

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EFFECTO DEL GRADO DE INTENSIFICACIÓN DE UNA INTERSIEMBRA DE
Lolium multiflorum Y *Trifolium pratense* SOBRE LA PRODUCCIÓN DE
FORRAJE DE UNA PRADERA VIEJA**

por

**Facundo PEREIRA da SILVEIRA
Luciano RODRÍGUEZ ARRIETA
Gonzalo VERA PARSARISA**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2020**

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. Felipe Casalás

Fecha: 14 de febrero de 2020

Autores: -----

Facundo Pereira da Silveira

Luciano Augusto Rodríguez Arrieta

Gonzalo Vera Parsarisa

AGRADECIMIENTOS

A todas las personas que de alguna manera u otra ayudaron en la realización de este trabajo.

A nuestro tutor de tesis el Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani por el apoyo brindado y por confiar en nosotros la realización de este trabajo.

A la Lic. Sully Toledo, por su dedicación y constante asesoramiento en el formato del trabajo aquí presentado.

A nuestras familias, los cuales con mucho esfuerzo nos apoyaron incondicionalmente hasta alcanzar esta instancia.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. OBJETIVO GENERAL.....	2
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LA MEZCLA.....	3
2.1.1. <i>Festuca arundinacea</i>	3
2.1.2. <i>Trifolium repens</i>	4
2.1.3. <i>Lotus corniculatus</i>	6
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LA RENOVACIÓN.....	7
2.2.1. <i>Trifolium pratense</i>	7
2.2.2. <i>Lolium multiflorum</i>	9
2.3. MEZCLAS FORRAJERAS.....	11
2.3.1. <u>Importancia de la mezcla de especies</u>	11
2.3.2. <u>Composición y dinámica de las mezclas</u>	13
2.4. PERSISTENCIA DE LAS PASTURAS.....	14
2.4.1. <u>Factores que inciden en la persistencia de pasturas</u>	15
2.4.1.1. Factores climáticos y edáficos.....	15
2.4.1.2. Importancia de las especies sembradas.....	16
2.4.1.3. Implantación y fecha de siembra.....	16
2.4.1.4. Efecto de la fertilización.....	18
2.4.1.5. Manejo del pastoreo.....	18
2.4.1.6. Incidencia de las malezas.....	19
2.4.1.7. Incidencia de enfermedades y plagas.....	21
2.4.1.8. Incidencia de la resiembra natural.....	22
2.5. DEGRADACIÓN DE PASTURAS.....	23
2.5.1. <u>Causas de la degradación</u>	23
2.5.2. <u>Vías de degradación</u>	24
2.5.2.1. Evolución a campo natural.....	24
2.5.2.2. Evolución a dominancia de gramíneas perennes.....	25
2.5.2.3. Evolución hacia la dominancia de gramilla.....	25
2.6. RENOVACIÓN O REHABILITACIÓN DE PASTURAS DEGRADADAS.....	26

2.6.1. <u>Criterios generales a tener en cuenta en la renovación</u>	27
2.6.2. <u>Factores asociados a una buena implantación y persistencia de la renovación</u>	28
2.6.2.1. Condiciones del ambiente a la siembra.....	29
2.6.2.2. Control del tapiz e intersembrado de la renovación.....	29
2.6.3. <u>Renovación por medio de la intersembrado de nuevas especies</u>	32
2.7. <u>IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN</u>	33
2.7.1. <u>Importancia de la fertilización nitrogenada</u>	33
2.7.2. <u>Importancia de la fertilización fosfatada</u>	35
2.8. <u>HIPÓTESIS DEL EXPERIMENTO</u>	36
2.8.1. <u>Hipótesis biológica</u>	36
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	37
3.1. <u>CONDICIONES EXPERIMENTALES</u>	37
3.1.1. <u>Lugar y periodo experimental</u>	37
3.1.2. <u>Información meteorológica</u>	37
3.1.3. <u>Descripción del sitio experimental</u>	37
3.1.4. <u>Antecedentes del área experimental</u>	37
3.1.5. <u>Tratamientos</u>	38
3.1.6. <u>Diseño experimental</u>	38
3.2. <u>METODOLOGÍA EXPERIMENTAL</u>	40
3.2.1. <u>Evaluaciones realizadas en la instalación del ensayo</u>	40
3.2.1.1. Forraje disponible y remanente.....	40
3.2.1.2. Altura del forraje disponible y remanente.....	41
3.2.1.3. Composición botánica.....	41
3.2.1.4. Forraje producido.....	41
3.2.1.5. Forraje desaparecido.....	41
3.2.1.6. Cobertura del suelo.....	42
3.2.1.7. Análisis de suelo.....	42
3.3. <u>HIPÓTESIS PROPUESTAS</u>	42
3.3.1. <u>Hipótesis estadística</u>	42
3.4. <u>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</u>	42
3.4.1. <u>Modelo estadístico</u>	42
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	44
4.1. <u>INFORMACIÓN METEOROLÓGICA</u>	44
4.2. <u>ANÁLISIS DE SUELO</u>	46
4.3. <u>COMPOSICIÓN BOTÁNICA</u>	46
4.4. <u>PRODUCCIÓN DE FORRAJE</u>	49
4.3.1. <u>Masa y altura del disponible</u>	49
4.3.2. <u>Masa y altura del remanente</u>	51
4.3.3. <u>Tasa de crecimiento y producción de forraje</u>	53

