

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARACTERIZACIÓN DE LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA DE UN CAMPO  
NATURAL BAJO DIFERENTES ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN

por

Valeria CEJAS PENA

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

MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2016

Tesis aprobada por:

Director:

---

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

---

Ing. Agr. (Dra). Mónica Cadenazzi Pascual

---

Ing. Agr. (MSc). Silvana Elena Noëll Estapé

---

Ing. Agr. (MSc). Ramiro Zanoniani Correa

Fecha: 27 de abril de 2016

Autor:

---

Valeria Cejas Pena

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quisiera agradecer al profesor Pablo Boggiano porque además de haber confiado en mi y haberme apoyado en cada momento, me enseñó la pasión por la docencia.

También agradezco a la profesora Mónica Cadenazzi que me brindó su apoyo para el procesamiento de los datos.

Agradezco a mis amigos de Facultad, que son lo mejor que me ha dejado esta etapa, en especial a Emilio y Soledad que han sido mi principal soporte en todo este camino.

Por último quiero agradecer mi familia, particularmente a mis padres, Adriana y José, por su apoyo incondicional y su paciencia infinita.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u> .....	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u> .....	3
2.1. PRADERAS NATURALES, CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	3
2.2. EFECTO DEL PASTOREO.....	4
2.2.1. <u>Selectividad</u> .....	5
2.2.2. <u>Efecto del pastoreo en la composición botánica</u> .....	5
2.2.3. <u>Resistencia al pastoreo</u> .....	7
2.3. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA - FOSFATADA EN LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA DEL CAMPO NATURAL.....	8
2.4. EFECTO DEL MEJORAMIENTO EN LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA..	11
2.5. ASOCIACIÓN TIPO DE SUELO-COMPOSICIÓN BOTÁNICA.....	12
2.6. ESTRATEGIAS PARA MEDIR O COMPRAR COMUNIDADES.....	17
2.6.1. <u>Diversidad, equidad, riqueza</u> .....	18
2.6.2. <u>Grupos funcionales</u> .....	20
2.6.3. <u>Valor pastoral</u> .....	21
2.7. MÉTODOS PARA MEDIR LA VEGETACIÓN.....	21
2.7.1. <u>Características de los diferentes métodos</u> .....	23
2.8. HIPÓTESIS.....	24
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u> .....	25

3.1. CONDICIONES GENERALES DE LA EVALUACIÓN .....	25
3.1.1. <u>Localización y período de muestro</u> .....	25
3.2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL.....	27
3.2.1. <u>Suelos</u> .....	27
3.2.2. <u>Vegetación general del potrero</u> .....	28
3.3. MANEJO DEL SITIO EXPERIMENTAL.....	29
3.3.1. <u>Manejo animal</u> .....	29
3.3.2. <u>Medidas de intervención y diseño de muestreo</u> .....	30
3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....	30
3.4.1. <u>Método de descripción de la vegetación</u> .....	30
3.5. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES ANALIZADAS.....	31
3.5.1. <u>Ciclo productivo</u> .....	32
3.5.2. <u>Ciclo de vida</u> .....	32
3.5.3. <u>Tipo productivo</u> .....	32
3.5.4. <u>Forma de vida</u> .....	34
3.5.5. <u>Valor pastoral</u> .....	34
3.5.6. <u>Riqueza, equidad, diversidad</u> .....	34
3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....	35
3.6.1. <u>Modelo</u> .....	35
3.6.2. <u>Análisis de datos</u> .....	36
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	38
4.1. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA .....	38
4.2. RESULTADOS GENERALES .....	39
4.3. ESTUDIO DE CONGLOMERADO POR ESPECIE .....	40
4.4. ESTUDIO DE LAS UNIDADES MUESTRALES SEGÚN GRUPOS FUNCIONALES .....	43

4.5. ESTUDIO DE GRUPOS FUNCIONALES.....	45
4.6. ESTUDIO DE LAS PRINCIPALES TRIBUS DE GRAMÍNEAS.....	50
4.6.1. <u>Andropogoneae</u> .....	50
4.6.2. <u>Chlorideae</u> .....	52
4.6.3. <u>Poeae</u> .....	54
4.7. ESTUDIO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES .....	56
4.7.1. <u>Bothriochloa laguroides</u> .....	57
4.7.2. <u>Bouteloua megapotamica</u> .....	58
4.7.3. <u>Bromus auleticus</u> .....	60
4.7.4. <u>Lolium multiflorum</u> .....	61
4.7.5. <u>Paspalum dilatatum</u> .....	63
4.7.6. <u>Paspalum notatum</u> .....	64
4.7.7. <u>Maleza menor y maleza enana</u> .....	66
4.7.8. <u>Vulpia australis</u> .....	67
4.8. ESTUDIO DEL VALOR PASTORAL .....	68
4.9. ESTUDIO DE RIQUEZA, EQUIDAD Y DIVERSIDAD .....	69
4.10. CONSIDERACIONES FINALES.....	72
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	73
6. <u>RESUMEN</u> .....	74
7. <u>SUMMARY</u> .....	75
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u> .....	76
9. <u>ANEXOS</u> .....	86

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Agrupamiento de las unidades muestrales según composición botánica. ....	41
Figura No.	
1. Imagen satelital de la zona de estudio con plano del experimento. En donde: campo natural (CN), campo natural mejorado (CNM), campo natural fertilizado con 120 kg/ha/año de nitrógeno (120), y campo natural fertilizado con 60 kg/ha/año de nitrógeno(60).....	26
2. Mapa detallado de suelo del área experimental, siendo: 4a Planosoles eútricos; 3 Solonetz solodizados; 2b Litosoles; 2a Brunosol eútrico típico,.....	28
3. Mapa con los 155 puntos relevados. ....	31
4. Precipitaciones y temperaturas promedio históricas (1980-2013) y del 2014 para Paysandú. ....	39
5. Gráfico de componentes principales de grupos funcionales y medida de intervención:suelo siendo: perenne invernal cespitosa (PIC), perenne estival cespitosa (PES), perenne estival estolonífera (PES), anual invernal cespitosa (AIC), no gramíneas (NOGRAM), campo natural (CN), campo natural mejorado (CNM), campo natural fertilizado con 120 kg/ha de N, campo natural fertilizado con 60 kg/ha de N, Brunosol (BR), Litosol (LI), Blanqueal (BL), Planosol (PL). ....	44
6. Cobertura de gramíneas perennes estivales cespitosas (PEC) según tipo de suelo.....	46
7. Cobertura de gramíneas perennes estivales estoloníferas (PES) según tipo de suelo. Blanqueal (BL), Litosol (LI), Brunosol (BR). ....	47
8. Cobertura relativa de las gramíneas perennes invernales cespitosas según tipo de suelo, siendo Blanqueal (BL), Litosol (LI), Brunosol (BR)...	48
9. Cobertura relativa de las no gramíneas (NOGRAM) según tipo de suelo....	49
10. Cobertura relativa de anuales invernales cespitosas (AIC) según tipo de suelo.....	50
11. Cobertura relativa de la tribu Andropogoneae según tipo de suelo. ....	51

12. Cobertura relativa de la tribu Chlorideae según tipo de suelo.....	53
13. Cobertura relativa de la tribu Chlorideae según tratamiento .....	54
14. Cobertura relativa de la tribu Poeae según tipo de suelo.....	55
15. Cobertura relativa de la tribu Poeae según tratamiento.....	56
16. Cobertura relativa de <i>Bothriochloa laguroides</i> según tipo de suelo. ....	57
17. Cobertura relativa de <i>Bothriochloa laguroides</i> según tratamiento.....	58
18. Cobertura relativa de la <i>Bouteloua megapotamica</i> según tipo de suelo. ....	59
19. Cobertura relativa del <i>Bromus auleticus</i> según tipo de suelo. ....	61
20. Cobertura relativa del <i>Lolium multiflorum</i> según tipo de suelo.....	62
21. Cobertura relativa del <i>Lolium multiflorum</i> según tratamiento. ....	63
22. Cobertura relativa del <i>Paspalum dilatatum</i> según tipo de suelo, siendo Blanqueal (BL), Litosol (LI), Brunosol (BR).....	64
23. Cobertura relativa del <i>Paspalum notatum</i> según tipo de suelo. ....	65
24. Cobertura relativa de Malezas menores y malezas enanas según tipo de suelo.....	67
25. Cobertura relativa de <i>Vulpia australis</i> según tipo de suelo. ....	68
26. Valor pastoral según tipo de suelo.....	69
27. Gráfico de componentes principales de las unidades muestrales con respecto diversidad, equidad y riqueza. ....	70



## 1. INTRODUCCIÓN

El campo natural es el principal recurso forrajero del país, ocupando el 64% de su superficie (MGAP. DIEA, 2014). Es definido como una comunidad vegetal formada principalmente por especies herbáceas y subarborescentes (Berretta y Do Nascimento, 1991) en donde las gramíneas de metabolismo C4 son las dominantes y las C3 son escasas (Berretta et al., 1998a).

Si bien el territorio uruguayo ocupa una superficie no muy extensa, con clima bastante similar en las distintas regiones, presenta una gran diversidad de tipo de suelos, consecuencia de la gran variabilidad litológica, topográfica y de drenaje. Esto da lugar a pasturas naturales, complejas y heterogéneas de carácter herbáceo con diferentes características morfológicas y biológicas (Millot et al., 1987).

A esta heterogeneidad, se le agrega el efecto de la selectividad del pastoreo, el cual también influye en la diversidad, reduciendo las especies más palatables (Millot et al., 1987).

En Uruguay, las gramíneas son la familia dominante en la vegetación de campos, con cerca de 400 especies (Del Puerto 1969, Millot et al. 1987) asociadas se da un número menor de otras familias como ciperáceas, compuestas, umbelíferas, rubiáceas y leguminosas.

La composición de especies que componen un campo natural depende de la región, tipo de suelo y de factores de manejo, lo que indica la importante adaptación de las especies a estos factores (Del Puerto, 1969).

Si bien la estrecha relación entre sitio y composición botánica ha sido reportada en varias ocasiones (López y Valentine, 2003) son escasos los trabajos a nivel nacional que la cuantifiquen.

Los estudios sobre la biodiversidad son fundamentales, siendo los mejores descriptores ecológicos del sistema, no debiendo ser reducidos a las especies predominantes, sino que se deben de considerarse también aquellas

especies que nos permitan medir los diferentes atributos de la biodiversidad (Aguar, 2005).

Una pérdida de difícil valoración es la reducción de la biodiversidad, agravado por la ausencia de estudios que, cuantifiquen y caractericen con detalle la funcionalidad ambiental y la utilidad de las especies del campo natural (Boggiano y Berretta, 2006).

El objetivo del presente trabajo, realizado durante la primavera de 2014, está orientado a analizar cómo se relacionan el tipo de suelo y diferentes medidas de intervención con la estructura de la vegetación, descrita a través de diferentes taxonomías y niveles jerárquicos.

## 2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. PRADERAS NATURALES, CARACTERÍSTICAS GENERALES

El territorio uruguayo forma parte del bioma Pampa, junto con el sur de Brasil y Argentina. Es un bioma complejo, integrado por varias formaciones vegetales, de las cuales los Campos dominados por gramíneas son los más representativos (Boldrini, 2009).

Uruguay se ubica entre los paralelos 30 y 35 grados de latitud sur, ubicándose en una zona de transición entre un clima subtropical y templado (Soriano, 1991). En esta zona, las gramíneas de metabolismo C3 comienzan a hacerse dominantes frente a las C4. La temperatura es uno de los principales factores que determina la presencia o no de los diferentes metabolismos (Sala, 1988), las especies C4 presenta óptimos de temperatura e intensidad de luz mayores (22-28° C) que las especies de ciclo C3, que proveen forraje en otoño-invierno-primavera, tienen menores óptimos de temperatura (18-21° C) y producen forraje de mayor valor nutritivo durante esa época del año (Sage, 1999).

Las comunidades en nuestro país se caracterizan por presentar dominancia de especies estivales (Millot et al., 1987). Éstas alcanzan un número de 400 especies de gramíneas, tanto de ciclo estival (tipo C4) como invernal (tipo C3), siendo esta asociación una característica de las pasturas naturales; siendo Poaceae la familia más numerosa. Dentro de esta familia, las tribus más importantes son las siguientes, Paniceae, Andropogoneae, Eragrostae, Chlorideae, Poeae, Stipeae, Piptochaetium, y Agrostidaea (Boggiano y Berretta, 2006).

Las diferencias entre las especies C4 y C3 en aspectos metabólicos como fotorrespiración, conductancia estomática, eficiencia en el uso del agua, uso de la luz, y dinámica del CO<sub>2</sub> son consistentes generando ventajas en ambientes más cálidos y de mayor radiación a las especies C4, además de ser más eficientes en la actual concentración atmosférica de CO<sub>2</sub> (Sage 1999, Wedin 2004).

Desde un punto de vista ecológico, la mayor eficiencia en el uso del agua tal vez sea el factor de mayor implicancia del ciclo C4, como pueden mantener altas tasas fotosintéticas a bajas concentraciones de CO<sub>2</sub>, pueden tolerar significativamente una menor conductancia estomática comparada con las C3 (Wedin, 2004).

La abundancia de especies de tipo C4 en las pasturas del país sería provocada porque estas plantas usan más eficientemente el nitrógeno y el agua que las especies del tipo C3, en consecuencia poseen mayor adaptación a suelos de baja fertilidad y sequía. El hecho de que los suelos más fértiles y más profundos son los que ofrecen una distribución estacional más equilibrada, con una entrega invernal de forraje relativamente superior a la de los suelos pobres, confirma este comportamiento. Además las especies cambian sus frecuencias y sus hábitos tanto fisiológicos como ecológicos, adaptándose a las condiciones cambiantes del material geológico, topografía, y efecto del manejo del pastoreo (Millot et al. 1987, Carámbula 2002).

## 2.2. EFECTO DEL PASTOREO

La relación entre plantas y herbívoros es muy dinámica, y ha habido una larga y cercana co-evolución desde mediados del período Terciario (Coughenour, 1991). El pastoreo es parte del ecosistema pastoril, ni el ganado ni la vegetación se deben de considerar separadamente (Valentine, 1990).

El pastoreo es el factor de mayor impacto sobre la estructura y la diversidad florística, como consecuencia de remoción de área foliar, deyecciones junto con una redistribución de nutrientes y pisoteo (Sala 1988, Boggiano et al. 2005) siendo la selectividad el principal componente sobre la diversidad. El estudio de la influencia del mismo permite conocer los cambios que se producen en estas comunidades vegetales, así como determinar la evolución de las mismas a lo largo del tiempo (Berretta, 1998b).

La carga animal es la herramienta más importante en el manejo del pastoreo, siendo la presión de pastoreo la principal fuerza que controla la composición del tapiz (Rosengurtt 1943, Heady 1975, Millot et al. 1987, Holechek et al. 1989).

De acuerdo a Millot et al. (1987), utilizaciones inadecuadas de las pasturas conducen a un proceso de selección natural que favorece la sobrevivencia y dominancia de las especies adaptadas a sobrepastoreo o subpastoreo, pero no a la producción eficiente de forraje de calidad.

### 2.2.1. Selectividad

De acuerdo con Briske y Heitschmidt (1991), los animales en pastoreo están continuamente seleccionando las plantas de las que se van a alimentar, dependiendo de la palatabilidad, la abundancia de las plantas en el tapiz, la percepción visual, y la memoria de las últimas plantas que consumieron.

La selectividad modifica las relaciones de competencia entre las plantas, las más palatables son las primeras que muestran síntomas de estrés, pierden vigor, aumentan las anuales, y la reproducción es casi ausente. A medida que el pastoreo continua, las más palatables van disminuyendo o desaparecen (Briske y Heitschmidt, 1991).

Además, de acuerdo al forraje disponible los rumiantes seleccionan hojas sobre tallos y material verde respecto al seco, así como una dieta con superior contenido de energía, fósforo y nitrógeno y menos presencia de fibra (Briske y Heitschmidt, 1991) lo que también estaría generando diferencias en la competitividad entre las plantas.

### 2.2.2. Efecto del pastoreo en la composición botánica

Los animales en pastoreo deben ser considerados como una potencial fuente de estrés ambiental para la pradera, con intensidad de pastoreo, promoviendo cambios en la composición botánica, y en la densidad de plantas y macollos (López y Valentine, 2003).

Las especies seleccionadas por lo animales pueden ser sobrepastoreadas, de manera que su presencia en la pradera puede decrecer con el tiempo. Pero también es relevante para las especies que no han sido

seleccionadas, porque estas especies tendrían la oportunidad de incrementar la presencia en la pradera (López y Valentine, 2003).

Según Aguiar (2005), ajustar las medidas de manejo es necesario para preservar la biodiversidad y sustentabilidad de los sistemas pastoriles.

Diversos estudios se han realizado para analizar la interacción planta-animal, Formoso (1996) realizó un estudio con exclusiones del pastoreo, en donde obtuvo un incremento de gramíneas cespitosas y una reducción de especies estoloníferas como *Axonopus affinis* y *Paspalum notatum* luego de dos años de exclusión. Estas últimas están adaptadas a condiciones de pastoreo más intenso, siendo las más exitosas en estos ambientes. Las cespitosas que presentaron incrementos en la zona excluida fueron *Paspalum dilatatum*, *Piptochaetium stipoides*, *Poa lanigera*, *Stipa setigera* y Ciperáceas, lo que podría indicar el proceso selectivo que tiene el ganado sobre estas especies. Por otro lado las especies invernales *Stipa papposa* y *Vulpia australis* de menor porte tendieron a desaparecer por no poder competir con el cerramiento del tapiz e incremento de las cespitosas altas.

En el mismo sentido, Altesor et al. (2005) reportan que las gramíneas crecientes en ausencia de pastoreo fueron *Bromus auleticus*, *Coelorhachis selloana*, *Melica rigida*, *Piptochaetium stipoides*, *Piptochaetium bicolor* y *Stipa setigera*, todas cespitosas y en su mayoría de crecimiento invernal. Estas especies en un período de tres a cuatro años se volvieron dominantes.

Diferentes autores han reportado que en dependencia de los tipos productivos (Boggiano y Berretta, 2006) los períodos de descansos prolongados llevan a una reducción en el número de especies donde las plantas de mayor porte desplazan las hierbas enanas (Rodríguez et al. 2003, Strum, citado por Boggiano y Berretta 2006).

Por otra parte, Nai-Bregaglio et al. (2002), observaron que más del 85 % del total de especies se registraron en sitios pastoreados en contraste con un 65 % presente en los sitios excluidos al ganado. La acción del pastoreo sobre la diversidad depende de la intensidad y del tipo de herbívoros (Milchunas y Lauenroth, citados por Nai-Bregaglio et al., 2002). El pastoreo produce un

aumento de la diversidad a cargas moderadas y reducción a cargas bajas y altas (Carvalho et al., 2003) favoreciendo la invasión de especies exóticas.

Boggiano et al. (2005) obtuvieron resultados similares, analizaron que los efectos de los períodos de descanso 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. La magnitud y velocidad de esta respuesta será dependiente de características del campo, como el estado actual de degradación, la frecuencia de especies deseables y del banco de semillas del suelo. Estos manejos pueden modificar la relación gramínea invernales/estivales, haciendo que la misma aumente.

### 2.2.3. Resistencia al pastoreo

Los herbívoros, estuvieron alimentándose y conviviendo con las pasturas durante eones. En este camino las plantas han desarrollado diferentes mecanismos para resistir al pastoreo, como evasión y tolerancia (Holechek et al. 1989, Briske 1996).

La resistencia al pastoreo se define como la capacidad de las plantas de sobrevivir y crecer en estos sistemas, siendo algunas especies más afectadas por el pastoreo que otras (Painter, citado por Briske 1996).

La evasión incluye mecanismos que reducen la probabilidad y severidad del pastoreo, mientras que la tolerancia consiste en mecanismos que promueven el crecimiento luego de la defoliación (Briske, 1996).

Los mecanismos de evasión están determinados por la arquitectura de la planta, estos son mecanismos disuasivos como espinas y compuestos bioquímicos que reducen la accesibilidad de los animales al área foliar (Briske, 1996).

Por otra parte, los mecanismos de tolerancia, están definidos por la habilidad de los meristemas residuales y procesos fisiológicos capaces de

promover el crecimiento. Como crecimiento compensatorio, translocación de carbono, reservas de carbohidratos (Briske, 1996).

Las plantas tienen diferentes grados de tolerancia al pastoreo variando con los momentos del año, en los cuales este proceso puede llegar a ser beneficioso o perjudicial, para la supervivencia de la misma (Briske, 1996). Además, las plantas con sus puntos de crecimiento elevados, sobre la superficie del suelo, son más susceptibles al pastoreo que aquellas que presentan los puntos meristemáticos basalmente. Las especies que permanecen vegetativas por más tiempo, son más resistentes al pastoreo (Branson, citado por Holechek et al. 1989).

A pesar de las diferentes estrategias de resistencia al pastoreo; el aumento o disminución de la abundancia de la especie en respuesta al mismo se debe mayormente a la preferencia de los animales que a las características de la especie para resistir (Caldwell, 1985).

Las variaciones entre especies y las existentes dentro y entre ecotipos confieren a las gramíneas nativas de gran plasticidad para la adaptación a diferentes sistemas de producción, así como también estabilidad a cambios climáticos anuales y estacionales, tan frecuentes en nuestro medio (Millot et al., 1987).

### 2.3. EFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA - FOSFATADA EN LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA DEL CAMPO NATURAL

En el ecosistema pastoril, existen tres principales vías para la incorporación de nitrógeno a las pasturas, reciclaje por mineralización del suelo y residuos vegetales o animales, aplicación de fertilizantes y asociación con leguminosas (Carámbula, 2002).

La utilización del nitrógeno debe ser considerada como una herramienta para modificar la distribución e incrementar la producción de forraje a lo largo del año, debiendo considerarse su uso en sistemas intensivos (Carámbula, 2002).



El momento de la aplicación determina el comportamiento de la pastura promoviéndose las especies que están en crecimiento. Ayala y Carámbula (1994b), afirman que el uso del nitrógeno magnifica la estacionalidad del campo natural. Así, las fertilizaciones otoñales incrementan el macollaje de especies invernales y favorecen mayores rendimientos en primavera. En campos naturales donde dominan las especies estivales y las invernales tienen un aporte muy bajo, la mayor respuesta al nitrógeno se observa en el período de primavera, verano y otoño.

En estas condiciones, si bien en invierno también se registran efectos favorables al agregado de nitrógeno, la producción de materia seca en términos absolutos no es relevante en cuanto al aporte de forraje para cubrir las necesidades de los animales. Esto sugiere descartar el uso de este nutriente para elevar la producción inmediata en esta estación (Ayala y Carámbula, 1994b).

Se ha determinado que el recubrimiento de la vegetación es mayor en las áreas fertilizadas al registrarse un mayor número de especies en ellas (favoreciéndose las especies de mayor respuesta), mayor número de presencias por unidad de muestreo y presentar las plantas un mayor tamaño, (Ayala y Carámbula 1994b, Berretta et al. 1998a, Nabinger et al. 2006).

Tanto Boggiano et al. (2005) como Zanoniani et al. (2011), encontraron respuestas a la fertilización nitrogenada en otoño-invierno, tanto en composición botánica como en producción de materia seca. Constataron incrementos en la producción invernal de materia seca y aumentos en la relación MS de invernales/ MS de estivales en el forraje disponible, como respuesta a la fertilización nitrogenada otoñal de las gramíneas invernales.

Berretta et al. (1998a), en un experimento con fertilizaciones de 200 kg/ha de urea y de 200 kg/ha de superfosfato, determinaron el aumento de la cobertura de las especies invernales como Ciperáceas, *Piptochaetium stipoides* y *Stipa setigera* en los tratamientos fertilizados. En invierno aumentan su frecuencia *Oxalis sp.*, que es una hierba invernal.

Los pastos finos, tiernos y tierno-finos tienden a incrementar su presencia en los tratamientos fertilizados, siendo los principales *Adesmia bicolor*, *Paspalum dilatatum*, *Poa lanigera*, y *Stipa setigera*. Los pastos tiernos como

*Andropogon ternatus*, *Coelorhachis selloana*, *Paspalum notatum* y *Piptochaetium stipoides* también aumentaron su presencia. Por otra parte, los pastos ordinarios reducen su participación al recubrimiento del suelo en los tratamientos fertilizados Berretta et al. (1998a).

Boggiano et al. (2004) manejando combinaciones de diferentes ofertas de forraje y niveles de fertilización nitrogenada-fosfatada, en otoño-invierno, observaron que la contribución de las gramíneas invernales aumentó con el agregado de la fertilización hasta llegar a una dosis de 180 kg/ha de nitrógeno.

