
C	1,73 b	1,89 a	3,45 b	1,04	0,49 a
P	3,61 a	0,99 b	4,98 a	1,18	0,76 a
DMS	1,35	0,75	1,35	0,58	0,60
Efecto inter:(p-valor)	0,19	0,08	0,79	0,27	0,41
C SF	2,66 b	2,50 a	4,07 ab	1,36 a	0,16 b
C NP	0,80 b	1,29 b	2,83 b	0,72 a	0,82 ab
P SF	5,60 a	0,78 b	5,82 a	1,09 a	0,12 b
P NP	1,62 b	1,19 b	4,14 ab	1,26 a	1,40 a
DMS	1,91	1,06	1,92	0,83	0,85

Andropogon ternatus

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	179,15	105,39	147,56	88,03
Efecto Fert:(p-valor)	0,61	0,03	0,12	<0,01
NP	0,89	1,67 b	1,30	0,98 b
SF	1,35	5,47 a	4,26	5,44 a
DMS	1,57	2,95	3,21	2,21
Efecto Past:(p-valor)	0,04	0,02	0,86	0,87
C	-0,01 b	1,23 b	2,61	3,10
P	2,24 a	5,91 a	4,26	3,33
DMS	1,57	2,95	3,21	2,21
Efecto inter:(p-valor)	0,42	0,04	0,94	0,95
C SF	-0,14 b	1,27 b	4,15 a	5,36 a
C NP	0,13 b	1,20b	1,06 a	0,83 b
P SF	2,84 a	9,68 a	4,38 a	5,52 a
P NP	1,65 ab	2,15 b	1,06 a	1,13 b
DMS	2,22	4,17	4,55	3,13

Aristida uruguayensis

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	177,64	134,13	177,46	100,10
Efecto Fert:(p-valor)	0,49	0,83	0,75	0,59
NP	0,53	1,51	1,16	1,77
SF	0,99	1,73	1,52	2,31
DMS	1,06	1,70	1,86	1,60
Efecto Past:(p-valor)	0,04	0,90	0,04	0,72
C	1,46 a	1,68	2,57 a	1,87
P	0,07 b	1,56	0,11 b	2,21
DMS	1,06	1,70	1,86	1,60
Efecto inter:(p-valor)	0,50	0,95	0,28	0,09
C SF	1,90 a	1,77 a	3,36 a	2,96 a
C NP	1,01 ab	1,60 a	1,78 ab	0,78 a
P SF	0,09 b	1,70 a	-0,31 b	1,65 a
P NP	0,05 b	1,42 a	0,54 b	2,77 a
DMS	1,50	2,40	2,63	2,26

Piptopchaetium montevidensis

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	67,85	83,01	70,52	86,76
Efecto Fert:(p-valor)	0,15	0,14	0,70	0,37
NP	5,38	2,85	3,90	1,82
SF	8,61	5,13	3,45	2,61
DMS	3,71	2,59	2,03	2,13
Efecto Past:(p-valor)	0,91	0,14	0,27	0,07
C	6,86	2,71	2,94	1,29 b
P	7,12	5,26	4,41	3,14 a
DMS	3,71	2,59	2,03	2,13
Efecto inter:(p-valor)	0,63	0,45	0,61	0,41
C SF	7,96 a	3,28 a	3,01 a	2,05 ab
C NP	5,77 a	2,15 a	2,87 a	0,54 b
P SF	9,26 a	6,98 a	3,88 a	3,17 a
P NP	4,98 a	3,54 ab	4,93 a	3,11 a
DMS	5,25	3,67	2,87	2,13

Piptochaetium stipoides

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	80,23	155,33	262,32	76,43
Efecto Fert:(p-valor)	0,57	0,06	0,61	0,71
NP	0,67	0,29 b	0,68	2,32
SF	0,84	1,68 a	0,36	2,03
DMS	0,47	1,20	1,06	1,30
Efecto Past:(p-valor)	<0,01	0,18	0,15	0,08
C	1,19 a	1,48	0,03	1,46 b