4.5. DESAPARICIÓN DE FORRAJE EN EL PROCESO DE PASTOREO.....	54
5. <u>CONCLUSIONES</u>	57
6. <u>RESUMEN</u>	58
7. <u>SUMMARY</u>	59
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	60
9. <u>ANEXOS</u>	72

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Análisis de suelo previo a la fertilización.....	46
2. Resultados de disponibilidad de forraje de cada tratamiento.....	49
3. Resultados de remanente de cada tratamiento.....	52
4. Oferta de forraje promedio de cada tratamiento.....	52
5. Resultados de tasa de crecimiento diario y producción por hectárea de cada tratamiento.....	53
6. Forraje desaparecido kg/ha de MS.	54
7. Resultados de desaparición de forraje de cada tratamiento, medido cantidad (kg/ha de MS).....	55
Figura No.	
1. Esquema del Potrero No. 34.....	39
8. Registro de las precipitaciones acumuladas mensuales, comparadas con el registro histórico.....	44
3. Registro de las temperaturas comparadas con el registro histórico 61-90.....	45
4. Composición botánica del disponible promedio por tratamiento.....	47
5. Composición botánica del remanente promedio por tratamiento.....	48
6. Porcentaje de cobertura del suelo de las especies sembradas	51

1. INTRODUCCIÓN

En el Uruguay el principal recurso forrajero son las pasturas naturales, sin embargo, presentan una marcada estacionalidad causada principalmente por el predominio de especies estivales, las cuales no poseen la calidad suficiente para cubrir los requerimientos del ganado, durante todo el año. Es por esto que el campo natural no permite sustentar los sistemas lecheros ni ganaderos intensivos, por lo que deben buscarse otras alternativas de producción.

Ante estas condiciones, surge la necesidad de pensar en otras alternativas como la de implantar pasturas sembradas, con el objetivo de producir forraje en cantidad y calidad para poder cubrir en los momentos de deficiencia o simplemente para aumentar la intensificación de los sistemas productivos.

En la actualidad es muy común el uso de mezclas forrajeras conformadas por tres o cuatro especies complementarias con el objetivo de lograr una buena distribución de forraje a lo largo del año. Uno de los objetivos más importantes es alcanzar los máximos rendimientos de materia seca por hectárea sumada a una mayor calidad del mismo, explotando la complementariedad de cada familia (Carámbula, 2007).

A pesar de la gran producción de estas pasturas, éstas deben tener la capacidad de persistir a lo largo del tiempo lo cual dependerá principalmente del manejo que se le realice a la misma, principalmente en el verano, periodo de máxima fragilidad de las pasturas (Formoso, 1996).

La experiencia recogida en los últimos años ha puesto en evidencia que existen claros problemas de persistencia en las pasturas sembradas, y que esto está muy relacionado a la reducción del componente leguminoso en la mezcla, mientras que las gramíneas permanecen en poblaciones menos variables (Carámbula, 2010b).

Son numerosos los factores que afectan, con mayor o menor incidencia la persistencia de las pasturas, entre los que se encuentran, las especies utilizadas, problemas de implantación, falta de equilibrio entre gramíneas y leguminosas, manejo del pastoreo, fertilidad, etc.

La variabilidad climática, interaccionando con el conjunto de factores anteriormente nombrados (variedades, fertilidad, manejo, equilibrio entre especies, etc.) determinan el proceso evolutivo de la pradera. Pero es necesario tener en cuenta que a medida que aumenta la edad de la pastura y por acción

del propio crecimiento de las plantas, se producen naturalmente una serie de cambios en la misma, muchos de ellos desfavorables y que condicionan en cierta medida la existencia de un proceso de degradación natural de esa pastura (Bates, 1948).

Para contrarrestar y corregir estas pérdidas existen distintas medidas de manejo que ayudan a mantener la estabilidad de las pasturas, en la que se enfatizará en como la fertilización y la renovación de pasturas mediante la incorporación de nuevas especies afectan la producción de una mezcla ya existente.