Rodríguez Palma et al. (2004), obtuvieron resultados similares mediante fertilizaciones fraccionadas sobre campo natural en donde tuvieron aumentos en la producción total de 40 a 50% en la participación de las gramíneas invernales, en particular un mayor aporte de las especies finas, entre ellas *Bromus auleticus*, la cual duplicó su producción.

Por lo tanto, en campos donde existe una alta frecuencia de pastos finos, se pueden promover mediante fertilizaciones nitrogenadas y ajuste de la carga (Boggiano et al., 2005).

La fertilización nitrogenada también puede promover el desarrollo de especies anuales, Ayala y Carámbula (1994b) en un estudio de respuesta a fertilizaciones nitrogenadas fraccionadas en campo natural, observaron modificaciones del balance entre especies, con el aumento de gramíneas anuales invernales, como *Gaudinia fragilis* y *Vulpia australis*. La presencia de un banco latente de semillas en el suelo y el levantamiento de las restricciones de fertilidad serían las condicionantes de este comportamiento. Por otro lado, Cardozo et al. (2008), encontraron que a tres años de la última fertilización, se mantuvo una mayor contribución de especies anuales en los tratamientos con mayores dosis de nitrógeno. Esto indicaría que altas dosis de N podrían conducir a la degradación de la pastura por la desestabilización de las comunidades naturales, al existir sustitución de las especies perennes por anuales.

Estos efectos residuales pueden permanecer por períodos mayores, como lo determinaron Larratea y Soutto (2013), quienes que encontraron mayor

cobertura de gramíneas invernales en los niveles más altos de fertilización nitrogenada a 10 años de haberse suspendido las aplicaciones.

#### 2.4. EFECTO DEL MEJORAMIENTO EN LA COMPOSICIÓN BOTÁNICA

El mejoramiento de campo con leguminosas en cobertura, conjuntamente con fertilización fosfatada es la actividad más frecuentemente utilizada para aumentar la producción del campo natural así como su calidad, además de aportar nitrógeno al sistema (Berretta 1998b, Bemhaja 2002, Carámbula 2002).

Scheffer-Basso et al. (1998), en un experimento que consistió en implementar fertilización con calcio y fósforo sobre campo natural mejorado con especies invernales, concluyeron que el fósforo fue un factor de gran importancia para obtener altos rendimientos (1500-3000 kg/ha de materia seca) explicados por las especies invernales introducidas, siendo también influenciado por la fuente de fósforo utilizada.

Bemhaja (1994) realizó mejoramientos en cobertura con siembra de *Lotus corniculatus*, *Trifolium pratense* y *Trifolium repens* fertilizados con 40 y 80 unidades de  $P_2O_5$ , y determinó que la mejor especie implantada fue *Trifolium pratense*. Las gramíneas nativas contribuyeron el primer año con 31%, mientras que la segunda y tercer primavera fue de 19% y 63% respectivamente, mostrando que las gramíneas nativas vuelven a ocupar los espacios dejados por las leguminosas introducidas.

Por otro lado, en un trabajo de Bermúdez y Ayala (2002), evaluaron el efecto de la fertilización fosfatada bajo pastoreo, midiendo la producción de forraje, en campo natural y campo natural mejorado con *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*, con dosis de 45 y 90 kg/ha de  $P_2O_5$  a la siembra y 30 y 60 kg/ha de  $P_2O_5$  como refertilización anual. Los resultados obtenidos indicaron que la producción de *Trifolium repens*, fue máximo con el mayor nivel de fertilización, tanto para invierno como para primavera.

A su vez, Bemhaja (2002) en un mejoramiento con *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*, fertilizado con  $P_2O_5$ , y con tres cargas diferentes baja, media

y alta (1,4; 1,9 y 2,3 respectivamente), encontró que la máxima contribución de las leguminosas sembradas fue en la primavera del segundo año para todos los tratamientos, mientras que para las gramíneas invernales nativas como *Stipa setigera* y *Poa lanigera* tuvieron mayor contribución en cargas bajas, también en la primavera del segundo año.

En un trabajo realizado por Risso et al. (2002), donde se evaluaron diferentes mejoramientos, en los cuales encontraron que aquellos con *Trifolium repens* y *Lotus subbiflorus* por lo general presentaron más de 30 especies en las distintas estaciones, mientras que los mejoramientos con *Lotus subbiflorus* presentaron menor número de especies en promedio. La introducción de leguminosas, la fertilización con fósforo y el manejo del pastoreo han inducido un cambio en la composición botánica del campo natural que se manifiesta en un incremento en la contribución de especies invernales y de los pastos finos y tiernos nativos y naturalizados.

## 2.5. ASOCIACIÓN TIPO DE SUELO-COMPOSICIÓN BOTÁNICA

La composición botánica de los campos naturales es heterogénea, dependiendo principalmente del área geográfica del país (Gallinal et al., 1938) y del tipo de suelo (Ronsengurtt 1979, Millot et al. 1987).

La textura de los suelos es una propiedad física básica, que junto con la materia orgánica y la proporción de sodio, determinan la estructura. Suelos ricos en sodio tiene problemas de estructura, lo que genera una limitante para el crecimiento vegetal, resultado de la disminución de la permeabilidad, porosidad y del drenaje interno (Cuttle, 2008).

Variables ambientales a una escala local pueden llegar a ser limitantes para el crecimiento vegetal, como la fertilidad del suelo, disponibilidad de agua, características físicas y animales. El efecto de estas variables se aprecia en las praderas sobre cambios de la composición botánica (Gasto et al., citados por López y Valentine, 2003).

May et al. (1990), determinaron que los distintos componentes del tapiz natural, guardan una relación estrecha con las características de los suelos y

éstas a su vez con la evolución del tapiz. Determinaron que las especies invernales, en general, se relacionan positivamente con el contenido de arcilla, la CIC, el contenido de calcio, en menor grado con el pH del horizonte A, el contenido de materia orgánica y la relación Mg/K. Por otro lado, las gramíneas cespitosas estivales no mostraron asociaciones, con ninguna de las variables del suelo.

Algunas especies se presentan en varios tipos de sistemas pastoriles, variando sus frecuencias, mientras que otras solamente se presentan en determinadas regiones. La topografía y tipos de suelo son claves para la determinación de la composición botánica. Estos factores generan diferencias en el ambiente, lo cual se traduce en un gradiente de vegetación (Palleres et al., 2005).

Millot et al. (1987) determinaron que tanto el *Axonopus affinis* como el *Paspalum notatum* son dos especies con buena presencia en todo el país. Mientras que especies perennes invernales están, en general, menos representadas que las estivales en todas las regiones. A su vez las especies anuales son en su mayoría invernales, siendo más comunes en suelos superficiales. Las anuales estivales tienen un rol poco importante en el tapiz natural. En ninguna región llegan a ser frecuentes, salvo cuando ocupan nichos dejados por manejos anteriores de la pastura poco racionales.

En suelos arcillosos, Neto Gonçalves et al. (1987), determinaron que las principales especies fueron *Panicum millioides*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, así como las leguminosas *Adesmia bicolor*, *Desmodium incanum*, *Galactia sp.*, *Medicago polyphorpha*, *Rhynchosia sp.* En zonas en donde el drenaje era una limitante, se incrementó la frecuencia de especies de Juncáceas y Ciperáceas. Además encontraron que en los suelos arenosos, las principales especies fueron *Aristida sp.*, *Axonopus suffultus*, *Andropogon selloanus*, *Paspalum nicorae*, *Paspalum pumilum* y en Litosoles, las gramíneas más abundantes fueron *Aristida sp.*, *Andropogon selloanus*, *Chloris bahiensis*, *Desmodium incanum*, *Paspalum notatum*, y *Trachypogon montufari*.

Resultados similares reportaron Royo y Pizzio (1998), quienes en lomadas arenosas y planicies en donde las gramíneas cespitosas como *Andropogon sp.*, *Arsitida sp.*, *Sorghastrum sp.*, y rastreras como *Axonopus affinis* y *Paspalum notatum* fueron las dominantes.

Por otra parte, Girardi-Diero et al. (2003), también analizaron la composición botánica de suelos arenosos con resultados similares donde las especies dominantes fueron *Axonopus suffluctus*, *Chloris sp.*, Ciperáceas, *Eustachys sp.*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, *Paspalum plicatulum*. Mientras que en suelos de Basalto profundo, dominaron *Andropogon lateralis*, *Axonopus affinis*, *Baccharis sp.*, *Cyperus sp.*, *Paspalum dilatatum*, y en los superficiales, *Bothriochloa laguroides*, *Chloris cantherae*, *Eleusine tristachya*, *Paspalum notatum*.

Gallinal et al. (1938) en un estudio sobre composición botánica en la estancia de Palleros, determinaron que en las zonas más fértiles dominan especies como *Axonopus affinis*, *Bothriochloa laguroides*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, y *Setaria sp.* En zonas de suelos más pobres de color blanquecino, encontraron principalmente *Aristida murina*, *Bothriochloa laguroides*, *Chloris sp.*, *Paspalum notatum*, *Sporobolus indicus*, mientras que en los suelos pesados predominan: *Aristida murina*, *Andropogon ternatus*, *Aristida venustula*, *Trachypogon montufari*. En suelos arenosos las especies dominantes fueron *Andropogon ternatus*, *Axonopus affinis*, *Briza minor*, *Panicum sabulorum* y *Paspalum notatum*.

Berretta y Formoso (1983), trabajando sobre Brunosoles Eútricos de la Unidad San Manuel, en un área de campo virgen pastoreado determinaron que las especies más importantes eran *Bothriochloa laguroides*, *Bromus auleticus*, Ciperáceas, *Coelorhachis selloana*, *Eryngium horridum*, *Medicago lupulina*, *Paspalum notatum*, *Setaria geniculata*, y *Stipa setigera*.

Boggiano et al. (2002), analizaron la composición florística de 30 sitios en una transecta este-oeste de la región norte del Uruguay, constataron asociaciones entre tipos de suelo y especies componente de las pasturas. Especies como *Bouteloua megapotamica*, *Bromus auleticus*, *Coelorhachis selloana*, *Eryngium horridum*, *Paspalum notatum*, *Piptochaetium stipoides* y *Stipa setigera*, aumentan su contribución siguiendo un gradiente creciente de drenaje, mientras que en suelos menos profundos y bien drenados, como Litosoles, se correlacionan con las tribus Chlorideae y Stipeae. Especies como *Axonopus affinis*, Ciperáceas, *Eleusine tristachya*, *Oxalis sp.* y *Vulpia australis* son más frecuentes en condiciones de menor déficit hídrico y menor fertilidad.

En Solonetz, las especies que más se correlacionaba eran *Chloris grandiflora*, *Cynodon dactylon*, *Dichondra microcalyx*, *Eleusine tristachya*, *Evolvulus sericeus* y *Hordeum pusillum*. En estos suelos, dominan especies adaptadas al déficit hídrico estival como las gramíneas de la tribu Chlorideae y anuales invernales (Boggiano et al., 2002).

Carámbula (1987), en una caracterización de las pasturas del norte de Uruguay, constató en que los campos de areniscas de Tacuarembó, en donde predominan suelos de textura liviana, los principales géneros son: *Andropogon*, *Chloris*, *Eragrostis*, *Paspalum* y *Schizachyrium*, las cuales comparten el tapiz con algunas especies invernales de los géneros *Briza* y *Piptochaetium*.

En la región noreste, sobre suelos fértiles de la Unidad de suelo Fraile Muerto (con suelo dominante Brunosol Eútrico Típico) dominan especies productivas de buena calidad como *Adesmia sp.*, *Bromus auleticus*, *Bromus catharticus*, *Lolium multiflorum*, *Medicago sp.*, *Paspalum dilatatum* y *Poa lanigera*. Por otra parte, la Unidad Arroyo Blanco (con Brunosoles Subeútricos Típicos como suelo dominante), presenta menores rendimientos que la anterior y un tapiz mayormente dominado por gramíneas estivales de los géneros *Axonopus*, *Eragrostis*, *Paspalum*, *Schizachyrium* y en menor medida por las invernales *Briza sp.*, *Piptochaetium sp.*, y *Poa sp.* (Carámbula, 1987).

Berretta (1998b) caracterizó la vegetación de campos naturales de Basalto y determinó que las principales especies sobre suelos superficiales rojos, están compuestas por: *Bothriochloa laguroides*, *Chloris grandiflora*, *Eragrostis nessi*, *Eryngium nudicaule*, *Eustachys bahiensis*, *Paspalum notatum*, *Piptochaetium stipoides*, *Schizachyrium spicatum*.

En los suelos superficiales negros de mayor fertilidad y contenido de materia orgánica dominan especies más productivas como *Aristida uruguayensis*, *Bothriochloa laguroides*, *Chloris grandiflora*, *Eustachys bahiensis*, *Paspalum notatum*, *Piptochaetium stipoides*, *Schizachyrium spicatum* y *Stipa setigera*. Estos suelos tienden a mantener la humedad durante períodos más prolongados que los superficiales rojos, que sumado a las mejores condiciones edáficas que permiten una mayor presencia de especies invernales (Berretta, 1998b).

En los suelos de profundidad media, hay mayor contribución de gramíneas invernales, y de estivales de mayor valor productivo, siendo las dominantes *Bothriochloa laguroides*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, *Paspalum plicatulum*, *Piptochaetium stipoides*, *Poa lanigera*, *Schizachyrium spicatum*, y *Stipa setigera* (Berretta, 1998b).

El incremento de las especies invernales y estivales, finas y tiernas, se hace más notoria en suelos profundos, encontrándose entre las principales especies *Axonopus affinis*, Ciperáceas, *Coelorhachis selloana*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, *Poa lanigera*, *Schizachyrium spicatum*, *Stipa setigera*. En estos suelos con mayor fertilidad y profundidad se desarrollan especies más productivas que determinan la mayor producción de forraje que en los otros suelos de Basalto (Berretta, 1998b).

García et al. (1995), obtuvieron resultados similares al estudiar la composición botánica sobre suelos en transición entre Litosoles y Brunosoles sobre la Unidad San Manuel, en donde determinaron que las especies principales fueron *Baccharis trimera*, *Baccharis coridifolia*, *Bothriochloa laguroides*, *Bouteloua megapotamica*, *Cynodon dactylon*, *Eryngium horridum*, *Lolium multiflorum*, *Paspalum dilatatum*, y *Stipa setigera*.

En los bajos, zonas más húmedas sobre Gleysoles, encontraron *Calamagrostis montevidensis*, *Cynodon dactylon*, *Cyperus sp.*, *Eleocharis bonariensis*, *Hordeum pusillum*, *Hydrocotyle bonariensis*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum quadrifarium* y *Paspalum urvillei* (García et al., 1995).

En base a estos autores se concluye que se han obtenido resultados similares para los mismos tipos de suelo en diferentes regiones. Los suelos con características físico-químicas más aptas para el crecimiento vegetal presentaron mayor contribución de especies de mayor valor forrajero, como *Bromus auleticus*, *Coelorhachis selloana* y *Paspalum dilatatum*, *Poa lanigera*. Mientras que en los suelos con limitantes edáficas, como Solonetz o Litosoles, las especies más frecuentes fueron aquellas que presentaron alguna adaptación para sobrevivir en estos suelos como *Aristida sp.*, *Bouteloua megapotamica*, *Chloris sp.*, y *Cynodon dactylon*. Por otra parte, los campos sobre suelos arenosos se pueden considerar de menor calidad en relación a los suelos más pesados, debido a la menor participación de gramíneas de alto valor forrajero (como lo son *Aristida sp.*, *Bouteloua megapotamica*, *Chloris sp.*).



La calidad del campo depende del suelo y de los pastos que pueda sostener. Los campos de mayor potencial de producción son aquellos que poseen suelos fértiles y especies productivas. Mientras que los suelos de menor potencial, poseen en mayor proporción pastos improductivos y malas hierbas. La determinación de la calidad debe de considerar el tipo productivo de los pastos y la superficie ocupada por los mismos (Rosengurt et al., 1946).

A medida que los suelos son más profundos, aumenta la proporción de especies tiernas y finas, disminuyendo los pastos ordinarios y duros. Cuando se relacionan los tipos de suelo con el tipo productivo, se aprecia que a medida que las condiciones edáficas empeoran para el crecimiento vegetal, también lo hace el tipo productivo de la pastura (Berretta, 1987).

Analizando la relación entre textura y profundidad de los suelos y tipo productivo de la vegetación Berretta (1987), reportó que en los suelos superficiales, dominaban las malezas (80%) y los pastos ordinarios-duros (90%) y los finos mientras que los pastos tiernos representan la menor proporción (20%). A medida que la profundidad del suelo aumenta, los pastos ordinarios y duros así como las malezas se presentaban en menor proporción y aumentaban los pastos finos.

## 2.6. ESTRATEGIAS PARA MEDIR O COMPRAR COMUNIDADES

La problemática de la diversidad y la función ecosistemática de las especies pratenses puede ser estudiada a través de grupos funcionales, en donde se agrupa a las especies ya sea porque utilizan recursos en forma similar (nitrógeno, agua, luz), o porque comparten el mismo tipo de características como tipo productivo, ciclo de vida, hábito de vida (Paruelo et al. 2001, López y Valentine 2003).

La caracterización funcional de los ecosistemas permite caracterizar, tanto a los ecosistemas naturales como a los antropogénicos (Baeza et al., 2006). La presencia de especies pratenses o de grupos funcionales de especies y su arreglo y magnitud en la pradera estaría determinada por su capacidad de para competir por los recursos disponibles, y por el nivel de tolerancia a los diferentes estrés y alteraciones en el ambiente (López y Valentine, 2003).

### 2.6.1. Diversidad, equidad, riqueza

La diversidad de especies en una pradera tiene un importante rol en la mantención de la estabilidad del ecosistema pratense, ya que mantiene la estabilidad de los ecosistemas bajo condiciones ambientales cambiantes y heterogéneas (López y Valentine, 2003). Además, un descenso en la diversidad ha sido asociado a un descenso de la productividad (Millot et al., 1987).

La diversidad vegetal se asocia a diferentes factores ambientales, como ser, régimen hídrico, temperatura, radiación, tipo de suelo, presencia de herbívoros entre otros (Valentine, 1990). Comúnmente la diversidad se utiliza para tomar decisiones de conservación, y es definida como la "la variabilidad de vida a todos los niveles de organización biológica" (Gaston y Spicer, 2004). La diversidad combina dos importantes atributos estructurales del ecosistema, la riqueza de especies y sus abundancias relativas (Booth et al., 2003).

Como la diversidad es un concepto amplio, se han creado una variedad de medidas objetivas para medirla (Boggiano y Berretta, 2006) y así poder comparar diferentes ambientes (Tilman, 1999). Existen varias formas para medir la diversidad, siendo la riqueza uno de los más antiguos. Esta se calcula mediante el número de especies y es referida a un área geográfica en un momento dado (Gaston y Spicer, 2004). En el caso de las praderas, el índice de diversidad Shannon Weaver y el índice de Simpson son los más utilizados, considerando el número de especies y su abundancia relativa (López y Valentine, 2003). Por otra parte, la equidad es la evaluación de la abundancia de cada especie en una comunidad. Esta indica si la comunidad está dominada por una especie o varias o si no hay dominantes (Booth et al., 2003).

Los conocimientos sobre la diversidad en campo natural son relativamente escasos, por lo tanto no es posible determinar con exactitud que recursos genéticos se han perdido hasta el momento así como tampoco tener una idea del ritmo o velocidad de pérdida para el futuro (Boggiano y Berretta, 2006).

Para los campos naturales, el número de especies varía según las estaciones del año teniéndose por lo general el mayor número en otoño (para suelos profundos) e invierno (para suelos superficiales) y el menor en verano.

También depende del grado de intervención, considerando dentro de éste al manejo del pastoreo y en distintas condiciones edáficas (Boggiano y Berretta, 2006).

Lezama et al. (2010) para campos de la región sur determinaron un total de 285 especies y en campos de sierras del este se registraron aproximadamente 350 especies. En campos de la región de basalto, la familia más numerosa fue Poaceae con 78 especies, seguida de Asteraceae con 44 especies.

Peloche (2012) en campos de la formación Fray Bentos identificó 85 especies pertenecientes a 23 familias.

Algunos cambios en la vegetación estarían relacionados con modificaciones en las condiciones físicas y químicas del suelo, que favorecen el desarrollo de especies adaptadas a niveles tróficos más elevados y a la desaparición de especies de ambientes de menores niveles tróficos (Risso et al., 2002).

Boggiano y Berretta (2006) determinaron que la introducción de especies sin perturbar el tapiz vegetal induce cambios en la frecuencia de las especies, incrementando las de mejor valor nutritivo. Los mejoramientos con leguminosas que fijan nitrógeno y el agregado de fósforo indujeron a un aumento en la riqueza, comparando con el campo natural. Según Mueller et al. (2013) la riqueza también aumenta como respuesta a la fertilización nitrogenada.

Sin embargo, tanto Foster y Gross (1998), como Tilman (1999), Koukora et al. (2005) obtuvieron resultados similares al analizar la influencia de la fertilización nitrogenada y fosfatada sobre la diversidad florística, reportando que la mayor diversidad se presentó en los suelos con menor disponibilidad de nitratos.

### 2.6.2. Grupos funcionales

Es un área de interés estudiar la relación entre especies vegetales y el medio en el que se encuentran, analizando las asociaciones entre factores bióticos y abióticos con características de las especies (Lavorel y Garnier, 2002). Tradicionalmente se usa la composición de especies como base para comparar comunidades, pero en ese caso limitamos su aplicación a taxonomías de vegetaciones similares. Hay muchas definiciones basadas en caracteres de la vegetación, o sea esquemas independientes de especies que pueden servir para comparar vegetaciones disyuntas (Pillar y Orlóci, 1993). Mientras que la diversidad de especies tiene una limitante regional, al analizar mediante los grupos funcionales permite comprar distintos ambientes (Díaz y Cabido, 2001).

Una aproximación alternativa a la descripción florística tradicional más utilizada en los últimos años, es el agrupamiento de las especies por grupos funcionales de plantas (Lavorel et al., citados por Baeza et al., 2010). Éstos se pueden definir como grupos de especies vegetales que cumplan el mismo rol en el ecosistema (Walker 1992, Lavorel y Garnier 2002). Se pueden definir mediante el agrupamiento de especies según unidades sistemáticas, tipo biológico, tipo productivo, entre otros (Berretta, 1996).

Inicialmente, los grupos funcionales se basaban en la taxonomía de las especies (gramínea, leguminosas, no leguminosas, arbustos) o en descripciones funcionales como fijación de nitrógeno, metabolismo de fijación de carbono, ciclo de vida, entre otros. Actualmente se hace énfasis en la funcionalidad en el ecosistema (Lavorel y Garnier, 2002):

Para el caso de las praderas templadas se han definido cinco tipos funcionales de plantas, siendo, gramíneas invernales, gramíneas estivales, arbustos, hierbas y suculentas (Paruelo y Lauenroth, 1996).

En los estudios ecológicos, la relación entre las diferentes estructuras vegetales y su función en el ambiente, indican la estrecha relación que existe entre los grupos funcionales y el funcionamiento de la comunidad (Walker, 1992).

Muchas veces para interpretar las estructuras de vegetaciones en términos de condiciones ambientales diferentes, es usado con éxito determinados caracteres de plantas que identifican patrones para contestar alguna hipótesis predeterminada (Pillar y Orlóci, 1993).

Para responder diferentes hipótesis referentes a asociaciones de características de la vegetación y factores determinantes de esta puede ser necesario utilizar diferentes características de las plantas. Ejemplo de esto sería la clasificación por forma de vida de Raunkier basándose en la adaptación de las plantas a sobrevivir en condiciones desfavorables, características morfológicas asociadas a la adaptación al pastoreo, a la preferencia animal (Rosengurt 1979; Díaz y Cabido 1997).

### 2.6.3. Valor pastoral

Según Berretta (1989) el conocimiento del recurso forrajero tanto en producción como en calidad ayuda a comprender mejor lo que ocurre con la producción animal. En estudios agronómicos las especies se reúnen según las relaciones con el manejo del pastoreo y la producción animal, siendo las clasificaciones más adaptadas a nuestras condiciones los tipos vegetativos y los tipos productivos propuestos por Rosengurt (1979). Éste propone una clasificación de las especies por características de la plantas que faciliten el manejo ganadero, definiendo tipos vegetativos, ciclos productivos y tipos productivos (Rosengurt, 1979).

A través del valor pastoral se jerarquizan las vegetaciones según su calidad. Éste índice depende de la composición florística y del valor relativo de las especies (Daget y Poissonet, citados por Berretta, 1987). El índice de calidad específica que traduce el interés zootécnico de las especies, de nuestras forrajeras nativas está basado en los tipos productivos (Rosengurt, 1979).