P	0,32 b	0,49	1,01	2,90 a
DMS	0,47	1,20	1,06	1,30
Efecto inter:(p-valor)	0,57	0,27	0,62	0,66
C SF	1,36 a	2,58 a	0,03 a	1,49 a
C NP	1,03 a	0,39 b	0,04 a	1,43 a
P SF	0,32 b	0,79 b	0,69 a	2,58 a
P NP	0,32 b	0,19 b	1,32 a	3,22 a
DMS	0,67	1,69	1,51	1,84

Trifolium polymorphum

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	sd	206,26	153,44	88,98
Efecto Fert:(p-valor)		0,31	0,03	<0,01
NP		0,60	3,28a	0,57 a
SF		0,20	0,31 b	0,05 b
DMS		0,64	2,15	0,21
Efecto Past:(p-valor)		0,65	0,37	0,56
C		0,49	1,20	0,27
P		0,31	2,38	0,35
DMS		0,64	2,15	0,21
Efecto inter:(p-valor)		0,56	0,52	0,16
C SF		0,40 a	0,14 b	0,11 b
C NP		0,57 a	2,27 ab	0,44 a
P SF		<0,01 a	0,47 b	-0,01 b
P NP		0,62 a	4,28 a	0,71 a
DMS		0,91	3,04	0,30

Anexo 28. Resultados de la cobertura relativa estacional de las tribus.

Andropogoneae

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	39,52	28,53	55,13	24,03
Efecto Fert:(p-valor)	0,21	0,02	0,07	0,01
NP	27,88±4,58	29,38 b	15,24 b	28,47 b
SF		41,18 a	27,81 a	40,70 a
DMS	8,62	7,89	9,30	6,51
Efecto Past:(p-valor)	0,09	0,41	0,55	0,39
C	22,73 b	35,28±3,12	21,52± 2,52	34,58±2,59
P	32,93 a			
DMS	8,62	7,89	9,30	6,51
Efecto inter:(p-valor)	0,25	0,17	0,98	0,84
C SF	22,91 b	39,98 a	29,53 a	42,15 a
C NP	22,55 b	35,00 a	17,10 ab	30,68 bc
P SF	39,33 a	42,38 a	26,09 ab	39,24 ab
P NP	26,52 b	23,76 b	13,39 b	26,27 c
DMS	12,19	11,15	13,15	9,21

Aristideae

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	177,70	134,15	167,33	99,38
Efecto Fert:(p-valor)	0,49	0,83	0,59	0,48
NP	0,76±0,32	1,62±0,15	1,34±0,39	2,03±0,47
SF				
DMS	1,06	1,70	1,75	1,58
Efecto Past:(p-valor)	0,04	0,90	0,05	0,57
C	1,46 a	1,62±0,08	2,41 a	2,04±0,36
P	0,07 b		0,27 b	
DMS	1,06	1,70	1,75	1,58
Efecto inter:(p-valor)	0,50	0,95	0,30	0,10
C SF	1,90 a	1,77 a	3,23 a	2,89 a
C NP	1,02 ab	1,59 a	1,59 ab	0,67 a
P SF	0,09 b	1,70 a	0,01 b	1,86 a
P NP	0,05 b	1,42 a	0,53 a	2,74 a
DMS	1,50	2,40	2,48	2,24

Eragrostideae

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	90,90	76,07	173,05	86,90
Efecto Fert:(p-valor)	0,70	0,97	0,70	0,38
NP	2,79±0,31	4,68±0,03	0,45±0,09	1,26±0,30
SF				
DMS	1,98	2,79	0,61	0,86
Efecto Past:(p-valor)	0,52	0,20	0,01	<0,01
C	2,79±0,62	4,68±1,78	-0,07 b	0,22 b
P			0,97 a	2,31 a
DMS	1,98	2,79	0,61	0,86
Efecto inter:(p-valor)	0,49	0,43	0,55	0,37
C SF	1,73 a	6,57 a	-0,11 c	-0,23 b
C NP	2,97 a	5,33 a	-0,03 bc	0,67 b
P SF	3,42 a	2,75 a	1,15 a	2,32 a
P NP	3,06 a	4,09 a	0,80 ab	2,29 a
DMS	2,81	3,95	0,86	1,21