## 2.7. MÉTODOS PARA MEDIR LA VEGETACIÓN

Existen varios métodos para medir la vegetación, la selección del método a aplicar depende del tipo de vegetación, de los objetivos de estudio y del grado de precisión deseado. Para todos los métodos, el tamaño de la

unidad muestral influye sobre la probabilidad de presencia de las especies. Al aumentar el tamaño de la unidad de muestreo aumenta la probabilidad de que una especie sea registrada. Si el tamaño de la unidad de muestreo, es chico, la variación captada puede ser muy grande, y si es muy grande el tiempo de muestreo será elevado (Wayne y Stubbendieck, 1986).

Las observaciones pueden realizarse sobre superficies, a lo largo de líneas, o en puntos (Cadenazzi, 1992).

El método de superficies consta de dimensiones y formas variadas, siendo la más frecuentes el rectángulo y cuadrado. Los rectángulos poseen la ventaja de tener largo, a diferencia de los cuadrados, a igual área las formas rectangulares abarcan mayor número de plantas. La forma de círculo presenta ventajas cuando se precisa realizar énfasis en puntos determinados (Brown, 1954).

Por otro lado, el método de puntos, desarrollado por Evans y Love en 1957, se basa en considerar al punto como la expresión infinitesimal de una superficie, o sea, la menor parte de la unidad. La practicidad de este método permite obtener un gran número de muestras (Brown, 1954).

Los muestreos pueden variar de 100 a 300 muestras, dependiendo de la vegetación (Wayne y Stubbendieck, 1986).

Según Cadenazzi (1992), en vegetaciones altas, densas, donde es difícil determinar exactamente cuales plantas han sido tocadas, el método Puntos al Azar.

Una variante del método es el de Punto Cuadrado, que consiste en dos tubos horizontales a 30 cm los cuales tiene perforaciones que se separan 5 cm entre sí por donde pasan las varillas que descienden a través de los tubos. Se relevan las especies que son tocadas por las varillas. Este mecanismo fue diseñado en Nueva Zelanda por Leavy y Madden en 1933 (Brown, 1954).

Según Cadenazzi (1992), en vegetaciones altas y densas, el método de paso punto o Puntos al Azar sería una alternativa adecuada

Otro método es el de transectas, que consiste en líneas de observación. Son útiles como herramienta para estudiar gradientes. Así como también para reconocimiento de pasturas. El tamaño de las transectas es muy variable, dependiendo de la vegetación (Brown, 1954).

### 2.7.1. Características de los diferentes métodos

Los diferentes métodos detectan diferentes relaciones entre especies, que se manifiestan en distintas frecuencias absolutas, relativas y contribución específica (Cadenazzi, 1992).

Los métodos de superficie revelan mayor número de especies que los métodos de puntos y muestran un mayor nivel de detalle en la descripción de la vegetación, debido a que captan mayor número de especies aunque sean de menor relevancia desde el punto de vista productivo (Cadenazzi, 1992).

A través de los métodos de superficies se estima una menor contribución específica de las gramíneas, mientras que los métodos de punto asignan menor contribución relativa a las especies de hoja ancha y gramíneas erectas, prevaleciendo con este método los tipos estoloníferos y postrados (Cadenazzi, 1992).

Se observan ventajas comparativas en el tiempo insumido por los métodos de puntos. Estos podrían ser utilizados en forma más extensiva para detectar frecuencia de las especies más relevantes. La eficacia del método de área se observa en la mayor descripción de especies y homogeneidad de los resultados, aunque el mismo insumo de tiempo los limita a estudios más pormenorizados, donde el objetivo sea obtener información más detallada sobre la evolución de tapices y cambios de frecuencia en comunidades vegetales (Cadenazzi, 1992).

## 2.8. HIPÓTESIS

Las hipótesis planteadas para este trabajo son las siguientes

- Existe asociación entre especies o grupos funcionales y tipos de suelo.
- Las medidas de intervención modifican las comunidades en un mismo tipo de suelo.



### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. CONDICIONES GENERALES DE LA EVALUACIÓN

##### 3.1.1. Localización y período de muestro

La zona de estudio se encuentra en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni, ruta 3 km 363, Paysandú, potrero 18 con coordenadas 32°23'21,10"S; 58°01'55,24"O.

El diseño de muestreo se inició en septiembre de 2014, realizándose la evaluación desde el 15 noviembre hasta 20 diciembre.

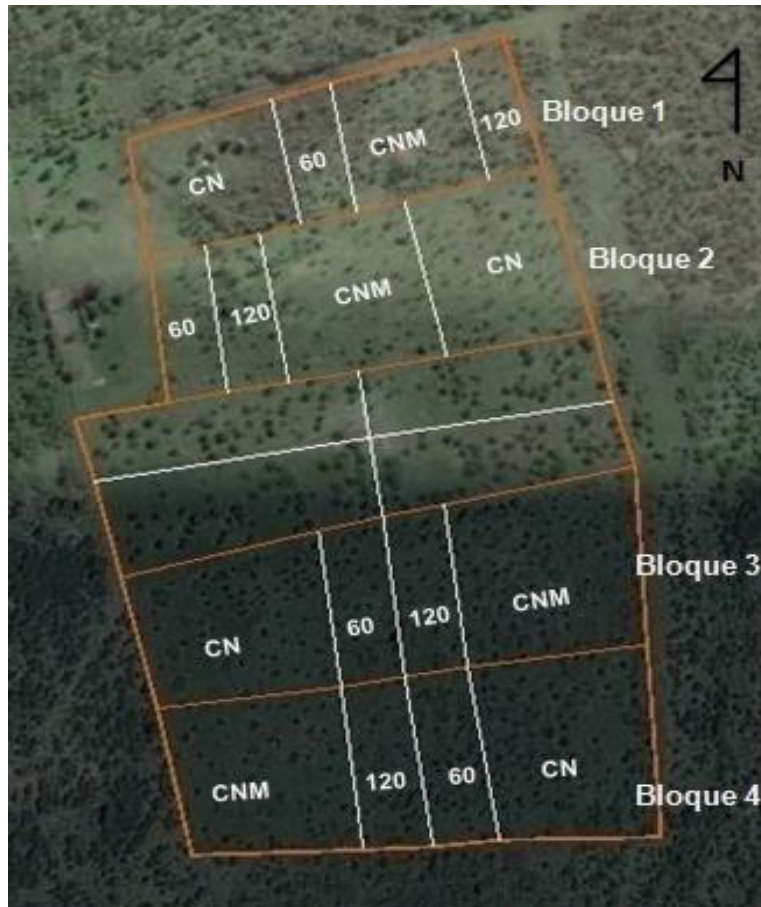


Figura No. 1. Imagen satelital de la zona de estudio con plano del experimento. En donde: campo natural (CN), campo natural mejorado (CNM), campo natural fertilizado con 120 kg/ha/año de nitrógeno (120), y campo natural fertilizado con 60 kg/ha/año de nitrógeno (60).

Es importante destacar que la estructura experimental fue utilizada únicamente como marco general del diseño de muestreo efectuado.

Esta decisión fue tomada para viabilizar la prueba de las hipótesis de interés en este estudio usando el control del experimento mayor.

## 3.2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL

### 3.2.1. Suelos

Conforme a la carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (Altamirano et al., 1976) escala 1:1.000.000 el área de estudio se encuentran sobre la unidad San Manuel, con suelo dominante Brunosoles Eútricos Típicos, y suelos asociados, Solonetz Solodizados Melánicos. Como suelos accesorios puede presentar Litosoles Eútricos Melánicos y Planosoles Eútricos Melánicos.

Los materiales generadores son sedimentos limosos consolidados y sedimentos limosos con influencia de la Formación Fray Bentos (Bossi y Navarro, 1988).

En la figura No. 2 se presenta el mapa detallado de suelos del área experimental donde se aprecia el arreglo espacial conformando un mosaico de suelos a través de los bloques. El bloqueamiento orientado para controlar las diferencias de pendiente, no corrige las diferencias en distribución de suelos.

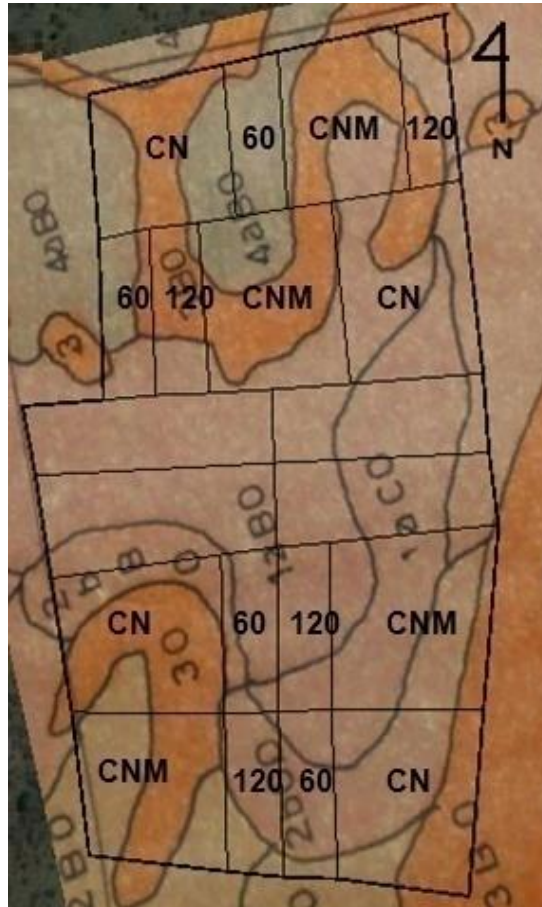


Figura No. 2. Mapa detallado de suelo del área experimental, siendo: 4a Planosoles eútricos; 3 Solonetz solidizados; 2b Litosoles; 2a Brunosol eútrico típico,

### 3.2.2. Vegetación general del potrero

La vegetación dominante está formada por un estrato alto dominado por especies arbustivas del monte parque, característico de zonas cercanas al Río Uruguay, apareciendo *Acacia caven* y *Prosopis affinis*. En el estrato medio aparecen los renuevos pos-tala de las especies mencionadas anteriormente y otras especies subarbustivas como, *Baccharis coridifolia*, *Baccharis punctulata*, *Baccharis trimera*, *Eupatorium buniifolium*, y *Eryngium horridum*. Conjuntamente con estas especies aparece un tapiz herbáceo como estrato bajo, conformado por una vegetación dominada por gramíneas, en donde se destacan por su

frecuencia y participación *Botriochloa laguroides*, *Paspalum dilatatum*, *Paspalum notatum*, *Setaria geniculata* como estivales y *Bromus auleticus*, *Piptochaetium stipoides*, *Stipa megapotamia*, *Stipa setigera* como invernales. Como leguminosas asociadas se destacan *Desmodium incanum*, *Adesmia bicolor* y *Trifolium polymorphum*. (Larratea y Soutto, 2013).

### 3.3. MANEJO DEL SITIO EXPERIMENTAL

El presente trabajo se realizó dentro de un experimento. La estructura de bloques que presenta el diseño experimental original, está basada en la pendiente, que constituye la mayor fuente de heterogenidad de la zona, controlando la misma y siendo efectiva para otros estudios realizados en el área.

Además de las diferencias en pendiente, existe dentro de los bloques un mosaico a pequeña escala de diferentes tipos de suelos, el cual no fue posible bloquear por su pequeño tamaño. Dentro del diseño experimental en bloques completos aleatorizados, estos distintos tipos de suelo integran el error experimental.

Este mosaico no está igualmente representado en cada bloque, predominando combinaciones de suelos diferentes en cada uno.

Por esta razón, sobre dicha estructura, se profundizó en el estudio de las relaciones entre vegetación y tipo de suelo, asociadas al manejo correspondiente de cada uno de los sitios observados.

#### 3.3.1. Manejo animal

Las parcelas fueron pastoreadas con períodos de descanso de 25 días y 14 días de pastoreo con novillos Holando de un peso promedio de 180 kg, ajustando a una oferta de forraje variable entre 8-10 kg de MS cada 100 kg de peso vivo para el período de estudio.

### 3.3.2. Medidas de intervención y diseño de muestreo

Las medidas de intervención corresponden a: campo natural (CN), campo natural mejorado (CNM), campo natural fertilizado con 60 y 120 kg/ha de N por año, dividida en dos dosis anuales. Salvo la medida de intervención de CN, el resto fueron fertilizados con 40 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

El CNM fue sembrado en cobertura con *Trifolium pratense* (6 kg/ha) y *Lotus tenuis* (6 kg/ha).

El fertilizante utilizado fue Urea granulada como fuente amoniacal y como fuente fosfatada se utilizó superfosfato triple (0-46/46-0).

La fertilización y la siembra fueron realizadas el mismo día, el 3 de septiembre del 2014.

El tamaño de las parcelas varía según las diferentes medidas de intervención, las que corresponden a las fertilizaciones nitrogenadas presentan una superficie promedio de 0,26 hectáreas, mientras que las de CN y CNM tienen una superficie promedio de 0,72 hectáreas.

## 3.4. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

### 3.4.1. Método de descripción de la vegetación

Para describir la vegetación se utilizó el método de superficie. La medición fue realizada previo al ingreso de los animales a las parcelas.

Se aplicó el método de muestreo preferencial, describiéndose entre 3 a 5 cuadros de 1 metro por metro por cada tipo de suelo dentro de cada parcela, totalizando 155 sitios de muestreo. En cada sitio, la composición botánica fue relevada registrando el área de cobertura de cada especie.



Figura No. 3. Mapa con los 155 puntos relevados.

### 3.5. DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES ANALIZADAS

Las especies obtenidas en el relevamiento se clasificaron de acuerdo a las características que se listan a continuación, lo que permitió luego definir grupos funcionales de modo de poder analizar la información a diferentes niveles jerárquicos.

### 3.5.1. Ciclo productivo

Estivales (E): dichas especies comienzan a brotar durante la primavera, mantienen su actividad vegetativa durante los periodos cálidos del año y entran en reposo cuando llegan los días cortos, fríos y heladas.

Invernales (I): son especies que brotan o germinan en otoño, crecen y producen la mayor cantidad de forraje durante los meses fríos, y la gran mayoría florece en primavera y semilla desde noviembre a enero.

### 3.5.2. Ciclo de vida

Anual (A): especies que completan su actividad en un periodo de varios meses, presentan escasa lignificación.

Perenne (P): especies que presentan órganos lignificados adheridos, posiblemente de años anteriores, dado que dichas plantas sobreviven a los periodos de reposo.

### 3.5.3. Tipo productivo

Con base en la clasificación por tipos productivos (Rosengurtt, 1979) de las especies de plantas de campo natural, se clasificaron las especies relevadas.

Fueron asignados valores entre cero y diez, según el tipo productivo de las especies generando un índice productivo (IP) para las especies.

Maleza campo sucio (0): comprenden especies no apetecidas o de apetecibilidad muy juvenil.



Maleza menor (1): comprenden hierbas y arbustos que tienen baja o nula apetecibilidad.

Maleza enana (1): plantas forrajeras y malezas de dimensiones mínimas, aún en campos de suelo fértil, y presentan productividad mínima.

Duro (2): son especies que presentan porte elevado sobre el tapiz, con apetecibilidad reducida al periodo juvenil de la hoja. Presentan productividad media a alta, mayores que los ordinarios.

Duro-ordinario (2): especies intermedias entre duro y ordinario.

Ordinario-duro (3): especies intermedias entre ordinario y duro.

Ordinario (4): son especies que presentan baja apetecibilidad, presentan productividad media a baja o mínima.

Ordinario-tierno (5): especies entre ordinarias y duras

Tierno-ordinario (6): intermedios entre especies ordinarias y tiernas.

Tierno (7): son especies que presentan productividad media a alta y apetecibilidad prolongada a media.

Tierno-fino (8): intermedios entre tiernos y finos.

Fino tierno (9): especies intermedias entre fino y tierno.

Fino (10): pastos que reúnen las mejores cualidades y son efectivos en la terminación de novillos y corderos. Normalmente con una productividad alta a media y una apetecibilidad prolongada.

#### 3.5.4. Forma de vida

Cespitosa (C): gramíneas o monocotiledóneas que presentan innovaciones en forma de haz denso de hojas y tallos o cañas.

Estolonífera (E): especies perennes con tallos horizontales superficialmente en el suelo que arraigan y multiplican al individuo inicial.

Rizomatosa: especies con presencia de rizoma.

#### 3.5.5. Valor pastoral

El valor pastoral se calculó en base al tipo productivo (según Rosengurtt, 1979) y la frecuencia relativa de cobertura de cada especie, mediante la metodología planteada por Berretta (1989).

$$VP = \Sigma (\% \text{ Cobertura específica} * \text{Tipo productivo})$$

#### 3.5.6. Riqueza, equidad, diversidad

Para el análisis de diversidad, riqueza y equidad se basó en Booth et al. (2003).

Para estimar la diversidad, se utilizó el índice Shannon ( $H'$ ), el cual se calculó de la siguiente manera:

$$H' = -\sum (p_i \ln p_i)$$

Siendo:

$H'$ : índice de Shannon

$\ln$ : logaritmo neperiano

$p_i$ : la proporción de individuos de una especie  $i$  con respecto al total de individuos

A medida que aumentan los valores del índice, indican mayor diversidad.

Por otra parte, la equidad se calculó a partir del índice de Shannon. Toma valores de 0 a 1, siendo 0 cuando la comunidad es dominada por una especie y 1 cuando no existe dominancia.

$$E = H' / \ln \text{riqueza}$$

Siendo:

$E$ : equidad

$H'$ : índice de Shannon

$\ln$ : logaritmo neperiano

### 3.6. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 3.6.1. Modelo

En base a la estructura de muestreo realizado, el análisis estadístico para la vegetación relevada, corresponde a un análisis de varianza cuyas

fuentes de variación son tipo de suelo, intervención y la interacción entre ambos factores.

$$y_{ijk} = \mu + TS_i + I_j + (TS.I)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Siendo:

- $Y$  = corresponde a la variable de interés
- $\mu$  = es la media general
- $TS_i$  = efecto del tipo de suelo
- $I_j$  = efecto del tipo de intervención
- $\xi_{ijk}$  = es el error experimental

### 3.6.2. Análisis de datos

A partir de la lista de especies encontradas en el área de estudio, se realizó una base de información asociando a cada especie las características de hábito de vida (anual o perenne), ciclo productivo (estival o invernal), tipo vegetativo (estolonífero y cespitoso para gramíneas) y tipos productivos.

Con base a la información relevada se construyeron grupos funcionales basados en la combinación de hábito de vida, ciclo productivo y tipo vegetativo.

La relación de la composición botánica con las medidas de intervención y tipos de suelo, se analizó a diferentes niveles jerárquicos, grupos funcionales, tribu y especie.

Los datos fueron descriptos mediante técnicas uni y multivariadas, para grupos a diferentes categorías jerárquicas. Esta descripción fue realizada

gráficamente por biplots, gráficas y dendrogramas en el caso de los análisis multivariados.

Se realizaron análisis de componentes principales para medir la asociación entre puntos de muestreo y composición botánica.

Para comparar la variable cobertura de especies y grupos funcionales, fueron realizados análisis de varianza y contrastes de medias según Tukey, utilizado un nivel de significación del 10%. Además se estudiaron las relaciones entre variables mediante técnicas de correlación.

Siguiendo con la misma metodología de análisis, se estudió valor pastoral para los distintos tipos de suelo.

Por otra parte, se estudió la diversidad, equidad y riqueza, según Booth et al. (2003) en base a los diferentes tipos de suelo y medida de intervención, siendo analizados a través de componentes principales, con el cual se elaboró una gráfica de tipo Biplot.

El software utilizado fue el Infostat (versión estudiantil).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

Se utilizó información meteorológica obtenida de la estación meteorológica automática localizada en la EEMAC, para realizar la caracterización climática del 2014, y también se consideró la evolución histórica de la temperatura media (Castaño et al., s.f.).

En la figura No. 4, se puede observar que durante el 2014 las temperaturas en el primer semestre se encontraron por debajo de la media histórica, pero en el segundo semestre fueron superiores (excepto en noviembre y diciembre).

Sobre las precipitaciones del 2014, se puede ver como las precipitaciones de otoño y primavera fueron superiores a la media, mientras que las de invierno en promedio fueron similares a la media histórica. En el mes de noviembre, se registró casi el doble de precipitaciones con respecto a la media.

Esta combinación de primavera lluviosa debe de haber afectado la expresión de la vegetación en relación al año promedio.

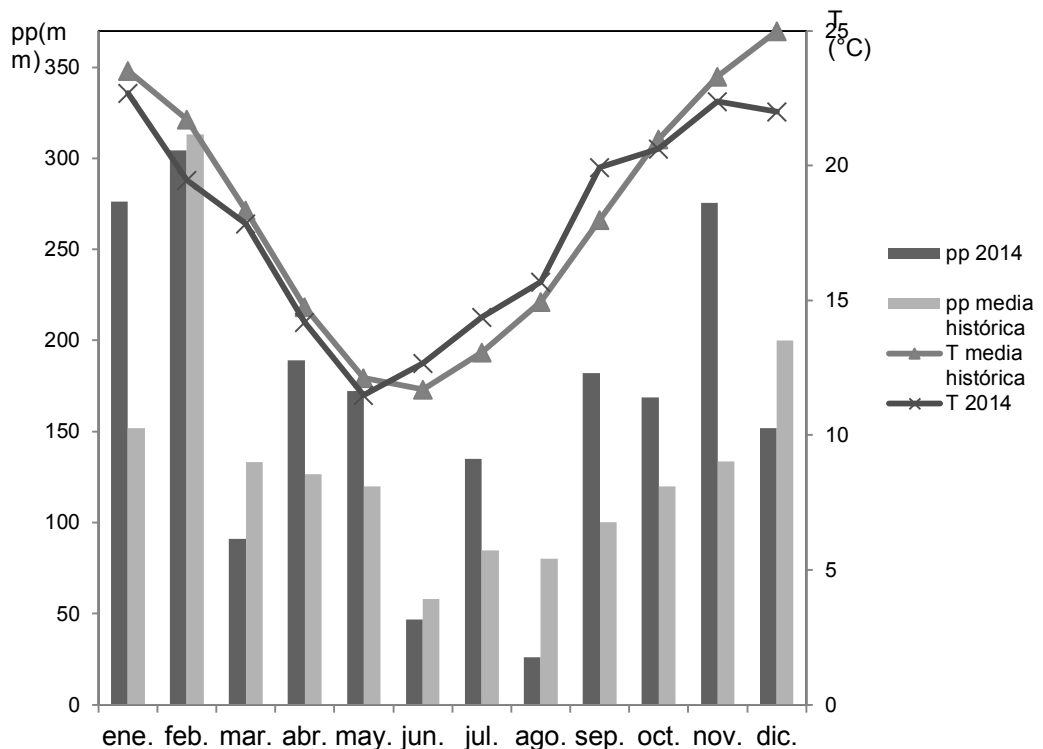


Figura No. 4. Precipitaciones y temperaturas promedio históricas (1980-2013) y del 2014 para Paysandú.

#### 4.2. RESULTADOS GENERALES

Se relevaron 144 especies, pertenecientes a 30 familias, siendo la más numerosa Gramineae (55 especies), seguida por Compositae (25 especies), Leguminosae (10 especies), y Verbenaceae, Malvaceae y Umbelliferae con 5 especies cada una. En el Anexo 1 y 2 se presentan cuadros con las especies, familia y tipo productivo.

Otros estudios sobre riqueza han determinado para la región sur un total de 285 especies, en donde el 32% corresponde a la familia Poaceae y el 20% a la familia Asteraceae, mientras que para la región de basalto, la familia más numerosa fue Poaceae con 78 especies, seguida de Asteraceae con 44

especies. Por otra parte, para las sierras del este se registraron aproximadamente 350 especies. Se registraron aproximadamente 350 especies, siendo las familias más numerosas Poaceae y Asteraceae, con 114 y 61 especies respectivamente (Lezama et al., 2010). Paralelamente, en un trabajo realizado en la EEMAC por Peloché (2012), identificó 85 especies pertenecientes a 23 familias, botánicas siendo la más abundante la familia Gramineae, seguida por Umbelifereae, Compositae y Leguminosae entre las más abundantes relevadas en todas las transectas. Si bien estos trabajos difieren el número de especies (pudiéndose deberse a las diferentes metodologías utilizadas), no ocurrió lo mismo para las principales familias, destacándose Poaceae, Asteraceae y Leguminosae.

Se hará énfasis en la familia Gramineae ya que es la más representada en este relevamiento, siendo los géneros más importantes *Axonopus*, *Bouteloua*, *Bromus*, *Lolium*, *Paspalum*, *Stipa* sp.

Del total de especies gramíneas, 47 son perennes (32 estivales y 16 invernales), mientras tan sólo 8 son anuales (1 estival y 7 invernales).

#### 4.3. ESTUDIO DE CONGLOMERADO POR ESPECIE

En el cuadro No. 1, generado a partir del análisis de conglomerado, se agruparon las unidades muestrales (155) por composición botánica. Al cortar a una distancia de 50%, quedaron definidos 7 grupos. Si bien no se aprecia un claro patrón en cuanto a las medidas de intervención, seguramente porque es el primer año de fertilización, se puede apreciar cierta correspondencia con los tipos de suelo, presentándose diferencias a nivel de composición asociadas a la heterogeneidad del ambiente edáfico. Esto conlleva principalmente a diferencias en la capacidad de retención de agua de los suelos, estructura, y salinidad.



Cuadro No. 1. Agrupamiento de las unidades muestrales según composición botánica.

Grupo	Especies de mayor contribución	Bloque, medida de intervención y suelo
Grupo 1	<i>Paspalum notatum</i> (13 %) <i>Axonopus affinis</i> (11%) <i>Paspalum dilatatum</i> (10%) <i>Juncus</i> (8%) <i>Ciperáceas</i> (4%)	1NPI, 3NLI, 16BI, 16PI, 46Li, 11PI, 11Li, 11NBI, 21BI, 1MBI, 1MPI, 1MLi, 4MBr
Grupo 2	<i>Paspalum notatum</i> (23%) <i>Bouteloua megapotamica</i> (16%) <i>Juncus</i> (7%) <i>Hordeum pusillum</i> (4%) <i>Stipa setigera</i> (4%)	1NBI, 16BI, 16PI, 1MPI, 4NBr
Grupo 3	<i>Bouteloua megapotamica</i> (19%) <i>Axonopus affinis</i> (17%) <i>Paspalum notatum</i> (17%) <i>Eryngium nudicaule</i> (5%) <i>Gamochoaeta spicata</i> (5%)	4NBI, 1MBI
Grupo 4	<i>Paspalum notatum</i> (17%) <i>Bromus auleticus</i> (8%) <i>Lolium multiflorum</i> (8%) <i>Axonopus affinis</i> (5%) <i>Stipa papposa</i> (4%)	3NLI, 3NBr, 4NBr, 4NLI, 36Li, 36Br, 46Li, 31Br, 31Li, 41Li, 41Br, 1MBI, 3MLi, 3MBr, 4MBr

Grupo 5	<i>Paspalum notatum</i> (19%) <i>Axonopus affinis</i> (10%) <i>Paspalum dilatatum</i> (8%) <i>Bromus auleticus</i> (7%) <i>Stipa longiglumis</i> (6%)	2NBI, 2NLI, 26Li, 26Li, 21Li, 21BI, 2MBI, 2MLi
Grupo 6	<i>Paspalum notatum</i> (33%) <i>Bouteloua megapotamica</i> (10%) <i>Bothriochloa laguroides</i> (5%) <i>Stipa setigera</i> (3%) <i>Sida rhombifolia</i> (2%)	2NBI, 3NBI, 4NBI, 4NLI, 21BI, 31LI, 41Br, 2MBI, 2MLi, 4MBI, 4MBr
Grupo 7	<i>Paspalum notatum</i> (25%) <i>Axonopus affinis</i> (10%) <i>Bromus auleticus</i> (7%) <i>Setaria geniculata</i> (6%) <i>Stipa leptocoronata</i> (4%)	31Br, 21Li, 3MLi

La comunidad del grupo 1 es la única que presenta dentro de las especies de mayor contribución a las Ciperáceas y Juncáceas, pudiendo indicar condiciones de baja infiltración (Ronsengurtt, 1946). La mayor parte de las unidades muestrales asociadas a este grupo pertenecen al bloque 1, en donde se pudo observar la presencia de ojos de agua en las parcelas lo que da características de mayor uliginosidad dentro del bloque. Este grupo concentra los Planosoles y Blanqueales.

Los grupos 2 y 6 son muy similares en cuanto a la contribución de las especies, teniendo en común *Bouteloua megapotamica*, *Paspalum notatum* y *Stipa setigera*, diferenciándose entre ellos principalmente por *Bothriochloa laguroides*, *Hordeum pusillum*, y por la presencia de Juncáceas. Éstas están presentes en el grupo 2, integrado mayormente por puntos del bloque 1 en el cual se observaron problemas de infiltración en algunas zonas.

La comunidad vegetal presente en el grupo 3, es la única que presenta entre las especies de mayor contribución a dos hierbas enanas como *Eryngium nudicaule* y *Gamochaeta spicata*. Los suelos de estas unidades muestrales son los Blanqueales de campo natural y campo natural mejorado. Estos suelos presenten las mayores limitantes para el crecimiento vegetal limitando el desarrollo de especies de mayor porte, dejando espacios abiertos lo cual permiten el desarrollo de hierbas enanas de desarrollo mínimo. La principal especie es la gramínea *Bouteloua megapotamica*, seguida por *Axonopus affinis* y *Paspalum notatum*.

El grupo 4 es el grupo que contiene mayor proporción de especies invernales (20%) con alta participación de *Bromus auleticus* y *Lolium multiflorum*. Es la comunidad con mayor presencia de especies tiernas y finas, lo que se corresponde con suelos de mayor profundidad y/o fertilidad natural (Berretta, 1989) Brunosoles y Litosoles. La unidad de suelo San Manuel, ubicada sobre la Formación Fray Bentos (Bossi y Navarro, 1988), se caracteriza por estar formada por tosca, la cual podría permitir el pasaje de las raíces a través de la misma, permitiendo así a las especies obtener agua de mayores profundidades.

Las comunidades de los grupos 5 y 7 tienen en común que aproximadamente el 35% de la contribución es explicada por el *Paspalum notatum*, *Axonopus affinis* y *Bromus auleticus*. Por su parte el grupo 5 se diferencia del resto de los grupos por tener *Paspalum dilatatum*, mientras que el grupo 7 presenta *Stipa leptocoronata*.

#### 4.4. ESTUDIO DE LAS UNIDADES MUESTRALES SEGÚN GRUPOS FUNCIONALES

A continuación se presenta el análisis botánico de las diferentes unidades muestrales según tipo de suelo y medida de intervención.

En primera instancia se realizó un Análisis de Componentes Principales, resultando en el biplot de la siguiente figura. Se ordenaron las unidades muestrales por la cobertura de los grupos funcionales de gramíneas y las no gramíneas.

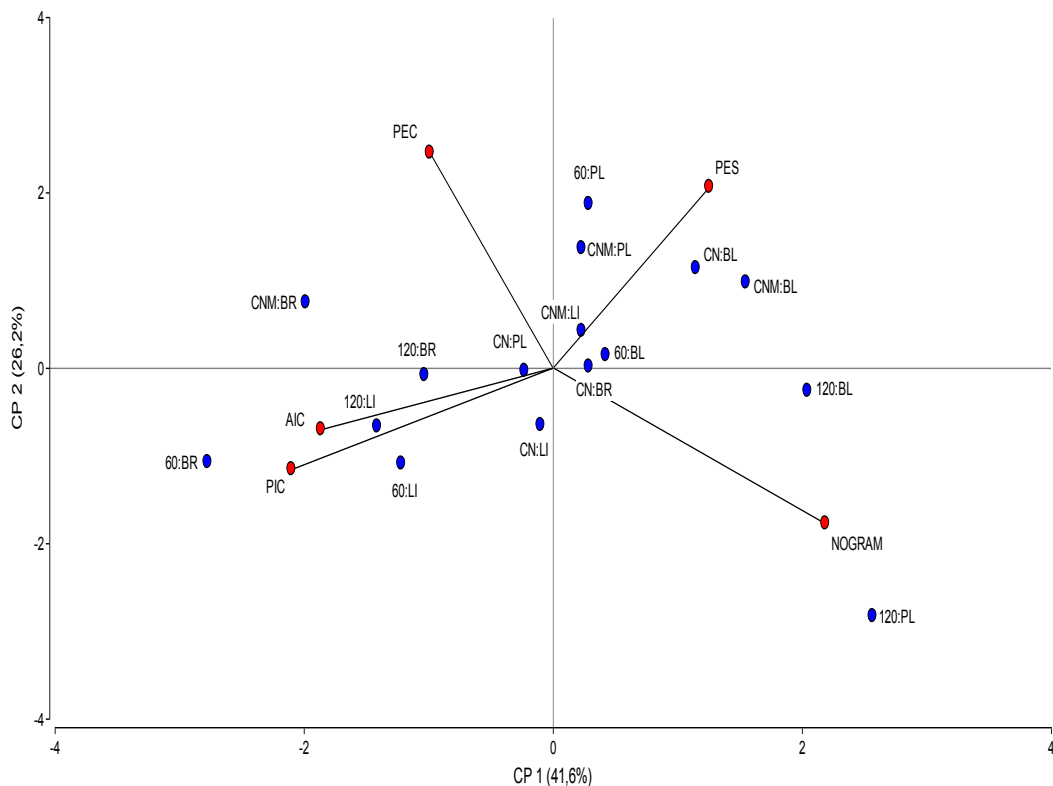


Figura No. 5. Gráfico de componentes principales de grupos funcionales y medida de intervención:suelo siendo: perenne invernal cespitosa (PIC), perenne estival cespitosa (PES), perenne estival estolonífera (PES), anual invernal cespitosa (AIC), no gramíneas (NOGRAM), campo natural (CN), campo natural mejorado (CNM), campo natural fertilizado con 120 kg/ha de N, campo natural fertilizado con 60 kg/ha de N, Brunosol (BR), Litosol (LI), Blanqueal (BL), Planosol (PL).

Las asociaciones entre tipo de suelo y grupos funcionales muestran que el componente no gramínea se asocian fundamentalmente al Planosol 120 kg/ha de N y al Blanqueal 120 kg/ha de N.

A la derecha del eje 1 se encuentran los Blanqueales, asociados a la presencia de perennes estivales estoloníferas y no gramínea. A valores decrecientes del Componente Principal 1 se encuentran las invernales, tanto perennes como anuales, mostrando una mayor asociación con los Brunosoles y Litosoles a niveles de nitrógeno 60 y 120 kg/ha de N.

Por otra parte los Planosoles a medida que se incrementa el nivel de fertilidad cambia su composición botánica. Este suelo bajo la medida de intervención de 120 se asocia con una mayor contribución de no gramíneas, mientras que a 60 kg/ha de N, se asocia con una mayor contribución de perennes estivales estoloníferas. El Planosol sin intervención muestra una composición equilibrada sin ningún componente dominante.

Como conclusión se puede decir que a medida que mejoran las condiciones edáficas (desde Blanqueal a Brunosol), se va incrementando la contribución de invernales. También se ve un efecto de la fertilización, cuando no se aplica ningún fertilizante (CN), los suelos tienden a ubicarse en el centro del Biplot, mientras que los suelos que han recibido N presentan alguna tendencia hacia algún grupo funcional.

#### 4.5. ESTUDIO DE GRUPOS FUNCIONALES

A continuación se presentan los resultados del análisis para los distintos grupos funcionales según tipo de suelo y medida de intervención.

El grupo de perennes estivales cespitosas (PEC), está integrado principalmente por las especies de los géneros *Bothriochloa*, *Eragrostis*, *Paspalum*, *Setaria*, *Sporobolus*. Como se puede ver en la figura No. 6, este grupo presentó mayor contribución en los Blanqueales siendo estadísticamente diferente a los Litosoles y Brunosoles. Esta diferencia se debe fundamentalmente a la contribución de *Bothriochloa laguroides*, la cual representa aproximadamente el 10% en los Blanqueales, 7% en Litosoles y 4% en Brunosol.

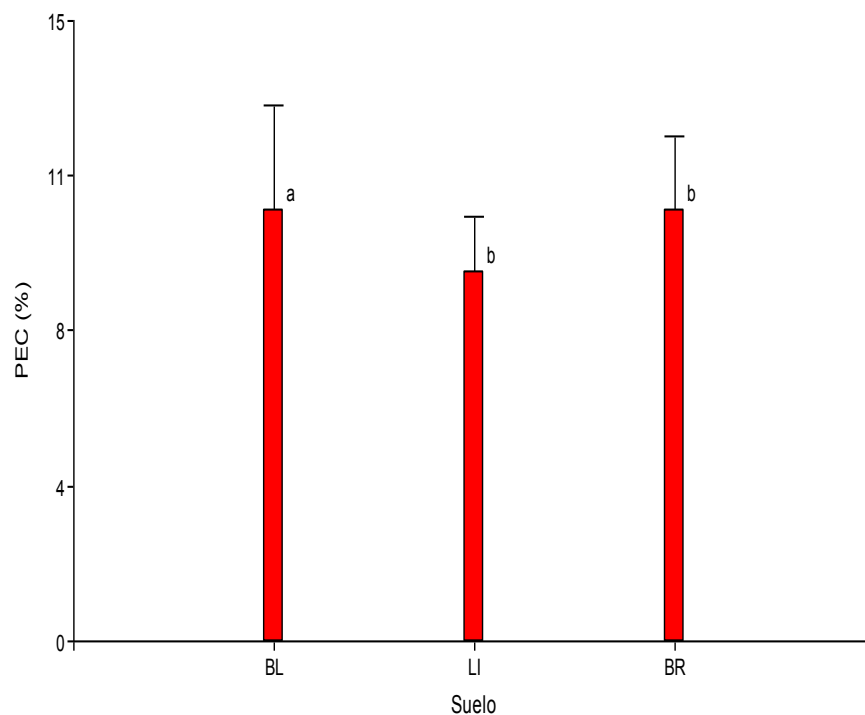


Figura No. 6. Cobertura de gramíneas perennes estivales cespitosas (PEC) según tipo de suelo.

Por otra parte, la contribución de las gramíneas perennes estivales estoloníferas (PES), grupo conformado principalmente por *Axonopus affinis*, *Bouteloua megapotamica*, *Cynodon dactylon*, y *Paspalum notatum* como se ve en la figura No. 7, muestra una reducción de la contribución a medida que las condiciones edáficas mejoran, mostrando diferencias significativas entre el Blanqueal y el Brunosol. La mayor contribución se determinó en los Blanqueales, explicado fundamentalmente por la frecuencia de *Bouteloua megapotamica* y *Paspalum notatum*. La *Bouteloua megapotamica*, representa cerca de un 20% del total de la contribución, mientras que el *Paspalum notatum*, la máxima contribución en los Blanqueales fue de 54%, con un promedio de 30%. Mientras que estas especies en el Brunosol, representaron en promedio 5% y 20% respectivamente.

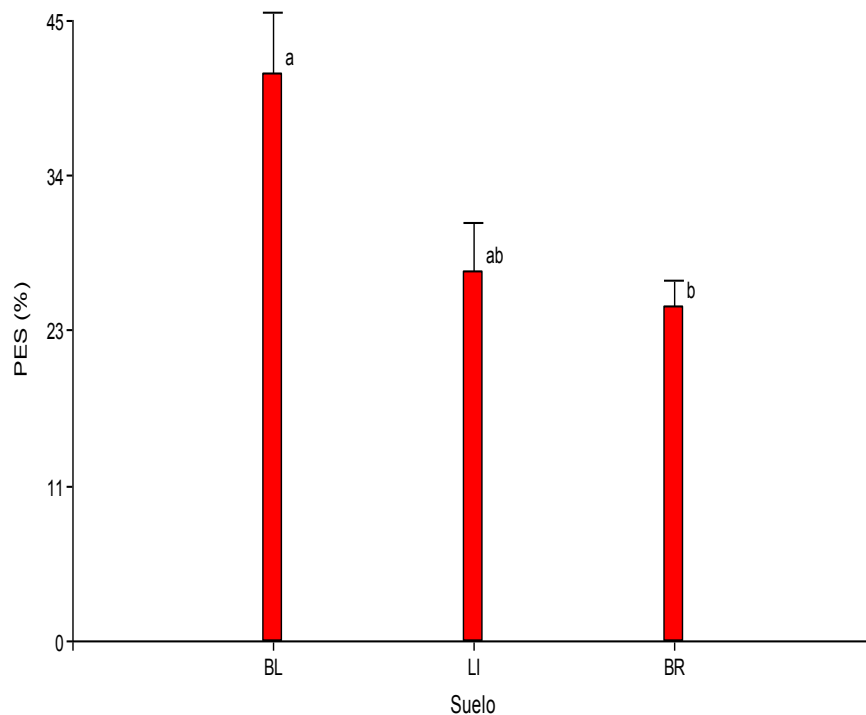


Figura No. 7. Cobertura relativa de gramíneas perennes estivales estoloníferas (PES) según tipo de suelo. Blanqueal (BL), Litosol (LI), Brunosol (BR).

El grupo de gramíneas perennes invernales cespitosas (PIC), está integrado principalmente por los géneros *Briza*, *Bromus*, *Piptochaetium* y *Stipa*. A partir de la figura No. 8 se puede ver como este grupo presenta una mayor participación en los suelos de mayor fertilidad natural siendo significativamente mayor la contribución relativa en Brunosoles y Litosoles. Como determinaron May et al. (1990) al relacionar las especies invernales positivamente con el contenido de arcilla, la CIC contenido de materia orgánica, se puede observar como éstas presentan mayor contribución en los suelos con éstas características. Los perfiles de suelo típicos para la Unidad San Manuel, indican un porcentaje de materia orgánica para los Brunosoles de 5,5; 3 por ciento para los Blanqueales y 4,8 por ciento para los Litosoles (MAP. DFS, 1979).

Por otra parte, estas especies presentan reposo estival marcado en veranos secos, lo que les permite adaptarse a las condiciones de déficit hídrico (Ronsengurtt et al., 1946).

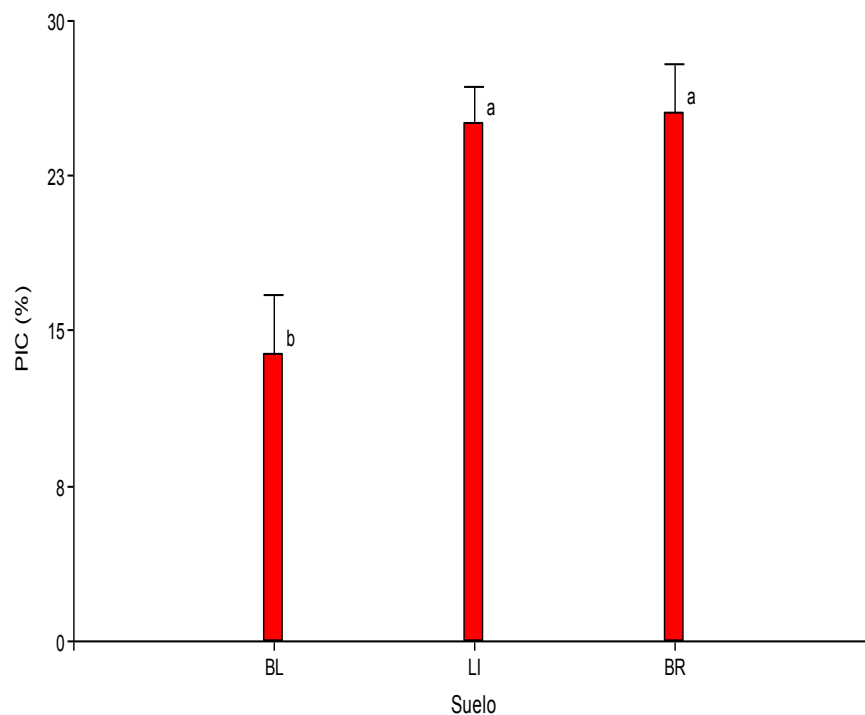


Figura No. 8. Cobertura relativa de las gramíneas perennes invernales cespitosas según tipo de suelo, siendo Blanqueal (BL), Litosol (LI), Brunosol (BR).

El grupo de las no gramíneas, está conformado fundamentalmente por hierbas menores y enanas. A partir de la figura No. 9, se puede ver como la cobertura disminuye a medida que el suelo permite el desarrollo de una vegetación dominada por gramíneas de mayor porte, reduciendo la participación de las especies peores competidoras por luz. Las diferencias entre los diferentes tipos de suelo no son significativas, debido a la dispersión de los datos.



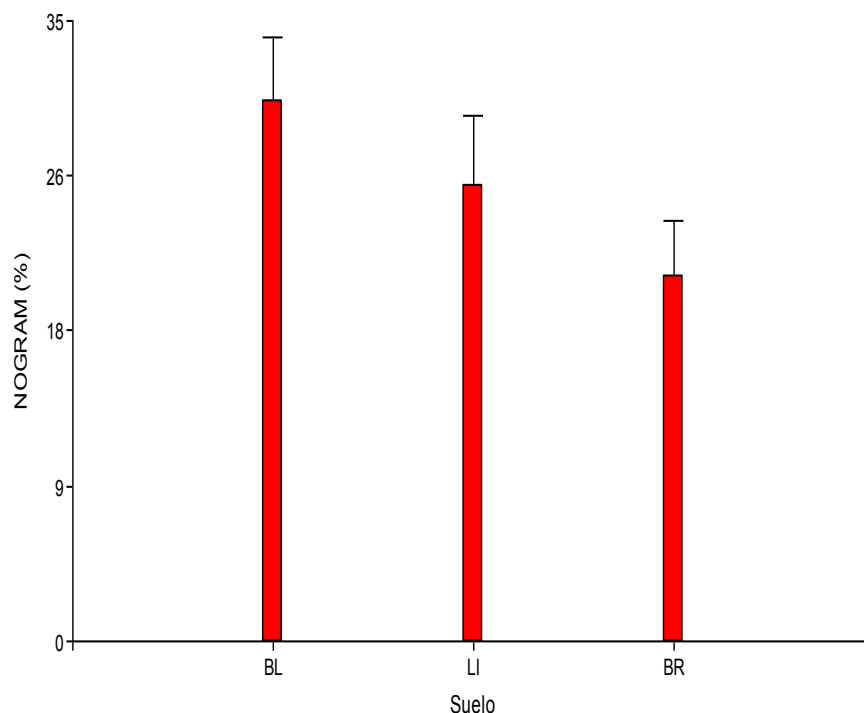


Figura No. 9. Cobertura relativa de las no gramíneas (NOGRAM) según tipo de suelo.

En cuanto a las anuales invernales cespitosas, figura No. 10, no se observó diferencias significativas, este grupo funcional está integrado por los géneros *Briza*, *Hordeum*, *Lolium*, y *Vulpia* principalmente. Si bien hay casi una diferencia de casi el doble entre el Blanqueal y Brunosol, no es significativa debido a la gran variabilidad de los datos. Son especies de ciclo de crecimiento muy breve, capaces de sobrepasar la estación de estrés hídrico (verano) en estado de semilla. Una vez pasado el verano, colonizan rápidamente áreas desnudas, en suelos superficiales con poca capacidad de retención de agua, o espacios intersticiales en tapices normales. Estas especies también pueden cambiar su abundancia relativa según excesos o déficits hídricos invernales, o condiciones de drenaje, siendo así *Vulpia australis* y *Hordeum pusillum* las más frecuentes en ambientes más secos, mientras que *Briza minor* y *Poa annua* son más frecuentes en ambientes más húmedos o de peor drenaje (Milot et al., 1987).

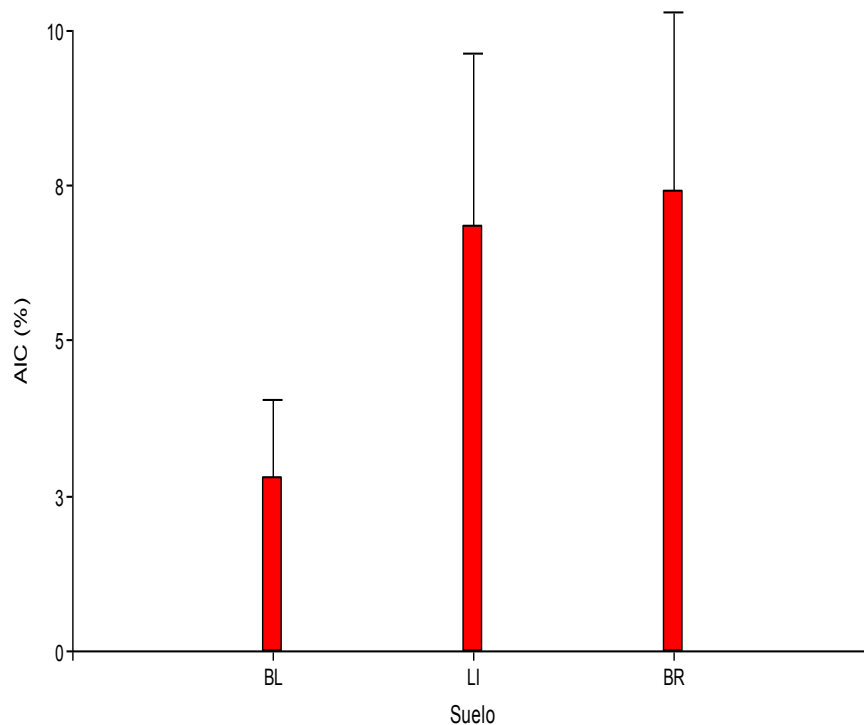


Figura No. 10. Cobertura relativa de anuales invernales cespitosas (AIC) según tipo de suelo.