Paniceae

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	44,61	50,66	44,48	28,79
Efecto Fert:(p-valor)	0,05	0,01	0,56	0,05
NP	34,47 a	29,76 a	22,45±2,36	30,01 a
SF	21,56 b	13,82 b		21,15 b
DMS	9,79	8,65	7,83	5,77
Efecto Past:(p-valor)	0,55	0,99	0,19	0,12
C	28,01±2,45	21,79±0,04	22,46±4,24	25,57±3,81
P				
DMS	9,79	8,65	7,83	5,77
Efecto inter:(p-valor)	0,78	0,91	0,14	0,85
C SF	20,70 b	13,53 b	23,72 ab	18,14 c
C NP	31,85 ab	30,11 a	27,20 a	27,63 ab
P SF	22,42 b	14,10 b	24,55 ab	24,15 bc
P NP	37,09 a	29,41 a	14,36 b	32,39 a
DMS	13,85	12,23	11,07	8,16

Poeae

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	sd	sd	155,87	69,58
Efecto Fert:(p-valor)			0,55	0,10
NP			0,79±0,24	4,22 a
SF				2,44 a
DMS			0,96	1,80
Efecto Past:(p-valor)			0,03	0,55
C			1,42 a	3,33±0,43
P			0,16 b	
DMS			0,96	1,80
Efecto inter:(p-valor)			0,70	0,25
C SF			1,15 ab	2,74 ab
C NP			1,69 a	3,30 ab
P SF			0,09 b	2,13 b
P NP			0,22 b	5,14 a
DMS			1,35	2,55

Stipeae

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	65,29	62,44	46,36	42,26
Efecto Fert:(p-valor)	0,06	0,13	0,90	0,70
NP	6,96 b	8,53±2,69	8,83±0,16	7,90±0,43
SF	12,71 a			
DMS	5,03	4,17	3,20	2,62
Efecto Past:(p-valor)	0,87	0,44	0,67	0,53
C	9,83±0,31	8,53±1,32	8,83± 0,56	7,90± 0,68
P				
DMS	5,03	4,17	3,20	2,62
Efecto inter:(p-valor)	0,73	0,54	0,45	0,26
C SF	13,43 a	10,24 a	9,01 a	8,00 a
C NP	6,69 a	4,95 a	7,85 a	6,85 a
P SF	12,00 a	10,64 a	8,40 a	7,21 a
P NP	7,22 a	8,31 a	10,06 a	9,58 a
DMS	7,11	5,90	4,53	3,70

Zoiseae

	Verano	Otoño	Invierno	Primavera
CV (%)	91,17	48,78	60,93	57,49
Efecto Fert:(p-valor)	0,33	0,20	0,62	0,07
NP	10,05±2,92	8,47±1,72	8,58±0,94	5,42 a
SF				3,23 b
DMS	7,18	3,23	4,63	1,94
Efecto Past:(p-valor)	0,01	0,08	0,30	0,86
C	15,85 a	10,23 a	8,58±2,03	4,32±0,13
P	4,26 b	6,70 b		
DMS	7,18	3,23	4,63	1,94
Efecto inter:(p-valor)	0,73	0,54	0,45	0,10
C SF	13,43 a	10,24 a	9,01 a	2,16 b
C NP	6,69 a	4,95 a	7,85 a	6,30 a
P SF	12,00 a	10,64 a	8,40 a	4,29 ab
P NP	7,22 a	8,31 a	10,06 a	4,55 ab
DMS	7,11	5,90	4,53	2,75