#### 4.6. ESTUDIO DE LAS PRINCIPALES TRIBUS DE GRAMÍNEAS

A continuación se presenta el análisis de la varianza para las diferentes tribus, reportándose resultados sólo cuando existen diferencias significativas.

##### 4.6.1. Andropogoneae

La tribu Andropogoneae, está representada principalmente por las especies *Bothriochloa laguroides*, *Coelorhachis selloana*, *Schizachyrium microstachyum*, *Schizachyrium spicatum*, y *Trachypogon montufari*. En la figura No. 11, se puede observar como esta tribu presenta mayor cobertura en los Brunosoles, siendo estadísticamente diferente a los Blanqueales.

A medida que mejoran las condiciones edáficas, las especies pertenecientes a este género aumentan su contribución. Las especies de esta tribu suelen ser altas, con alta proporción de tallos, asociadas a un régimen de lluvia estacional (Millet et al., 1987). La especie que explica mayormente este comportamiento es *Coleorhachis selloana*. De acuerdo con Rosengurt (1970) *Coelorhachis selloana* es común en campos vírgenes y fértiles, *Schizachyrium spicatum*, es común en campos arcillosos o pedregosos, altos y secos, mientras que *Schizachyrium microsachyum* habita en campos mayormente arenosos. *Trachypogon montufari* es frecuente en campos secos y pobres, mayormente pedregosos.

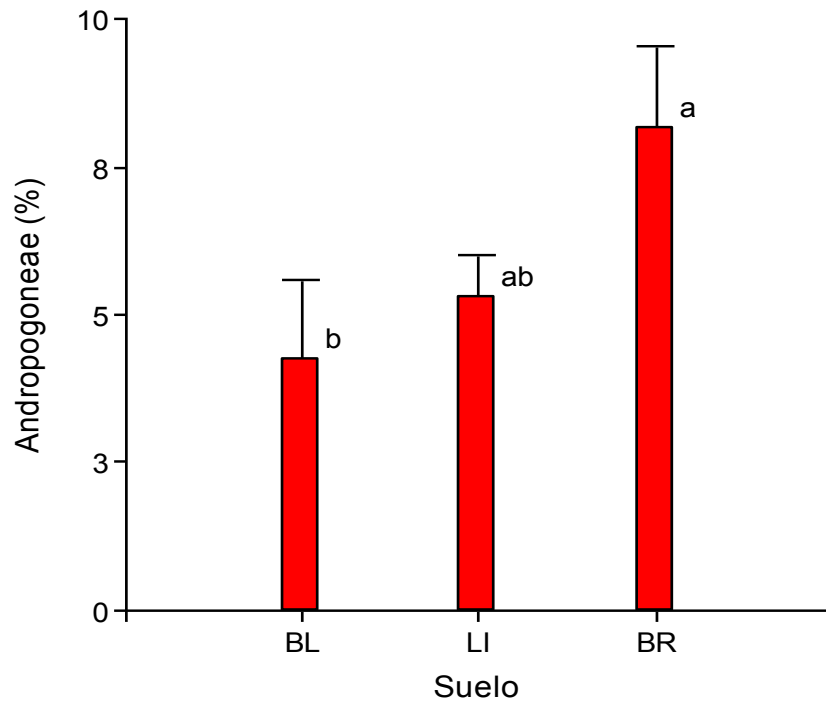


Figura No. 11. Cobertura relativa de la tribu Andropogoneae según tipo de suelo.

#### 4.6.2. Chlorideae

La tribu Chlorideae, está integrada por especies como *Bouteloua megapotamica*, *Chloris grandiflora*, *Eleusine tristachya*, además se consideró el aporte de *Eragrostis lugens* y *Eragrostis nessi*, las cuales no superan el 1% en el ninguno de los suelos y tienen un comportamiento similar a las Chlorideas.

En la figura No. 12 se puede observar como el mayor aporte de esta tribu se presenta en los Blanqueales, siendo menor y estadísticamente diferente en los Litosoles y Brunosoles. Esta tribu es frecuente en suelos superficiales, degradados, especializada en ambientes áridos (Clayton, citado por Millot et al., 1987). Son plantas de porte bajo, por lo que se favorecen del ambiente pobre en donde no es frecuente un tapiz alto.

Tanto *Bouteloua megapotamica* como *Chloris grandiflora* son frecuentes en campos pobres. Además *Eleusine tristachya* es frecuente en campos de pasto bajo, como lo son los Blanqueales. También *Eragrostis lugens* y *Eragrostis nessi* son frecuentes en campos pobres (Rosengurtt, 1970) lo que concuerda con los resultados presentados.

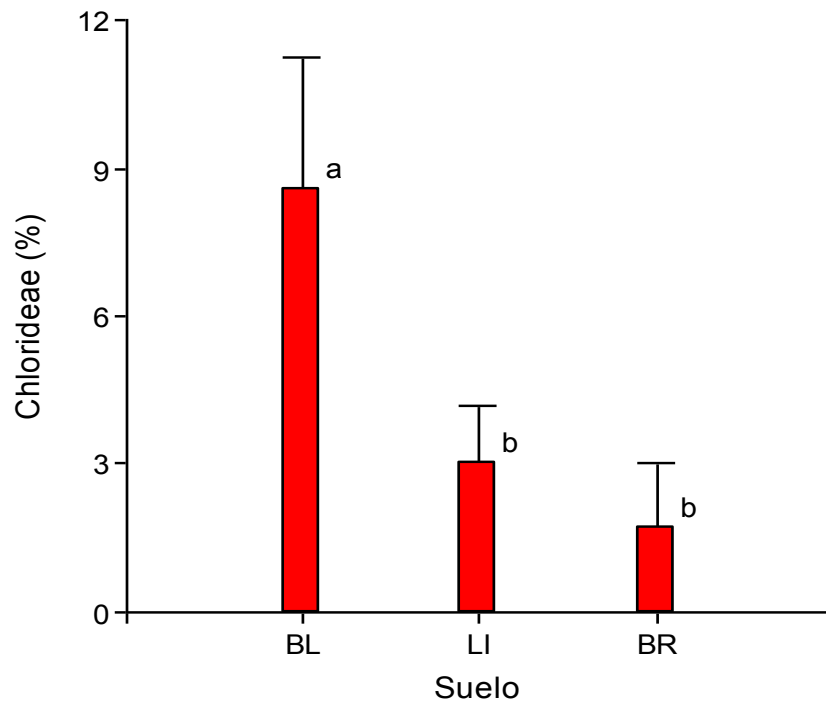


Figura No. 12. Cobertura relativa de la tribu Chlorideae según tipo de suelo.

En la figura No. 13, se observa que esta tribu presentó mayor contribución en el campo natural, no presentando diferencias con campo natural mejorado ni con la medida de intervención de 120 kg/ha de N. Esto podría explicarse porque al mejorar la limitante de fertilización, especies de mayor porte (Tribu Poaeae, *Carduus sp.*, *Eryngium horridum*) comienzan a dominar, por lo que le ejercen competencia a esta tribu.

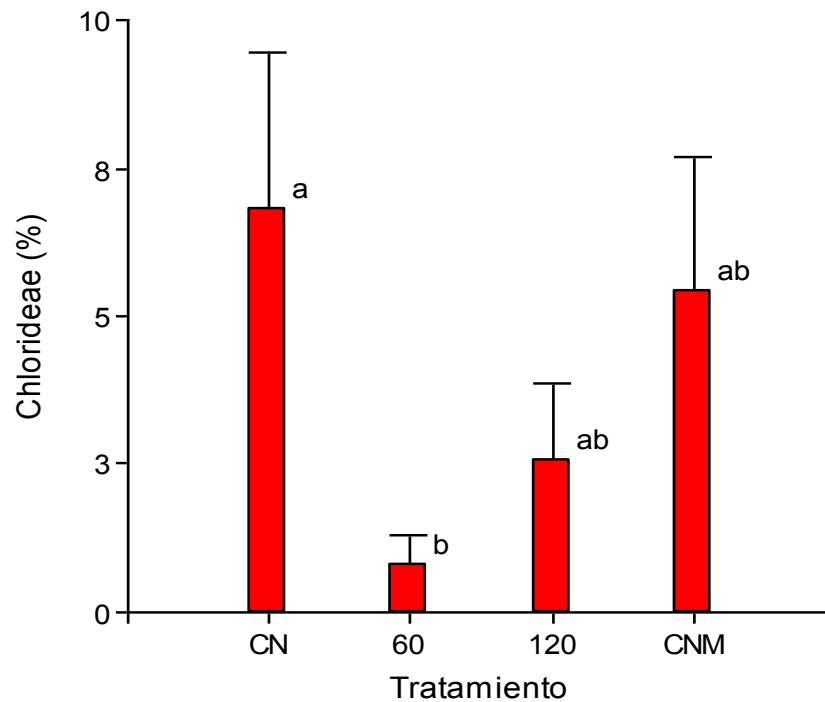


Figura No. 13. Cobertura relativa de la tribu Chlorideae según tratamiento

#### 4.6.3. Poeae

La tribu Poeae está integrada principalmente por las especies *Briza minor*, *Briza subaristata*, *Bromus auleticus*, *Bromus catharticus*, *Hordeum pusillum*, *Lolium multiflorum*, *Melica rigida*, *Poa annua*, y *Vulpia australis*.

De la figura No. 14 se puede observar que la mayor contribución de esta tribu ocurre en Brunosoles y Litosoles, siendo estadísticamente menor en los Blanqueales. Estos suelos, además de tener limitantes físicas, también tienen limitantes de salinidad. Además, en estos suelos durante el otoño-invierno se forman ojos de agua, generando condiciones no propicias para estas especies. Estos resultados demuestran una preferencia por ambientes más fértiles por parte de estas especies.

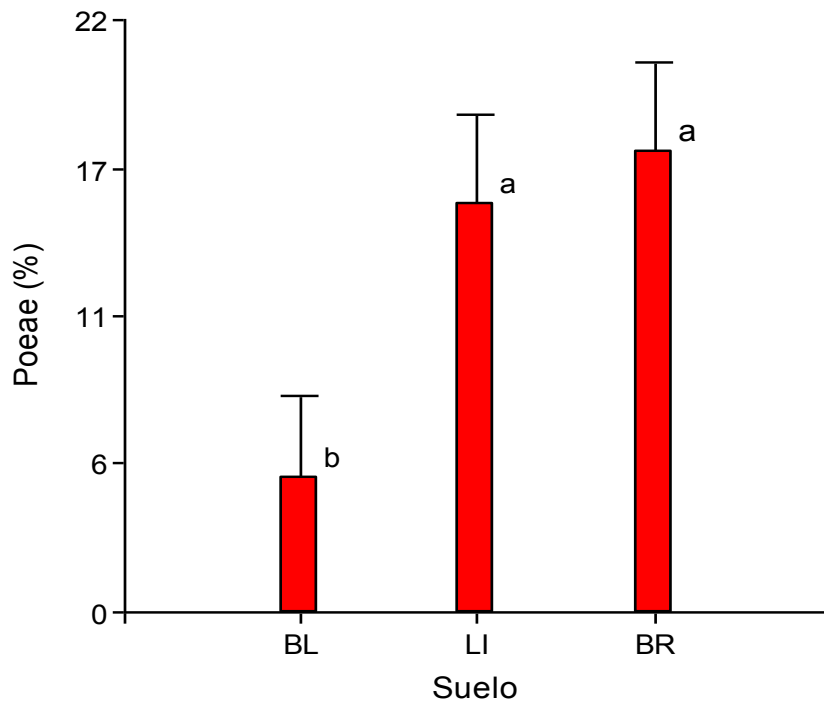


Figura No. 14. Cobertura relativa de la tribu Poeae según tipo de suelo.

En la figura No. 15 se puede observar cómo cambia el aporte de esta tribu según las medidas de intervención, siendo mayor y significativamente diferente en las medidas de intervención con nitrógeno. Esta tribu integrada por varias especies que responden a la fertilización nitrogenada, como *Bromus auleticus*, *Hordeum pusillum*, *Lolium multiflorum*, *Poa annua*, y *Vulpia australis* (Rosengurtt 1944, Bemhaja 1994).

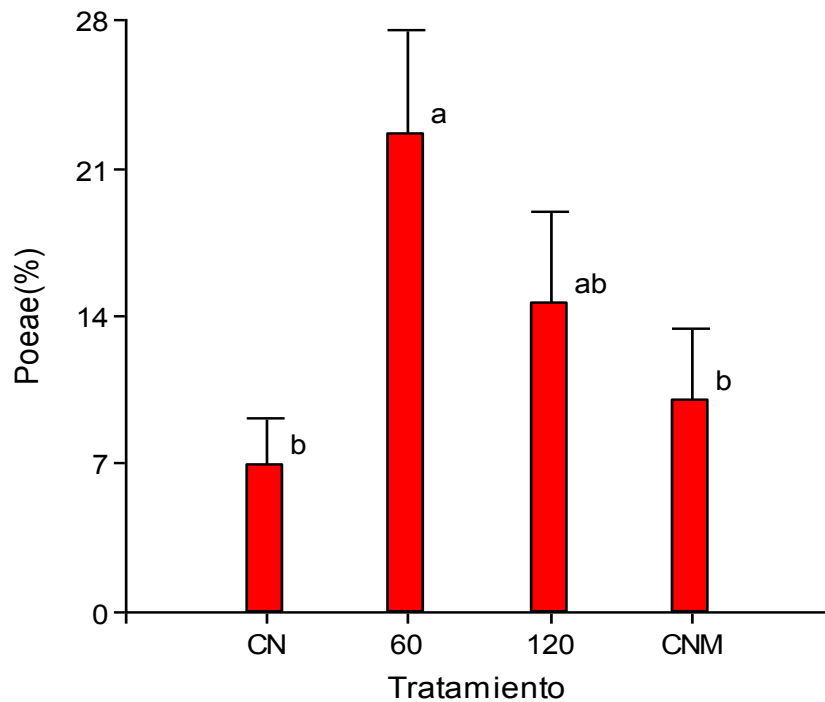


Figura No. 15. Cobertura relativa de la tribu Poeae según tratamiento.

También se analizaron las tribus Aristideae, Paniceae, Cynodonteae, Pappophoreae, Phalarideae, Stipeae, y Sporoboleae, no reportándose diferencias significativas para suelo, medida de intervención ni interacción suelo-medida de intervención.

#### 4.7. ESTUDIO DE LAS PRINCIPALES ESPECIES

A continuación se presentan los análisis de varianza para la cobertura de principales especies, reportando los resultados que han mostrado efecto significativo.



#### 4.7.1. *Bothriochloa laguroides*

En la figura No. 16 se observa que la especie *Bothriochloa laguroides* tiene mayor contribución en los Blanqueales, mientras que es significativamente menor en los Litosoles y Brunosoles.

*Bothriochloa laguroides* es una especie muy resistente a la degeneración, pobreza del suelo y a la sequía (Rosengurt et al., 1946). Tiende a disminuir su frecuencia relativa con fertilización nitrogenada posiblemente por la mayor competencia por luz de otras especies.

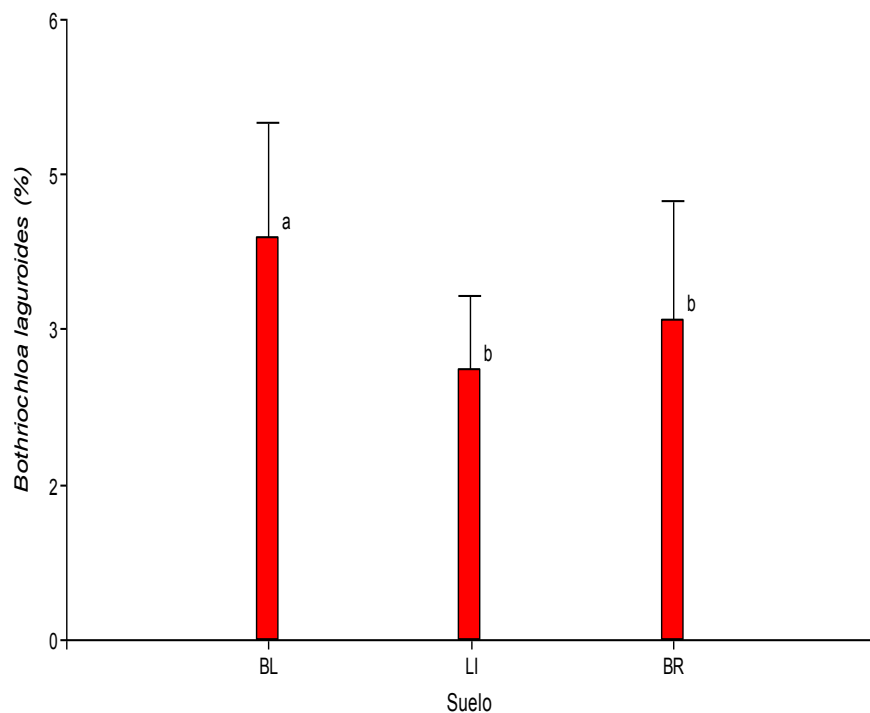


Figura No. 16. Cobertura relativa de *Bothriochloa laguroides* según tipo de suelo.

Mientras que en la figura No.17, se muestra que esta especie presentó mayor contribución bajo el campo natural mejorado, no presentando diferencias

con los tratamientos de campo natural ni 60 kg/ha de N. Berretta et al. (1998a), encontraron que esta especie tiene mayor frecuencia en tratamientos fertilizados con nitrógeno y fósforo, quizás relacionado con una baja apetecibilidad.

Esos resultados no concuerdan con los nuestros, donde la frecuencia relativa de *Bothriochloa laguroides* presenta tendencia a disminuir a medida que los niveles de nitrógeno aumentan.

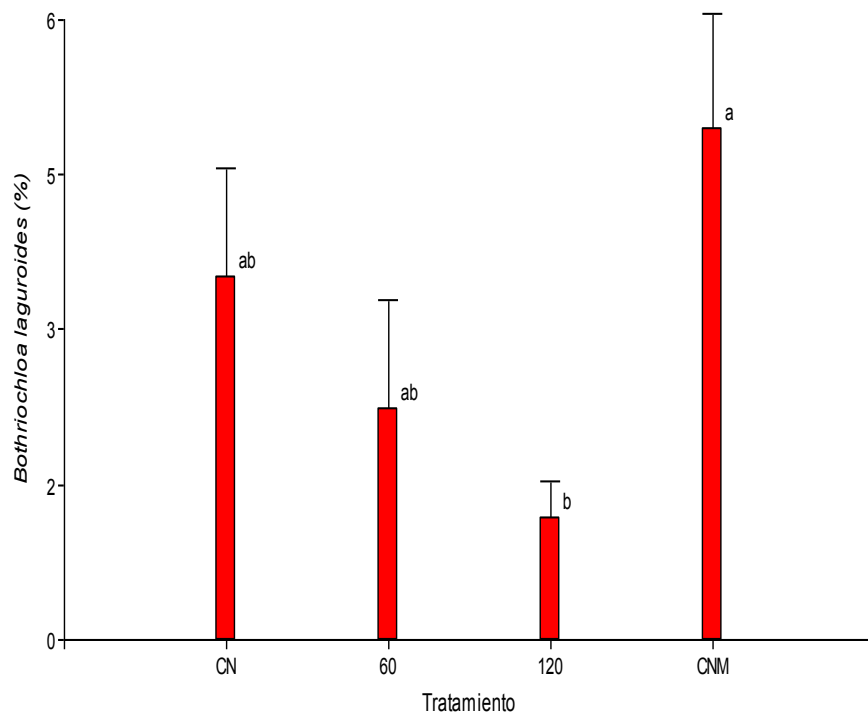


Figura No. 17. Cobertura relativa de *Bothriochloa laguroides* según tratamiento.

#### 4.7.2. *Bouteloua megapotamica*

Esta especie pertenece a la tribu Chlorideae, como se mencionó anteriormente, es frecuente en suelos superficiales, degradados, especializada en ambientes áridos (Clayton, citado por Millot et al., 1987). También se observó que esta tribu presentó mayor contribución relativa en los Blanqueales.

*Bouteloua megapotamica*, es un pasto ordinario poco productivo, estolonífero y de ciclo estival. Habita laderas, destacándose en los lugares áridos, de tapiz muy ralo y degradado y particularmente en los suelos compactos y erosionados. Crece en los veranos, tolerando sequías intensas, con reposo completo en invierno (Ronsengurtt, 1943).

En la figura No. 18, se constata este comportamiento, presentando mayor contribución en los Blanqueales, debido a su tolerancia a sequías. La menor cobertura se observó tanto en los Brunosoles como en los Litosoles, suelos más fértiles, con abundancia de especies cespitosas, que generan mayor competencia por luz por cubrir los estratos altos.

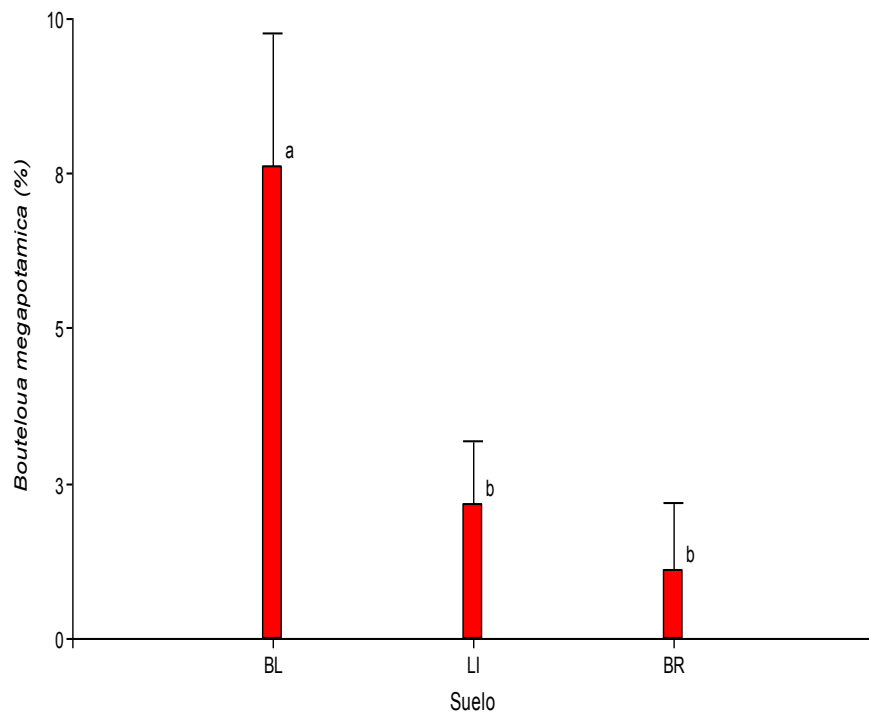


Figura No. 18. Cobertura relativa de la *Bouteloua megapotamica* según tipo de suelo.

#### 4.7.3. *Bromus auleticus*

La mayor contribución de *Bromus auleticus* se constató en el Brunosol y Litosol, siendo significativamente menor en los Blanqueales (figura No. 19). Esta especie es afectada por la disponibilidad hídrica, reposando intensamente durante veranos secos pero en veranos sin problemas hídricos se mantiene verde (Ronsengurtt et al., 1946).

En los suelos con restricciones físicas para el desarrollo radicular como los Blanqueales, durante el verano disminuye considerablemente el agua disponible, lo cual afecta al ciclo de la planta. Además en invierno se genera condiciones de anegamiento, lo que se traduce en el menor porcentaje de cobertura de la especie.

Los sitios en donde se relevó *Bromus auleticus*, mapeados como Blanqueales en el mapa detallado de suelos de la EEMAC, la contratación a campo indica que corresponden a zonas de transición entre Blanqueales y Litosoles.

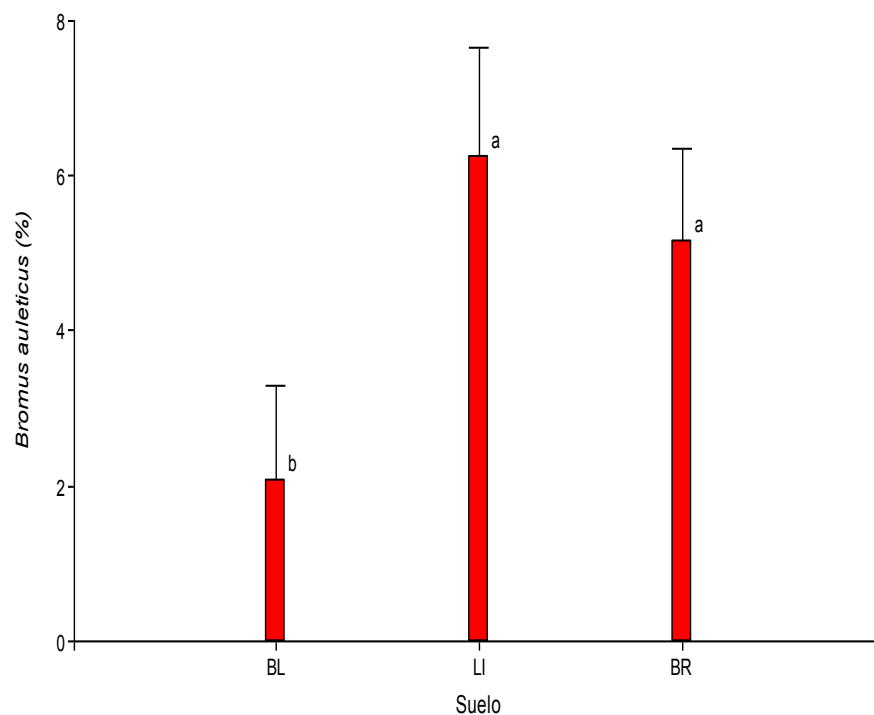


Figura No. 19. Cobertura relativa del *Bromus auleticus* según tipo de suelo.

#### 4.7.4. *Lolium multiflorum*

Para el caso de *Lolium multiflorum*, figura No. 20, se puede observar que la mayor cobertura se verificó en el Brunosol y Litosol, siendo menor y significativa en el Blanqueal. Esta especie es muy sensible a sequías (Rosengurtt, 1944) además de ser la gramínea más productiva en los suelos fértiles (Del Puerto 1969, Carámbula 2002), lo que explica este comportamiento.

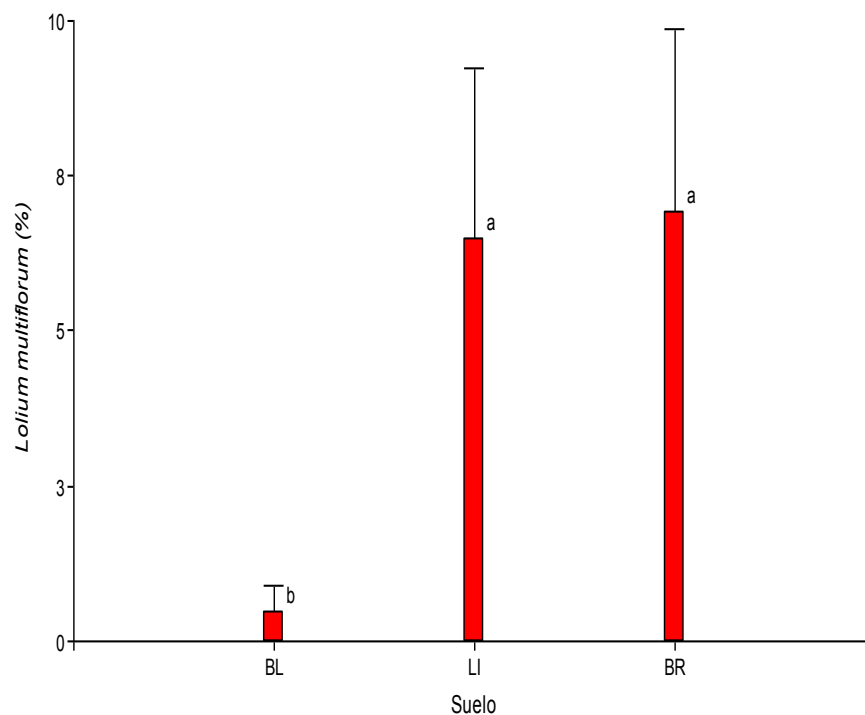


Figura No. 20. Cobertura relativa del *Lolium multiflorum* según tipo de suelo.

Por otra parte (figura No. 21) se puede observar que en los tratamientos con fertilización nitrogenada esta especie presentó mayor cobertura mientras que la menor contribución se observó en los tratamientos CNM y CN.

Ayala y Carámbula (1994b) en un experimento de siembras en cobertura con *Lolium multiflorum*, *Holcus lanatus* y *Bromus auleticus* sobre campo natural a distintos niveles de fertilización nitrogenada, determinaron que *Lolium multiflorum* se presentó como una especie sensible a la deficiencia de nitrógeno, registrándose incrementos importantes del área cubierta a medida que se elevó la dosis.

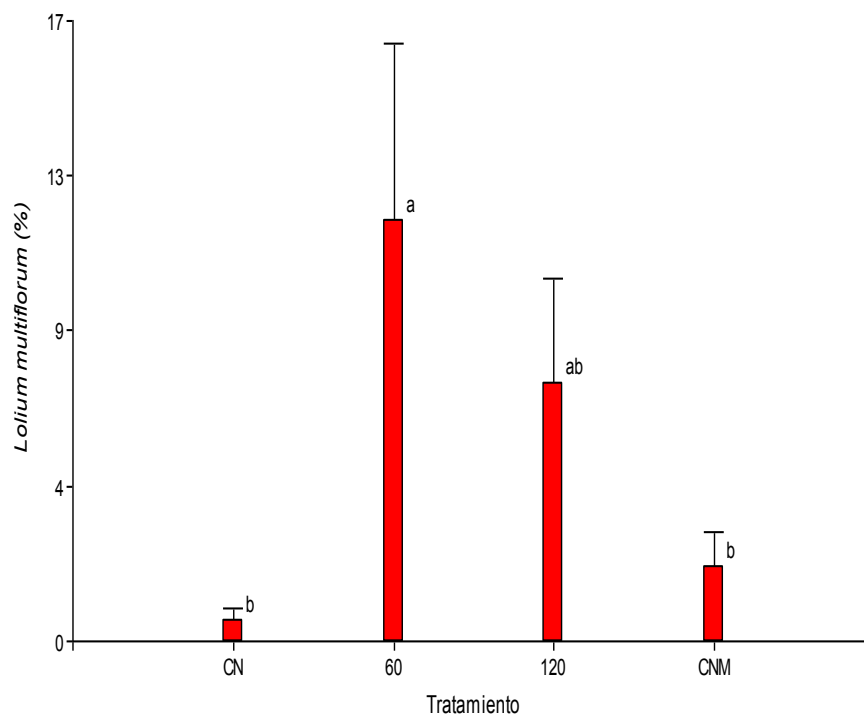


Figura No. 21. Cobertura relativa de *Lolium multiflorum* según tratamiento.

Si bien las fertilizaciones con 60 y 120 kg/ha de N no presentaron diferencias significativas, el aporte fue mayor a 60 kg/ha de N. Esto puede atribuirse a que en la intervención de 120 kg/ha de N se observó una mayor cobertura de *Carduus sp.* y *Eryngium horridum*, lo que generó competencia limitando su crecimiento determinando la reducción de la cobertura relativa.

#### 4.7.5. *Paspalum dilatatum*

El *Paspalum dilatatum* es un pasto tierno, perenne y estival, que prospera en campos fértiles y suelos abonados pero también se presenta en suelos pobres, siendo menos frecuente (Rosengurtt et al. 1946). García et al. (1995), Gazzano y Piran (1995), también encontraron que esta especie era más frecuente en suelos con menores posibilidades de sufrir régimen hídrico desfavorable.

En la figura No. 22 se puede observar que a medida que mejoran las condiciones edáficas *Paspalum dilatatum* presentó una contribución creciente, aumentando su participación desde el Blanqueal hacia el Brunosol, con valores intermedios en el Litosol. Es un pasto muy frecuente en suelos fértiles (Rosengurtt, 1979), lo que se ajusta a que se presente la mayor contribución en los suelos de mayor porcentaje de materia orgánica, que son los Brunosoles y Litosoles restringiendo en estos su desarrollo la menor disponibilidad hídrica en relación al Brunosol.

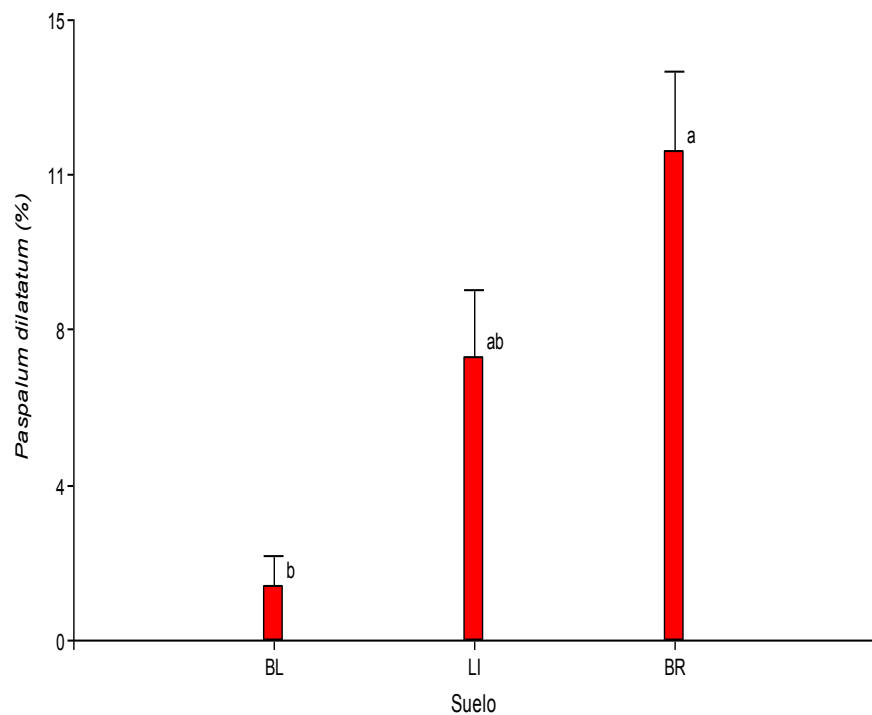


Figura No. 22. Cobertura relativa del *Paspalum dilatatum* según tipo de suelo, siendo Blanqueal (BL), Litosol (LI), Brunosol (BR).

#### 4.7.6. *Paspalum notatum*

En la figura No. 23 se presenta la contribución del *Paspalum notatum* según tipo de suelo. Se ve que esta especie tiene el mayor porcentaje de



cobertura en los Blanqueales, siendo significativamente menor en los Litosoles y Brunosoles.

El *Paspalum notatum* está presente en todos los suelos, en especial cuando el recurso luminosidad no es limitante (Bemhaja, 2005). En los Blanqueales debido al tapiz más ralo presenta menor competencia por el recurso luz, lo que le da ventaja competitiva y explica su mayor cobertura.

Exclusiones de pastoreo limitaría a esta especie a suelos superficiales o con limitaciones de fertilidad, donde los pastos altos no la desplacen (Milot et al., 1987).

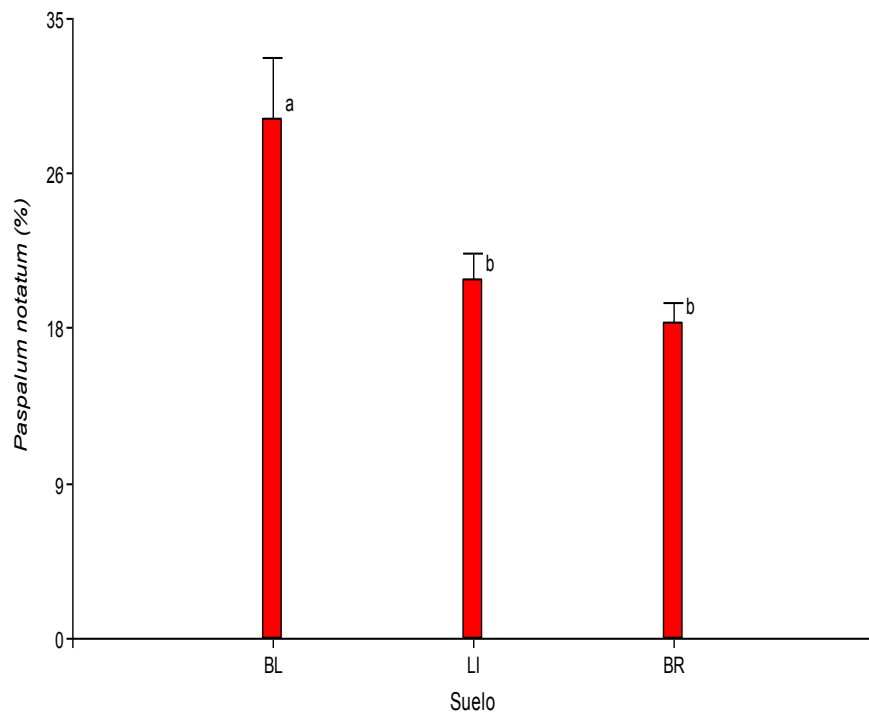


Figura No. 23. Cobertura relativa del *Paspalum notatum* según tipo de suelo.

#### 4.7.7. Maleza menor y maleza enana

Dentro de este grupo se encuentran especies como *Conyza sp.*, *Chaptalia*, *Richardia humistrata*, *Eryngium nudicaule*, *Evolvulus sp.*

En la figura No. 24 se observa una contribución significativamente mayor en los Blanqueales con respecto a los Litosoles y Brunosoles. Esto se explica debido a que estas especies, son escasas en los tapices bien conservados pero se tornan abundantes, llegando a dominar en extensas colonias en los lugares degradados (Rosengurt, 1943). Dominan en suelos superficiales donde el tapiz es abierto y de poca altura, en donde la estructura del tapiz les hace perder competitividad (Berretta 1987, Millot et al. 1987).

Según Rosengurt (1943), las hierbas enanas tienen poca importancia en campo normal, pero en lugares degradados por exceso de pisoteo o de pastoreo se tornan abundantes.

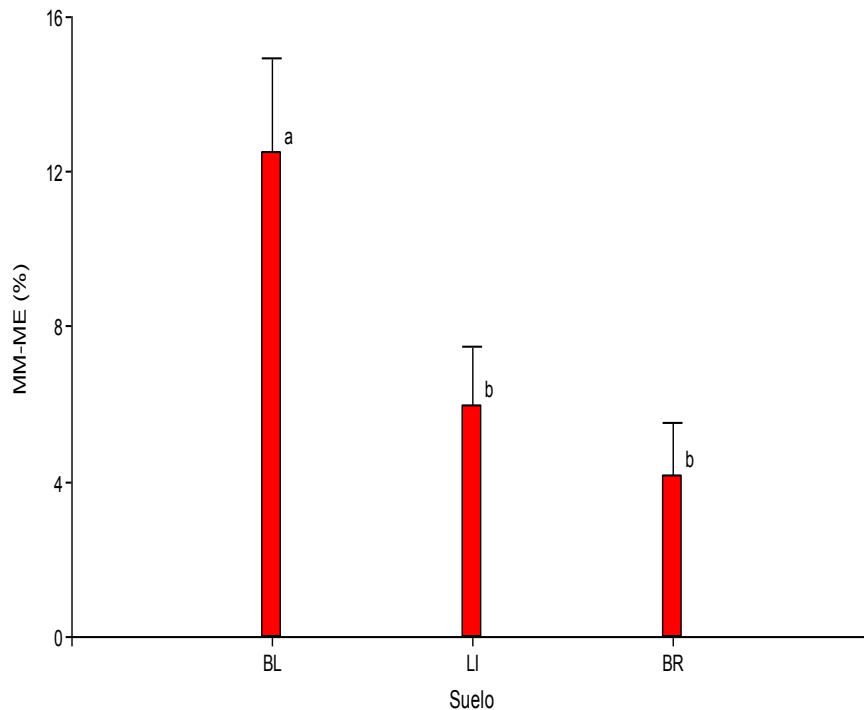


Figura No. 24. Cobertura relativa de Malezas menores y malezas enanas según tipo de suelo.

#### 4.7.8. Vulpia australis

*Vulpia australis* es capaz de sobrepasar la estación crítica (verano) al estado de semilla, por lo que colonizan rápidamente áreas sin cobertura permanente, en suelos superficiales o con poca retención de agua, o espacios intersticiales de tapices normales que se reducen en invierno (Millot et al., 1987).

Como se puede ver en la figura No. 25, la mayor cobertura de esta especie se dio en la medida de intervención de 120 kg/ha de N. A pesar de que *Vulpia australis* es particularmente abundante en campos degradados, de tapiz ralo o erosionado (Rosengurtt, 1943) tiene una alta respuesta a la fertilización nitrogenada (Ayala y Carámbula, 1994a).

De acuerdo con Rosengurtt (1943) la abundancia de anuales, indica la existencia de grandes claros en el tapiz durante la época en que estas plantas no vegetan. Estos claros pueden generar erosión con la consecuente pérdida de fertilidad del suelo, por lo que el aumento de especies como *Vulpia australis* anual poco productiva, no serían deseables.

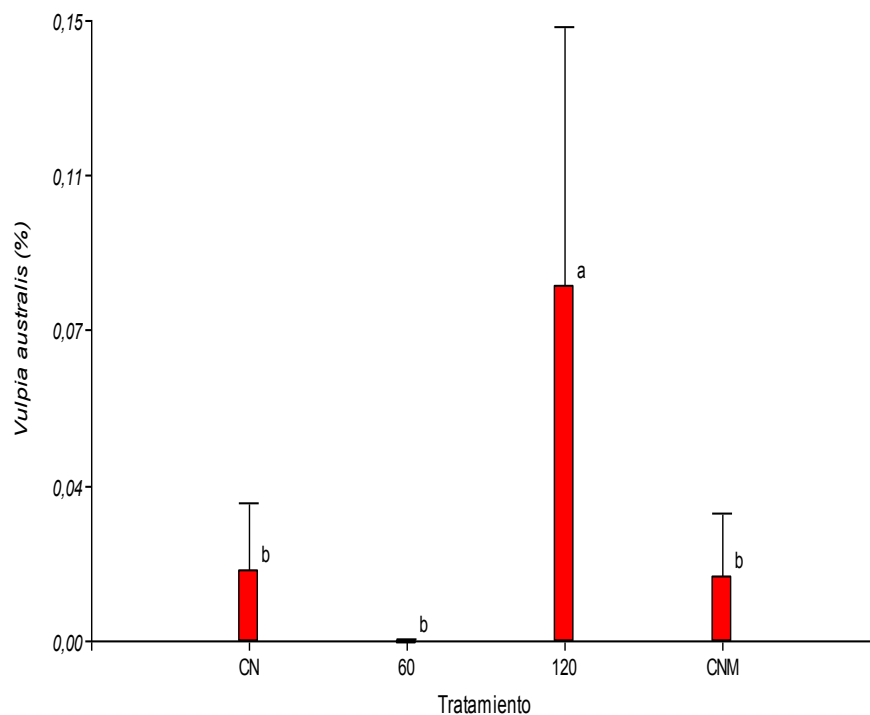


Figura No. 25. Cobertura relativa de *Vulpia australis* según tipo de suelo.

También se analizó *Axonopus affinis*, *Carduus sp.*, Ciperáceas, *Cynodon dactylon*, *Hordeum pusillum*, *Koelera phalaris*, *Paspalum quadrifarium*, *Schizachyrium microstachum*, *Piptochaetium*, y *Stipa sp.*, para los cuales no se detectó diferencia significativa entre suelos, tratamientos o interacción.

#### 4.8. ESTUDIO DEL VALOR PASTORAL

En la figura No. 26, se puede observar que tanto los Litosoles como los Brunosoles presentaron diferencias significativas en el valor pastoral frente a los Blanqueal. El valor pastoral va aumentando a medida que mejoran las condiciones edáficas. Este resultado coincide con lo publicado por Berretta (1987), García et al. (1995), los cuales encontraron que las especies tiernas y finas aumentaban hacia los bajos, asociándolo con suelos más profundos.

En los suelos más profundos, aumenta la contribución de especies de mayor tipo productivo, como *Lolium multiflorum*, *Bromus auleticus*, y *Paspalum dilatatum* mientras que disminuyen las malezas menores. En los Blanqueales aumenta la participación de las especies de tipo productivo ordinario y ordinario-duro como *Aristida sp.*, *Bothriochloa laguroides*, *Bouteloua megapotamica*, *Chloris grandiflora*, y *Eragrostis nesi*.

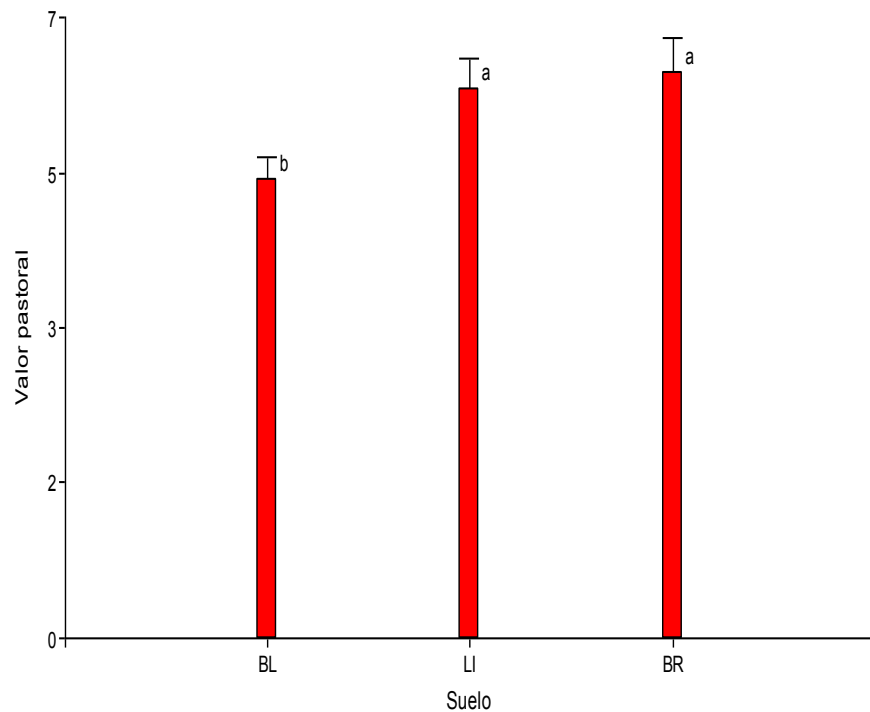


Figura No. 26. Valor pastoral según tipo de suelo.

#### 4.9. ESTUDIO DE RIQUEZA, EQUIDAD Y DIVERSIDAD

A continuación se presenta un análisis de componentes principales, evaluando equidad, diversidad y riqueza de los distintos tipos de suelo y tratamientos. Para este análisis, se eliminó el efecto bloque, resultando así 16 unidades.

En la figura No. 27 se presenta el agrupamiento de las unidades muestrales según riqueza, equidad y diversidad. Las dos coordenadas explican el 85% de la variación, asociándose el Componente Principal 1 a equidad (0,77) y el Componente Principal 2 a diversidad (0,70).

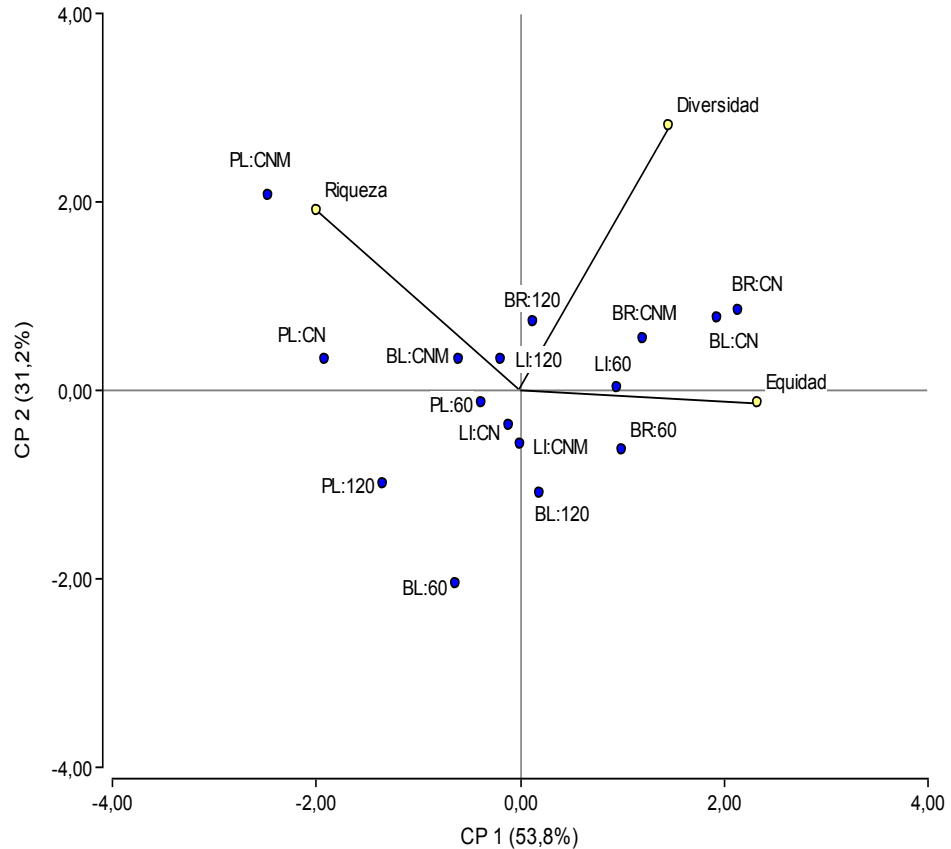


Figura No. 27. Gráfico de componentes principales de las unidades muestrales con respecto a diversidad, equidad y riqueza.

Si bien la mayoría de puntos se localizan cercanos al centro indicando que no presentan grandes diferencias con las variables analizadas, se destacan los siguientes puntos por estar más alejados que el resto PL:CNM, PL:CN, PL:120 y BL:60, BL:CN y BR:CN.

La máxima riqueza y mínima equidad se presenta sobre los PL:CNM, con un total de 70 especies. En los PL:120 y BL:60 se presentó el menor valor de riqueza.

Por otro parte, los valores más altos de equidad de se observaron en el campo natural, en Blanqueal y Brunosol. Tanto en los suelos más fértiles, profundos, y de buena estructura (Brunosoles) con mínimas restricciones para el crecimiento vegetal, como en los Blanqueales, que son suelos que presentan limitantes para el crecimiento, en ambos, disminuye la riqueza, aumentando la diversidad y equidad. Esto significa que en ninguno de estos suelos domina una o varias especies.

Si bien no se ve un efecto claro de los tratamientos, de acuerdo con Perters y Hansens, citados por Nabinger et al. (2006), observaron que las mayores riquezas florísticas se presentan en ambientes pobres en fósforo, por lo que la aplicación de este nutriente en pasturas naturales puede reducir el número de especies. Si bien este comportamiento no se ha podido detectar, es posible que se manifieste en el largo plazo.

Como conclusión, según Nabinger et al. (2006), las pasturas naturales en áreas de mayor fertilidad presentan un número reducido de especies debido a la competencia entre ellas, principalmente por luz. Contrariamente cuando los recursos son menores, un mayor número de especies pueden cohabitar. Este efecto, se ve claramente en los resultados, ya que los suelos con mayor riqueza son PL y BL.

Además de acuerdo a Millot et al. (1987), el número total de especies predominantes de una pastura es un índice de degradación. Un número reducido de las mismas supone una sobredominancia de un número menor de especies. Un tapiz integrado por un número importante de especies, es factible que tenga una mejor capacidad de respuesta a un cambio de manejo.

#### 4.10. CONSIDERACIONES FINALES

La composición botánica presentó una alta asociación con los tipos de suelo. En algunos casos, esta asociación tiene mayor impacto que el efecto de los tratamientos.

Al analizar la composición botánica a nivel de grupo funcional, tribu y especie, se pudo constatar que a medida que mejoran las condiciones edáficas aumenta la contribución de especies invernales, disminuyendo las especies estoloníferas y no gramíneas.

Con respecto a los tratamientos, pocas especies mostraron asociación con los mismos, es posible que sea por ser el primer año de fertilización.

El valor pastoral se asocia las mejores condiciones edáficas del suelo, siendo mayor a medida que estas se incrementan.

Con respecto a Riqueza, equidad y diversidad, en el Planosol muestra mayor riqueza cuando tiene efecto del nitrógeno, mientras que los Blanqueales y Brunosoles de campo natural son los suelos que presentan mayor equidad.



## 5. CONCLUSIONES

Se ha verificado asociación entre algunos niveles jerárquicos de clasificación y tipos de suelo. Esto se observó en los siguientes casos: Perenne estival cespitosa, Perenne estival estolonífera, Perenne invernal cespitosa, No gramínea. Así como también para ciertas tribus, Andropogoneae, Chlorideae, Poeae y para algunas especies *Bothriocloa laguroides*, *Bouteloua megapotamica*, *Bromus auleticus*, *Lolium multiflorum*, *Paspalum notatum*, *Paspalum dilatatum*, Maleza menor y maleza enana, y *Vulpia australis*.

Por otra parte, sobre las medidas de intervención se observó que han tenido efecto frente a las tribus Chlorideae y Poeae, mientras que a nivel de especie se constató efecto para *Bothriochloa laguroides*, *Lolium multiflorum*, y *Vulpia australis*.

Es posible que el efecto de las diferentes medidas de intervención no haya presentado un efecto tan marcado como el del tipo de suelo debido a que fue el primer año de intervención, pero sería importante continuar con este tipo de estudios para poder constatar la evolución de la composición botánica y así determinar si las medidas de intervención generan un cambio a mediano y largo plazo.

## 6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía, ubicada en ruta 3 km 363, Paysandú, Uruguay en el potrero 18, durante la primavera 2014. El experimento fue realizado en un campo natural, sobre 6 hectáreas, con las siguientes coordenadas 32°23'21,10";58°01'55,24. El objetivo del trabajo fue evaluar la relación entre las especies vegetales según los diferentes tipos de suelo y medidas de intervención. Éstas fueron: campo natural, campo natural mejorado con *Lotus tenuis* y *Trifolium pratense*, fertilizado con 40 kg/ha/año de N, campo natural fertilizado con 120 kg/ha/año de y campo natural fertilizado con 60 kg/ha/año de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Los suelos presentes en el área de estudio fueron: Brunosoles Eútricos Típicos (suelo dominante de la Unidad), Solonetz Solodizados Melánicos (suelo asociado a la Unidad), y Litosoles Eútricos Melánicos y Planosoles Eútricos Melánicos (suelos accesorios de la Unidad). Las parcelas fueron pastoreadas por novillos Holando, a una oferta de forraje variable 8-10 kg de MS cada 100 kg de PV en primavera-verano El muestreo se realizó mediante el método de superficie, realizándose de 3 a 5 muestras por tipo de suelo y por medida de intervención. Se determinó la composición botánica del potrero, y se midió el área de cobertura que ocupaban cada especie. Se procedió el análisis evaluando grupos funcionales, tribus y especies. Además se analizó riqueza, diversidad y equidad. Los resultados muestran dominancia de la familia gramínea, de especies estivales. Se determinó una clara asociación entre algunos grupos funcionales y tipos de suelo, así como también entre tribus y especies. En algunos casos se observó relación con tratamiento (ejemplo *Lolium multiflorum*, *Bothriochloa laguroides*). Por otra parte, la mayor riqueza se observó los Planosoles, mientras que la mayor equidad se constató en Brunosoles.

Palabras clave: Campo natural; Composición botánica; Tipo de suelo.

## 7. SUMMARY

The study was carried out on the Experimental Station Mario A. Cassinoni, Faculty of Agriculture, University of the Republic, Paysandú, on the route 3 km 363, Paysandú, Uruguay, during spring of 2014. The experiment was conducted in the paddock no. 18, (6 ha) in the coordinates 32°23'21,10" south latitude; 58°01'55,24" west longitude. The main objective of this work was to evaluate the relationship between the species according to different types of soil. The treatments were: natural grassland, natural grassland improvement with oversowing *Trifolium pratense* and *Lotus tenuis* fertilized with 40 kg.ha<sup>-1</sup>.year of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, and natural grassland at two levels of nitrogen fertilization 60 kg P.ha<sup>-1</sup>.year P, and 120 kg N.ha<sup>-1</sup>.year. The dominant soils in the area are: Lithic Hapludoll (LH), Typic Natraquoll (TN), Argiaquic Argialboll (AA), and PachicArgiudoll (PA). The parcels were grazed by steers Holando, with variable forage supply 8-10 in spring. The experimental design used was a randomized complete block with four repetitions. The botanical composition of the parcels was measured with the square method, and the botanical composition on different types of soils and treatments was evaluated. Besides, the species' coverage area was measured. The analysis was carried out by evaluating the functional, tribe and species groups, and richness, diversity and evenness were analyzed as well. The results show the dominance of Gramineae, a warm-season species. It was determined a clear association between some functional groups and the kind of soil, as well as between tribes y species. In some cases, the treatment had substantial impact (e.g. *Lolium multiflorum*, *Bothriochloa laguroides*). On the other hand, higher richness was found on Pachic Argiudoll, while the higher evenness was encountered on Argiaquic Argialboll.

Key words: Natural grassland; Botanical composition; Type of soil.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Aguiar, M. 2005. Biodiversity in grasslands: current changes and scenarios for the future. In: Reynolds, J.; Fame, E. eds. Grasslands; developments opportunities perspectives. New Hampshire, USA, Science Publishers. pp. 61-280.
2. Altesor, A.; Piñeiro, G.; Lezema, 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, Uruguay, INIA. pp. 21-30 (Serie Técnica no. 151).
3. Ayala, C.; Carámbula, M. 1994a. Nitrógeno en campo natural. In: Seminario de Actualización Técnica de Nitrógeno en Pasturas (1994, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 33-42 (Serie Técnica no. 51).
4. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 1994b. Respuesta a la fertilización nitrogenada de tres gramíneas sembradas en cobertura. In: Seminario de Actualización Técnica de Nitrógeno en Pasturas (1994, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 43-49 (Serie Técnica no. 51).
5. Baeza, S.; Paruelo, J.; Altesor, A. 2010. Caracterización funcional de la vegetación del Uruguay mediante el uso de sensores remotos. In: Seminario de Actualización Técnica sobre Bases Ecológicas y Tecnológicas para el manejo de pastizales (2010, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 15-22 (Serie Técnica no. 175).
6. Bemhaja, M. 1994. Fertilización nitrogenada en sistemas ganaderos. In: Seminario de Actualización Técnica de Nitrógeno en Pasturas (1994, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 49-56 (Serie Técnica no. 51).
7. \_\_\_\_\_. 2002. Dinámica de la vegetación de mejoramiento de campo bajo tres cargas con novillos. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur; Grupo Campos (19<sup>a</sup>., 2002, Corrientes, Argentina). Trabajos presentados. Corrientes, Argentina, s.e. pp. 143-144.

8. \_\_\_\_\_. 2005. Composición y productividad de comunidades de campo natural sobre suelos de areniscas de Tacuarembó. In: Seminario de Actualización Técnica en Manejo de Campo Natural (2005, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 85-92 (Serie Técnica no. 151).
9. Bermúdez, R.; Ayala, W. 2002. El fósforo en la producción de forraje y carne en mejoramientos. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur; Grupo Campos (19<sup>a.</sup>, 2002, Corrientes, Argentina). Trabajos presentados. Corrientes, s.e. pp. 180-193.
10. Berretta, E. 1987. 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 (9<sup>a.</sup>, 1987, Tacuarembó, Uruguay) Trabajos presentados. Tacuarembó, Uruguay, Fransa. pp. 76-89.
11. \_\_\_\_\_. 1989. Técnicas para evaluar la dinámica de pasturas naturales en pastoreo. In: Reunião do Grupo Técnico Regional do Cone Sul em melhoramento e utilização dos recursos forrageiros das áreas tropical e subtropical; Grupo Campos (11<sup>a.</sup>, 1989, Lages, Brasil). Trabalhos apresentados. Lages, Brasil, s.e. pp. 129-147.
12. \_\_\_\_\_.; Do Nascimento, D. 1991. Glosario estructurado de términos sobre pasturas y producción animal español – portugués. Montevideo, Uruguay, IICA. 126 p. (Diálogo no. 32).
13. \_\_\_\_\_. 1996. Campo natural; valor nutritivo y manejo. In: Risso, D.; Berretta, E.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 113-124 (Serie Técnica no. 80).
14. \_\_\_\_\_.;Risso, D.; Levratto, J.; Zamit, S. 1998a. Mejoramiento de campo natural de Basalto fertilizado con nitrógeno y fósforo. In: Seminario de Actualización de las Tecnologías para Basalto (1998, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 73-84 (Serie Técnica no.102).
15. \_\_\_\_\_. 1998b. Principales características de las vegetaciones de los campos de Basalto. 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<sup>a.</sup>, 1998, Salto, Uruguay). Trabajos presentados. Salto, Uruguay, INIA. pp.10-22 (Serie Técnica no. 94).

16. Boggiano, P.; Filgueira, M.; Silveira, C.; Suarez, R.; Cadenazzi, M. 2002. Descripción botánica de diferentes vegetaciones campestres del Uruguay. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur; Grupo Campos (19<sup>a.</sup>, 2002, Corrientes, Argentina). Trabajos presentados. Corrientes, Argentina, s.e. pp. 197- 202.
17. \_\_\_\_\_.; Zanoniani, R.; Cadenazzi, M.; Sevrini, M.; Zanoniani, M. 2004. Respuesta otoñal en la estructura poblacional de *Bromus auleticus* Trinus a la oferta de forraje y fertilización nitrogenada. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (20<sup>a.</sup>, 2004, Uruguay). Trabajos presentados. Salto, Uruguay, s.e. pp. 264-265.
18. \_\_\_\_\_.; Zanoniani, R.; Millot, J. 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, Uruguay, INIA. pp. 105-113 (Serie Técnica no. 151).
19. \_\_\_\_\_.; Berretta, E. 2006. Factores que afectan la biodiversidad vegetal del campo natural. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul; Zona Campos; Grupo Campos (21<sup>a.</sup>, 2006, Pelotas, Brasil.) Trabajos presentados. Pelotas, Brasil, Embrapa. pp. 93-104.
20. Boldrini, I. 2009. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: De Pratta, V.; Muller, S.; Souza, Z.; Ávila, A. eds. Campos sulinos, *conservação* e uso sustentável da biodiversidade. Brasília, Brasil, Ministério do Meio Ambiente. pp. 60-77.
21. Bossi, J.; Navarro, R. 1988. Geología del Uruguay. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. t. 2, pp. 800-813.
22. Briske, D.; Heitschmidt, R. 1991. An ecological perspective. In: Heitschmidt, R.; Stuth, J. eds. Grazing management, an ecological perspective. Portland, USA, Timber. pp. 22-63.
23. \_\_\_\_\_. 1996. Strategies of plant survival in grazed systems; a functional interpretation. In: Illius, A. ed. The ecology and management of grazing systems. Denver, USA, CABI. pp. 37-67.

24. Booth, B.; Murphy, S.; Swanton, C. 2003. Weed ecology in natural and agricultural systems. Kings Lynn, UK, CABI. pp. 320-323.
25. Brown, D. 1954. Methods of surveying and measuring vegetation; common wealth brean of pastures and fields crops. Hurley, UK, Bradley. pp. 70-77.
26. Cadenazzi, M. 1992. Comparación de distintos métodos de muestreo de la vegetación de campos naturales. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 97 p.
27. Caldwell, M. 1985. Ecophysiology of rangeland plants. In: International Rangeland Congress (17<sup>th</sup>., 1993, Rockhampton, Australia). Proceedings. Rockhampton, AU, Keeling and Mudy. pp. 423-459.
28. Carámbula, M. 1987. Las pasturas de la zona norte de Uruguay. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (9<sup>a</sup>., 1987, Tacuarembó, Uruguay) Trabajos presentados. Tacuarembó, Uruguay, Fransa. pp. 5-15.
29. \_\_\_\_\_. 2002. Pasturas y forrajeras; potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 1, pp. 61-80.
30. 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<sup>a</sup>., 2008, Minas, Uruguay). Trabajos presentados. Minas, Uruguay, INIA. pp. 200- 211.
31. Carvalho, P.; Soares, A.; Garcia, E.; Boldrini, I.; Pontes, L.; Belleda, G.; Freitas, R.; Freitas, T.; Junior, J. 2003. Herbage allowance and species diversity in native pasture. In: International Rangeland Congress (7<sup>th</sup> ., 2003, Durban, South Africa). Proceedings. Durban, Kima Global Publishers. pp.1230-1235.
32. Castaño, J.; Ceroni, N.; Giménez, A.; Furest, J.; Aunchaynam, R. s.f. Caracterización agroclimática del Uruguay, período 1980-2009. (en línea). Montevideo, INIA. GRAS. s.p. Consultado 20 ene. 2015. Disponible en [http://www.inia.org.uy/gras/agroclima/cara\\_agro/t\\_aire\\_t.html](http://www.inia.org.uy/gras/agroclima/cara_agro/t_aire_t.html)
33. Cayssials da Cunha, V. 2010. Relación entre atributos de las gramíneas nativas de pastizales uruguayos y el ambiente; efectos del hábitat y del pastoreo. Tesis

Lic. Ciencias biológicas. Montevideo, Uruguay. Facultad de Ciencias. pp. 65-70.

34. Coughenour, M. 1991. Spatial components of plant-herbivore in pastoral. Denver, USA, Ranch and Native. pp.540- 542.
35. Cuttle, S. 2008. Impacts of pastoral grazing on soil quality. In: McDowell, E. ed. Environmental Impacts of pasture based farming. Kings Lynn, UK, CABI. pp. 33-74.
36. Del Puerto, O. 1969. Hierbas del Uruguay. Montevideo, Uruguay, Aljanati. 68 p. (Nuestra Tierra no. 19).
37. Díaz, S.; Cabido, M. 1997. Plant functional types and ecosystem function in relation to global change. Journal of Vegetation Science. 8 (6): 463-474.
38. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 2001. Vive la difference; plant functional diversity to ecosystem process. Ecology and Evolution. 16 (4):646-655.
39. Formoso, D. 1996. Estrategias de manejo de las pasturas naturales. Producción Ovina. no. 9: 21-34.
40. Foster, B.; Gross, K. 1999. Species richness in a successional grassland; effects of Nitrogen enrichment and plant litter. Ecology. 79 (8): 2593-2602.
41. Gallinal, J.; Bergalli, L.; Campal, F.; Aragon, L.; Rosengurtt, B. 1938. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay; 1ª. contribución. Montevideo, Uruguay, Germano Uruguay. pp. 167-173.
42. Gaston, K.; Spicer, J. 2004. Biodiversity; an Introduction. Cornwall, UK, Balckwell. pp. 56-123.
43. Gazzano, M.; Pirán, H. 1995. Fenología de floración en gramíneas nativas: efecto de toposecuencia y manejo de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 116 p.
44. García, I.; Majo, E.; Silva, J. 1995. Efecto de la frecuencia de pastoreo sobre un tapiz regenerado de la unidad San Manuel. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 132 p.



45. Giraldi-Deiro, A.; Ellera, K.; Pieres, V.; Goncalves, C.; Paz, L. 2003. Composição florística outonal e relação con a qualidade da forragem em campos naturais na APA do Ibirapuita. Bagé, Brasil, Embrapa. pp. 14-20.
46. Heady, H. 1975. Rangeland management. Bekerley, USA, McGraw-Hill. pp.140-147.
47. Holechek, J.; Pieper, R.; Herbel, C. 1989. Range management; principles and practices. New Jersey, USA, Prentice Hall. pp.1216-126.
48. Kukoura, Z.; Kyriazopoulos, A.; Mantzanas, K. 2005. Effects of fertilization on floristic diversity and herbage production in a grazed natural range-land. *In*: International Occasional Symposium of the European Grassland Federation (13<sup>th</sup>, 2005, Tartu, Estonia). Integrating efficient grassland farming and biodiversity. Proceedings .Tartu, Estonia, s.e. pp. 307-310.
49. Larratea, F.; Soutto, P. 2013. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre la productividad invierno primaveral de un campo natural del litoral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 174 p.
50. Lavorel, S.; Garnier, E. 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits. *Functional Ecology*. 16 (8): 545-556.
51. Lezama, F.; Altesor, A.; Pereira, M.; Paruelo, J. 2010. Descripción de la heterogeneidad florística de las principales regiones geomorfológicas de Uruguay. *In*: Seminario de Actualización Técnica sobre Bases Ecológicas y Tecnológicas para el manejo de pastizales (2010, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA pp. 15-22 (Serie Técnica no. 175).
52. López, I.; Valentine, I. 2003. Rol de la diversidad pratense y de los grupos funcionales de especies sobre la condición de la pradera y su estabilidad. (en línea). *Agro Sur*. 31(1): 60-76. Consultado 24 mar. 2015. Disponible en [http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0304-88022003000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es](http://mingaonline.uach.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-88022003000100007&lng=es&nrm=iso&tlng=es)
53. May, H.; Di Landro, E.; Álvarez, C. 1990. Avances en la caracterización de sitios en el estudio integrado de pasturas naturales y suelos en la estancia de Palleros. *In*: Seminario Nacional de Campo Natural (2º., 1990, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 11-34.

54. MAP. DSF (Ministerio de Agricultura y Pesca. Dirección de Suelos y Fertilizantes, UY). 1979. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo. t. 3, pp. 350-357.
55. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2014. Censo agropecuario. (en línea). Montevideo. pp. 25-29. Consultado 23 ene. 2015. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy/Dieaanterior/Anuario2014/Diea-Anuario%202014-Digital01.pdf>
56. Millot, J.; Risso, D.; Methol, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos extensivos en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, Uruguay, FUCREA. pp. 64-75.
57. Mueller, K.; Hobbie, S.; Tilman, D.; Reich, P. 1998. Effects of plant diversity, N fertilization, and elevated carbon dioxide on grassland soil N cycling in a long-term experiment. *Global Change Biology*. 19 (7): 1249-1261.
58. Nabinger, C.; Dall'Agnol, M.; Faccio, S.; Carvalho, P. 2006. Biodiversidade e produtividade em pastagens. *In*: Simposio Sobre Manejo da Pastagem. (23ª, 2006, Piracicaba, Brasil). As pastagens e o meio ambiente; anais. Piracicaba, Brasil, s.e. pp. 41-50.
59. Nai-Bregaglio, M.; Pucheta, E.; Cabido, M. 2002. El efecto del pastoreo sobre la diversidad florística y estructural en pastizales de montaña del centro de Argentina. *Revista Chilena de Historia Natural*. 75 (4): 613-623.
60. Neto Gonçalves, J.; Girardi, A.; Silveira, S. 1987. Identificação e *caracterização* dos campos naturais ocorrentes nos diferentes tipos de solos do município de Bagé, RS. *In*: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (9ª., 1987, Tacuarembó, Uruguay). Trabajos presentados. Tacuarembó, Uruguay, Fransa. pp. 61-62.
61. Palleres, O.; Berretta, E.; Maraschin, G. 2005. The south american campos ecosystem. *In*: Sutte, J.; Reynolds, S.; Batello, C. eds. *Grassland of the world*. Roma, FAO. pp. 77-103.
62. Paruelo, J.; Lauenroth, W. 1996. Relative abundance of plant functional types in grassland and shrublands of North America. *Ecological Applications* 6(4): 1212-1224.

63. \_\_\_\_\_, Jobbagy, E.; Sala, O. 2001 Current distribution of ecosystem functional types in temperate South America. *Ecosystems*. 4 (2): 683-698.
64. Peloche, D. 2012. Efecto de la frecuencia de pastoreo sobre la estructura de un campo natural restablecido de la unidad San Manuel. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. pp. 45-69.
65. Pillar, V.; Orlóci, L. 1993. Character-based community analysis; the theory and an application program. Netherlands, The Hague, SPB Academic. pp. 20-25.
66. Prins, H.; Fritz, H. 2010. Species diversity of browsing and grazing ungulates: consequences for the structure and abundance of secondary production. *In*: Gordon, I.; Orins, H. eds. *The ecology of browsing and grazing*. Berlin, DE, Springer. pp. 179-191.
67. Risso, D.; Berretta, E.; Zarza, A.; Cuadro, R. 2002. Productividad, composición y persistencia de dos mejoramientos de campo para engorde de novillos en la región de Cristalino. *In*: Seminario de Actualización Técnica sobre Mejoramientos de Campo Natural en la Región de Cristalino (2002, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, Uruguay, INIA. pp. 3-31 (Serie Técnica no. 129).
68. 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 (10): 433-440.
69. Rodríguez Palma, R.; Saldanha, S.; Andión, J.; Vergnes, P. 2004. Fertilización nitrogenada de campo natural de Basalto. Producción de forraje. *In*: Reunión de Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical; Grupo Campos (20<sup>a</sup>, 2004, Salto). Trabajos presentados. Salto, Uruguay, Facultad de Agronomía. pp. 298-299.
70. Rosengurtt, B. 1943. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay; 3<sup>a</sup>. contribución. Montevideo, Uruguay, Barreiro y Ramos. pp. 80-139.
71. \_\_\_\_\_. 1944. Las formaciones campestres y herbáceas del Uruguay; 4<sup>a</sup>. contribución. Montevideo, Barreiro y Ramos. pp. 213-244.
72. \_\_\_\_\_.; Gallinal, J.; Campal, E.; Bergalli, I.; Aragone, L. 1946. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay; 5<sup>a</sup>. contribución. Montevideo, Uruguay, Rosgall. pp. 217-315.

73. \_\_\_\_\_; Arrillaga, B.; Izaguirre, P. 1970. Gramíneas uruguayas. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. pp. 241-300.
74. \_\_\_\_\_. 1979. Tablas de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. Departamento de Publicaciones. pp.46-86.
75. Royo, O.; Pizzio, M. 1998. Producción animal sobre pasturas en la zona de campos de Argentina. In: Reunión del Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur; Grupo Campos (17<sup>a.</sup>, 1998, Lages, RS). Trabajos presentados. Lages, Brasil, Embrapa. pp. 55-71.
76. Sala, O. 1988. The effect of herbivory on vegetation structure. In: Werger, P.; Van Der Hart, H.; During, J.; Verboeven, J. eds. Plant form and vegetation structure. Phoenix, USA, The Hague. pp. 317-330.
77. Scheffer-Basso, S.; Escosteguy, P.; Nicolini, P.; Beledeli, E.; Ferronato, L.; Zin, E.; Warken, R. 1998. Resposta de uma pastagem nativa a calagem, abundância fosfatada, modo de preparo o introdução de espécies hibernais. In: Reunião do Grupo Técnico em Forrageiras do Cone Sul; Zona Campos; Grupo campos (17<sup>a.</sup>, 1998, Lages, RS). Utilização sustentável e melhoramento de campos naturais do Cone Sul; desafios para o III milênio. Lages, Brasil, s.e. pp. 88-96.
78. Tilman, D. 1986. Nitrogen limited growth in plants from different successional stages. *Ecology*. 67 (2): 555-563.
79. \_\_\_\_\_. 1999. The ecological consequences of changes in biodiversity; a search for general principles. *Ecology*. 80 (5): 1445 -1474.
80. Valentine, J. F. 1990. Grazing management. San Diego, USA, Academic Press. pp. 50-70.
81. Walker, B. 1992. Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation Biology*. 6 (1): 18-23.
82. Wayne, C.; Stubbendieck, J. 1986. Range research; basic problems and techniques. Denver, USA, Society for Range Management. pp.117- 129.
83. Wedin, D. 2004. C4 Grasses; resource use, ecology, and global change. In: Al-Amoodi, L. ed. Warm season C4 grasses. Wisconsin, USA, ASA/CSSA/SSSA. pp. 15-50.

84. Zanoniani, R.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M. 2011. Respuesta invernal de un campo natural a fertilización nitrogenada y ofertas de forraje. *Agrociencia* (Montevideo). 15 (1):115-124.

## 9. ANEXOS

Anexo No. 1. Cuadro de especies relevadas no gramíneas, tipo productivo y familia.

TP	FAMILIA	ESPECIES
1	MALVACEAE	<i>Abutilon pauciflorum</i>
0	LEGUMINOSAE	<i>Acacia caven</i>
4	IRIDACEAE	<i>Alophia amoena</i>
4	APIACEAE	<i>Ammi sp.</i>
1	PRIMULACEAE	<i>Anagallis minima</i>
4	APIACEAE	<i>Apium leptophyllum</i>
1	COMPOSITAE	<i>Aspilia montevidense</i>
0	COMPOSITAE	<i>Baccharis coridifolia</i>
0	COMPOSITAE	<i>Baccharis punctulata</i>
0	COMPOSITAE	<i>Baccharis trimera</i>
0	ASTERACEAE	<i>Cardus acanthoides</i>
1	GENTIANACEAE	<i>Centaurium pulchellum</i>
1	CARIOPHYLACEAE	<i>Cerastium glomeratum</i>
1	COMPOSITAE	<i>Chaptalia piloselloidea</i>
1	COMPOSITAE	<i>Chevreulia acuminata</i>
4	CYPERACEAE	<i>Ciperacea = Cyperus sp</i>
0	COMPOSITAE	<i>Circium vulgare</i>
1	CONVOLVULACEA	<i>Convolvulus sp.</i>
4	COMPOSITAE	<i>Conyza bonariensis</i>
1	COMPOSITAE	<i>Conyza sp.</i>
1	LITHRACEAE	<i>Cuphea glutinosa</i>
4	CYPERACEAE	<i>Cyperus eragrostis</i>
4	LEGUMINOSAE	<i>Desmanthus virgatus</i>

8	LEGUMINOSAE	<i>Desmodium incanum</i>
1	CONVOLVULACEA	<i>Dichondra microcalix</i>
4	BORAGINACEAE	<i>Echium plantagineum</i>
7	CYPERACEAE	<i>Eliocharys palustris</i>
0	APIACEAE	<i>Eryngium horridum</i>
1	APIACEAE	<i>Eryngium nudicaule</i>
0	COMPOSITAE	<i>Eupatorium buniifolium</i>

4	COMPOSITAE	<i>Eupatorium subhastatum</i>
1	EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia papillosa</i>
1	CONVOLVULACEAE	<i>Evolvulus sericeus</i>
1	COMPOSITEAE	<i>Facelis retusa</i>
2	LEGUMINOSAE	<i>Galactia marginalis</i>
1	ASTERACEAE	<i>Gamochaeta americana</i>
1	COMPOSITAE	<i>Gamochaeta spicata</i>
1	GERANIACEAE	<i>Geranium sp.</i>
1	SCROPHULARIACEAE	<i>Gerardia communis</i>
1	VERBENACEAE	<i>Glandularia peruviana</i>
1	VERBENACEAE	<i>Glandularia selloi=tenera</i>
0	LYTHRACEAE	<i>Heimia salicifolia</i>
7	APIACEAE	<i>Hydrocotyle bonariensis</i>
1	COMPOSITAE	<i>Hymenoxys decumbens</i>
1	COMPOSITAE	<i>Hypochoeris microcefala</i>
1	COMPOSITAE	<i>Hypochoeris sp</i>
1	SOLANACEAE	<i>Jaborosa runcinata</i>
1	JUNCACEAE	<i>Juncus sp.</i>
4	BRASSICACEAE	<i>Lepidium bonariense</i>
1	VERBENACEAE	<i>Lippia arechavaleta</i>

10	LEGUMINOSEAE	<i>Lotus tenuis</i>
1	MARSILEACEAE	<i>Marsilea concinna</i>
6	LEGUMINOSEAE	<i>Medicago lupulina</i>
1	COMPOSITEAE	<i>Micropis spathulata</i>
0	SOLANACEAE	<i>Nierembergia hippomanica</i>
1	LILIACEAE	<i>Nothoscordum sp.</i>
1	OXALIDACEAE	<i>Oxalis sp.</i>
1	MALVACEAE	<i>Pavonia hastata</i>
1	AMARANTACEAE	<i>Pfaffia sericea=tuberosa</i>
1	VERBENACEAE	<i>Phyla canescens</i>
1	PLANTAGINACEAE	<i>Plantago minor</i>
1	PLANTAGINACEAE	<i>Plantago myosurus</i>
1	POLYGALACEAE	<i>Polygala australis</i>
0	LEGUMINOSAE	<i>Prosopis algarrobilla</i>
1	COMPOSITEAE	<i>Pterocalum sp.</i>
3	RUBIACEAE	<i>Relbunium richardianum</i>
1	RUBIACEAE	<i>Richardia humistrata</i>
1	RUBIACEAE	<i>Richardia stelaris</i>
1	POLYGONACEAE	<i>Rumex sp.</i>
1	LABIATEAE	<i>Salvia ovalifolia</i>
0	COMPOSITEAE	<i>Senecio grisebachii</i>
0	COMPOSITEAE	<i>Senecio sp.</i>
1	MALVACEAE	<i>Sida flavescens</i>
1	MALVACEAE	<i>Sida pavoniana</i>
1	MALVACEAE	<i>Sida rhombifolia</i>
1	IRIDACEAE	<i>Sisyrinchium laxum</i>
1	IRIDACEAE	<i>Sisyrinchium minutiflorum</i>
1	IRIDACEAE	<i>Sisyrinchium platense</i>
1	COMPOSITEAE	<i>Soliva pterosperma</i>



1	COMPOSITEAE	<i>Soliva sp.</i>
1	CARIOPHYLACEAE	<i>Spergularia sp.</i>
1	COMPOSITEAE	<i>Spilanthes decumbens</i>
1	COMPOSITEAE	<i>Stenachaenium campestre</i>
1	ACANTHACEAE	<i>Stenandrium trinerve</i>
7	LEGUMINOSEAE	<i>Trifolium polymorphum</i>
10	LEGUMINOSEAE	<i>Trifolium pratense</i>
1	VERBENACEAE	<i>Verbena litoralis</i>
7	LEGUMINOSAE	<i>Vicia sp.</i>
0	COMPOSITEAE	<i>Xanthium cavanillesii</i>

Anexo No. 2. Cuadro de gramíneas relevadas, nombre científico, forma de vida y tipo productivo.

FV	TP	Tribu	ESPECIES
C	7	Aristideae	<i>Agrostis montevidensis</i>
C	4	Aristideae	<i>Aristida murina</i>
C	4	Aristideae	<i>Aristida uruguayense</i>
C	4	Aristideae	<i>Aristida venustula</i>
E	6	Paniceae	<i>Axonopus affinis</i>
C	4	Andropogoneae	<i>Bothriochloa laguroides</i>
E	4	Chlorideae	<i>Bouteloua megapotamica</i>
C	6	Poeae	<i>Briza minor</i>
C	4	Poeae	<i>Briza subaristata</i>
C	10	Poeae	<i>Bromus auleticus</i>
C	10	Poeae	<i>Bromus catharticus=unioloides</i>

C	4	Chlorideae	<i>Chloris grandifolia</i>
Rz	7	Andropogoneae	<i>Coelorhachis selloana</i>
E	4	Cynodonteae	<i>Cynodon dactylon</i>
E	6	Paniceae	<i>Digitaria sanguinalis</i>
C	4	Chlorideae	<i>Eleusine tristachya</i>
C	4	Chlorideae	<i>Eragrostis lugens</i>
C	4	Chlorideae	<i>Eragrostis neessi</i>
C	7	Cynodonteae	<i>Eustachys bahiensis</i>
C	7	Cynodonteae	<i>Eustachys brevipila</i>
C	4	Poeae	<i>Hordeum pusillum</i>
C	4	Poeae	<i>Koeleria phalaris</i>
C	7	Paniceae	<i>Leptocoriphium lanatum</i>
C	10	Poeae	<i>Lolium multiflorum</i>
C	4	Poeae	<i>Melica rigida</i>
C	1	Chlorideae	<i>Microchloa indica</i>
E	7	Paniceae	<i>Panicum millioides</i>
E	7	Paniceae	<i>Panicum sabulorum</i>
C	7	Pappophoreae	<i>Pappophorum subbulbosum</i>
Rz	10	Paniceae	<i>Paspalum dilatatum</i>
Rz	7	Paniceae	<i>Paspalum indecorum</i>
E	7	Paniceae	<i>Paspalum notatum</i>
C	6	Paniceae	<i>Paspalum plicatulum</i>
C	2	Paniceae	<i>Paspalum quadrifarium</i>
C	6	Phalarideae	<i>Phalaris platensis</i>
C	8	Stipeae	<i>Piptochaetium lasianthum</i>
C	8	Stipeae	<i>Piptochaetium bicolor</i>

C	6	Stipeae	<i>Piptochaetium montevidense</i>
C	7	Stipeae	<i>Piptochaetium stipoide</i>
C	7	Poeae	<i>Poa annua</i>
C	10	Poeae	<i>Poa lanigera</i>
C	2	Andropogoneae	<i>Schizachyrium microstachyum</i>
C	4	Andropogoneae	<i>Schizachyrium spicatum</i>
C	7	Paniceae	<i>Setaria geniculata</i>
C	7	Paniceae	<i>Setaria vaginata</i>
C	3	Sporoboleae	<i>Sporobolus indicus</i>
C	3	Sporoboleae	<i>Sporobolus pyramidatus</i>
C	7	Stipeae	<i>Stipa hyalina</i>
C	4	Stipeae	<i>Stipa leptocoronata</i>
C	4	Stipeae	<i>Stipa longigluma</i>
C	7	Stipeae	<i>Stipa megapotamia</i>
C	4	Stipeae	<i>Stipa papposa</i>
C	8	Stipeae	<i>Stipa setigera</i>
R	4	Andropogoneae	<i>Trachypogon montufari</i>
C	4	Poeae	<i>Vulpia australis</i>

Anexo No. 3. Componentes principales de grupos funcionales, según tratamiento y suelo.

Variables	CP1	CP2
AIC	-0,48	0,18
PEC	-0,25	0,63

PES	0,32	0,53
PIC	-0,54	0,29
NOGRAM	0,56	0,46

Anexo No. 4. Resultados estadísticos. Para grupos funcionales.

Variable AIC

Variable	N	CV	
AIC	26	199,79	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	2,92	0,7037
Tratamiento	3	2,19	0,6625
Suelo	2	7,26	0,2029
Tratamiento*Suelo	6	1,15	0,9355
Error	14	4,05	
Total	25		

Variable PIC

Variable	N	CV
----------	---	----

PIC	26	28,56	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	113,52	0,0302
Tratamiento	3	57,19	0,2619
Suelo	2	378,29	0,0022
Tratamiento*Suelo	6	69,6	0,1698
Error	14	38,54	
Total	25		

Variable *Paspalum dilatatum*

Variable	N	CV	
<i>Paspalum dilatatum</i>	26	71,28	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	56,38	0,0541
Tratamiento	3	7,46	0,8026
Suelo	2	208,92	0,0027
Tratamiento*Suelo	6	20,66	0,5101
Error	14	22,48	
Total	25		

Variable No gramínea

Variable	N	CV	
----------	---	----	--

NOGRAM	26	41,25	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	137,06	0,3528
Tratamiento	3	96,13	0,4839
Suelo	2	330,76	0,0845
Tratamiento*Suelo	6	166,8	0,2502
Error	14	111,6	
Total	25		

Anexo No. 5. Resultados estadísticos tribus.

Variable Aristideae

Variable	N	CV	
Aristideae	26	248,69	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	0,1	0,592
Tratamiento	3	0,11	0,451
Suelo	2	0,05	0,6721
Tratamiento*Suelo	6	0,12	0,4144
Error	14	0,11	
Total	25		

Variable Paniceae

Variable	N	CV	
----------	---	----	--

Paniceae	26	26,08	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	44,23	0,8498
Tratamiento	3	86,54	0,4035
Suelo	2	32,85	0,68
Tratamiento*Suelo	6	31,39	0,8804
Error	14	82,86	
Total	25		

#### Variable Andropogoneae

Variable	N	CV	
Andropogoneae	26	56,44	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	13,14	0,374
Tratamiento	3	19,24	0,2045
Suelo	2	36,82	0,0655
Tratamiento*Suelo	6	6,43	0,7394
Error	14	11,05	
Total	25		

#### Variable Chlorideae

Variable	N	CV	
Chlorideae	26	109,63	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor

Modelo.	11	42,72	0,096
Tratamiento	3	60,78	0,0669
Suelo	2	86,24	0,0363
Tratamiento*Suelo	6	20,12	0,4687
Error	14	20,33	
Total	25		

Variable Poeae

Variable	N	CV	
Poeae	26	66,49	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	164,83	0,0831
Tratamiento	3	313,76	0,026
Suelo	2	351,03	0,0276
Tratamiento*Suelo	6	32,01	0,8487
Error	14	74,88	
Total	25		

Variable Cynodontea

Variable	N	CV	
Cynodontea	26	231,88	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	1,46	0,9159
Tratamiento	3	1,64	0,6983
Suelo	2	2,46	0,5004



Tratamiento*Suelo	6	0,42	0,9911
Error	14	3,39	
Total	25		

Variable Pappophoreae

Variable	N	CV	
Pappophoreae	26	246,28	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	11,69	0,7223
Tratamiento	3	13,58	0,5089
Suelo	2	14,73	0,4367
Tratamiento*Suelo	6	7,97	0,8152
Error	14	16,75	
Total	25		

Variable Phalarideae

Variable	N	CV	
Phalarideae	26	327,03	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	0,11	0,6832
Tratamiento	3	0,18	0,3627
Suelo	2	0,06	0,6703
Tratamiento*Suelo	6	0,04	0,9456
Error	14	0,15	

Total	25	
-------	----	--

Variable Stipeae

Variable	N	CV	
Stipeae	26	36,05	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	25,95	0,4643
Tratamiento	3	9,08	0,7803
Suelo	2	78,38	0,7401
Tratamiento*Suelo	6	24,66	0,4698
Error	14	24,97	
Total	25		

Variable Sporoboleae

Variable	N	CV	
Sporoboleae	26	567,37	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	0,01	0,8284
Tratamiento	3	4,40E-03	0,7983
Suelo	2	0,01	0,657
Tratamiento*Suelo	6	0,01	0,8417
Error	14	0,01	
Total	25		

Anexo No. 6. Resultados estadísticos por gramínea

Variable *Axonopus affinis*

Variable	N	CV	
<i>Axonopus affinis</i>	26	133,77	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	15,57	0,9557
Tratamiento	3	18,3	0,7461
Suelo	2	1,94	0,9573
Tratamiento*Suelo	6	15,71	0,8954
Error	14	44,28	
Total	25		

Variable *Bothriochloa laguroides*

Variable	N	CV	
<i>Bothriochloa laguroides</i>	26	74,27	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	10,92	0,1125
Tratamiento	3	15,9	0,0721
Suelo	2	1,07	0,8252
Tratamiento*Suelo	6	10,85	0,1372
Error	14	5,48	
Total	25		

Variable *Bromus auleticus*

Variable	N	CV	

<i>Bromus auleticus</i>	26	83,52	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	21,92	0,3147
Tratamiento	3	15,28	0,4613
Suelo	2	41,47	0,1207
Tratamiento*Suelo	6	18,3	0,4149
Error	14	16,8	
Total	25		

Variable *Cynodon dactylon*

Variable	N	CV	
<i>Cynodon dactylon</i>	26	422,72	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	0,07	0,8275
Tratamiento	3	0,05	0,7833
Suelo	2	0,04	0,7382
Tratamiento*Suelo	6	0,09	0,6759
Error	14	0,13	
Total	25		

Variable *Hordeum pusilum*

Variable	N	CV	
<i>Hordeum pusilum</i>	26	270,9	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor

Modelo.	11	0,02	0,6932
Tratamiento	3	0,06	0,1143
Suelo	2	0,01	0,7749
Tratamiento*Suelo	6	3,00E-03	0,9917
Error	14	0,02	
Total	25		

Variable *Koeleria phalaris*

Variable	N	CV	
<i>Koeleria phalaris</i>	26	319,07	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	0,93	0,4665
Tratamiento	3	0,72	0,5146
Suelo	2	0,78	0,4435
Tratamiento*Suelo	6	1,04	0,3798
Error	14	0,9	
Total	25		

Variable *Lolium multiflorum*

Variable	N	CV	
<i>Lolium multiflorum</i>	26	119,38	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	86,84	0,0421
Tratamiento	3	156,8	0,016
Suelo	2	114,85	0,0562

Tratamiento*Suelo	6	44,92	0,2842
Error	14	32,24	
Total	25		

Variable *Paspalum notatum*

Variable	N	CV	
<i>Paspalum notatum</i>	26	33,94	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	71,53	0,34
Tratamiento	3	19,06	0,8011
Suelo	2	252,78	0,0324
Tratamiento*Suelo	6	22,93	0,8657
Error	14	57,09	
Total	25		

Variable *Paspalum quadrifarium*

Variable	N	CV	
<i>Paspalum quadrifarium</i>	26	262,42	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	1,76	0,5408
Tratamiento	3	0,39	0,8894
Suelo	2	2,71	0,2731
Tratamiento*Suelo	6	2,12	0,4012
Error	14	1,9	

Total	25	
-------	----	--

Variable *Schizachyrium microstachium*

Variable	N	CV	
<i>Schizachyrium microstachium</i>	26	214,8	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	2,17	0,3458
Tratamiento	3	3,75	0,1403
Suelo	2	1,97	0,3523
Tratamiento*Suelo	6	1,54	0,533
Error	14	1,75	
Total	25		

Variable *Stipa hyalina*

Variable	N	CV	
<i>Stipa hyalina</i>	26	230,86	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	4,37	0,8808
Tratamiento	3	3,51	0,7605
Suelo	2	8,84	0,3967
Tratamiento*Suelo	6	3,12	0,8993
Error	14	8,95	
Total	25		

Variable *Stipa leptocoronata*

Variable	N		
<i>Stipa leptocoronata</i>	26	192,43	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	6,91	0,9438
Tratamiento	3	14,67	0,5124
Suelo	2	2,8	0,8592
Tratamiento*Suelo	6	5,78	0,9175
Error	14	18,25	
Total	25		

Variable *Stipa longiglumis*

Variable	N	CV	
<i>Stipa longigluma</i>	26	133,16	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	2,29	0,725
Tratamiento	3	1,56	0,707
Suelo	2	2,76	0,4546
Tratamiento*Suelo	6	2,86	0,5433
Error	14	3,3	
Total	25		



Variable *Stipa megapotamica*

Variable	N	CV	
<i>Stipa megapotamica</i>	26	396,43	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	0,08	0,415
Tratamiento	3	0,1	0,2965
Suelo	2	0,06	0,4358
Tratamiento*Suelo	6	0,09	0,3316
Error	14	0,07	
Total	25		

Variable *Stipa papposa*

Variable	N	CV	
<i>Stipa papposa</i>	26	228,36	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	3,66	0,8859
Tratamiento	3	3,75	0,6929
Suelo	2	7,36	0,4036
Tratamiento*Suelo	6	1,8	0,9573
Error	14	7,6	
Total	25		

Variable *Stipa setigera*

Variable	N	CV	
<i>Stipa setigera</i>	26	114,55	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	18,78	0,7352
Tratamiento	3	7,22	0,8514
Suelo	2	33,19	0,3288
Tratamiento*Suelo	6	23,25	0,5566
Error	14	27,53	
Total	25		

Variable *Vulpia australis*

Variable	N	CV	
<i>Vulpia australis</i>	26	157,07	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	0,01	0,0016
Tratamiento	3	0,02	0,0009
Suelo	2	0,02	0,0016
Tratamiento*Suelo	6	0,01	0,0019
Error	14	1,60E-03	
Total	25		

Anexo No. 7. Resultados estadísticos para no gramínea

Variable Ciperaceae

Variable	N	CV	
Ciperacea	26	112,06	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	0,82	0,4804
Tratamiento	3	0,59	0,5543
Suelo	2	1,79	0,1455
Tratamiento*Suelo	6	0,47	0,7428
Error	14	0,81	
Total	25		

Variable Maleza menor y enana

Variable	N	CV	
MM-ME	26	78,58	
Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)			
F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	45,26	0,3011
Tratamiento	3	47,69	0,2825
Suelo	2	163,64	0,0255
Tratamiento*Suelo	6	9,52	0,9367
Error	14	33,92	
Total	25		

Anexo No. 8. Análisis de varianza de Valor pastoral

F.V.	gl	CM	p-valor
Modelo.	11	1,4	0,0456
Tratamiento	3	0,48	0,4613

Suelo	2	2,5	0,0274
Tratamiento*Suelo	6	1,35	0,4301
Error	14	0,53	
Total	25		

Anexo No. 9, Valores de Riqueza, Equidad y Diversidad.

Tratamiento	Suelo	Riqueza	Equidad	Diversidad
CN	BL	47	0,73	2,42
CN	PL	48	0,68	2,05
CNM	BL	47	0,75	2,3
CNM	LI	43	0,81	2,53
CNM	PL	70	0,72	2,19
60	BL	41	0,77	2,27
60	PL	37	0,73	2,13
120	BL	37	0,82	2,3
120	LI	43	0,77	2,26
120	PL	39	0,71	1,82
CN	BL	31	1,25	3,24
CN	LI	44	0,77	1,95
CNM	BL	41	0,71	1,93
CNM	LI	50	0,86	2,25
60	BL	35	0,81	0,81
60	LI	38	0,86	2,31
120	BL	27	0,73	1,58
120	LI	38	0,72	2,07
CN	BL	27	0,63	1,74
CN	LI	40	0,74	1,98

CN	BR	27	0,85	2,45
CNM	LI	43	0,82	0,82
60	LI	38	0,81	2,09
120	LI	33	0,76	1,96
120	BR	32	0,76	2,23
60	BR	30	0,79	2,12
CNM	BR	23	0,83	2,29
CN	BL	34	0,77	2,47
CN	LI	33	0,82	2,15
CN	BR	39	0,85	2,59
CNM	BL	39	0,75	2,28
CNM	BR	49	0,8	2,45
60	LI	35	0,79	2,2
60	BR	26	0,79	2,18
120	LI	52	0,8	2,47
120	BR	51	0,77	2,41

Anexo No.10. Componentes principales de riqueza, equidad y diversidad.

Variables	CP1	CP2
Riqueza	-0,55	0,64
Equidad	0,7	-0,01
Diversidad	0,46	0,77