1.1 OBJETIVO GENERAL

El trabajo tiene como objetivo principal evaluar el efecto de los diferentes grados de intensificación de una intersembrado de raigrás y trébol rojo, sobre la producción y composición botánica de una pradera vieja.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar el efecto de la fertilización nitrogenada y fosfatada en la intersembrado de trébol rojo y raigrás sobre la producción total de la pradera.
- Evaluar la fertilización nitrogenada en la intersembrado de trébol rojo y raigrás sobre la producción de una pradera vieja.
- Evaluar el efecto de la intersembrado en la producción de la pradera sin fertilización.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LA MEZCLA

2.1.1 Festuca arundinacea

La festuca es una gramínea perenne de ciclo invernal, de buena producción de forraje a fines de otoño y principios de invierno, dada su precocidad otoñal, una rápida capacidad de rebrote a fines de invierno y una floración temprana en primavera (setiembre-octubre). Es la gramínea más adaptada a las condiciones del Uruguay, creciendo en todo tipo de suelos, excepto en suelos arenosos con probables riesgos de déficit hídrico (Carámbula 1977, Langer 1981).

Según Carámbula (2002b), para óptimos resultados, las densidades de siembra recomendadas en mezcla son de 9 a 12 kg./ha., sembrado en línea a un profundidad no mayor de 2 cm.

Según Cowan, citado por Carámbula (1977), la implantación de esta especie es lenta debido a que sus plántulas son poco vigorosas, como consecuencia de esto es fácilmente dominada por especies anuales de rápido crecimiento. Esta lenta implantación es mejorable si se siembra en líneas (García, 2003). Como consecuencia la producción durante el primer año es baja, pero si se maneja de forma adecuada puede persistir muchos años (Langer, 1981).

Crece todo el año y durante el verano reduce el ingreso de malezas y gramíneas estivales. Se deben evitar los pastoreos intensos sobre todo en verano, ya que éstos pueden reducir la producción posterior y la persistencia (García, 2003).

Presenta una buena precocidad otoñal y un rápido rebrote a fines de invierno. Para aprovechar al máximo su potencial, la festuca necesita un suministro de nitrógeno de por lo menos 46 kg de N/ha (Formoso, 2010), no solo para lograr una alta producción de forraje, sino que también para mantener una buena calidad y apetecibilidad de la misma (Carámbula, 2007). En uso exclusivo de pastoreo se recomienda no permitir el encañado, ya que detiene la formación de macollas y el desarrollo del sistema radicular, proceso que debilita la planta (García, citado por Carámbula, 2007).

Debido a su alta producción y rebrote rápido, la festuca necesita disponer de un alto suministro de nutrientes para lograr explotar sus características. Por ello necesita de un suministro de nitrógeno importante, ya sea a través de fertilizantes nitrogenados o mediante la siembra de leguminosas asociadas. La mezcla es de gran compatibilidad, debido a que posee hojas relativamente erectas que le permiten coexistir con las leguminosas sobre todo con trébol blanco. Cuando el aporte de nitrógeno es escaso, ocurre un cambio radical en el comportamiento, tornándose amarillenta, con un rebrote lento y poco palatable o rechazado por los animales (Langer, 1981).

Admite defoliaciones intensas y relativamente frecuentes, debido a que las sustancias de reservas se encuentran en raíces y rizomas. Y que, por lo general, las plantas presentan áreas foliares remanentes altos (Mackee, citado por Carámbula, 2007). Por otro lado, Matches, citado por Sleper y Buckner (1995), constata que períodos prolongados de pastoreos muy intensos (menores a 4 cm) pueden llegar a ser desfavorables para su crecimiento.

Según Formoso (2010), en verano disminuye la cantidad de macollas vivas encentrando solamente la cuarta parte de macollas vivas que se encontraban en agosto. Esto determina que el verano sea un periodo de alta susceptibilidad y fragilidad para la festuca.

El cultivar utilizado fue INTA Brava, es un cultivar argentino del tipo “Norte de Europa”, caracterizado por una muy alta producción invernal y estival. Tiene una muy elevada flexibilidad de hoja, lo que determina que tenga una altísima digestibilidad. Presenta macollos de gran grosor y rizomas de gran tamaño y longitud. Son plantas de porte semi-erecto y de altura mediana. Este cultivar se caracteriza por su gran precocidad. Su ciclo es intermedio, presentando floración a fines de setiembre (Procampo Uy, 2019).

Además de su gran producción de forraje tiene una gran adaptabilidad a ambientes adversos, favoreciendo su persistencia y producción a largo plazo. Esto también está explicado por su excelente sanidad, siendo muy resistente a roya y manchas foliares (Procampo Uy, 2019).

2.1.2 *Trifolium repens*

Se trata de una leguminosa perenne de ciclo de producción invernal y hábito de crecimiento estolonífero, puede comportarse como anual, bienal, o perenne de vida corta dependiendo de las condiciones estivales (Carámbula, 1996).

Su hábito estolonífero es el que, principalmente, caracteriza y define a esta especie como la leguminosa perenne de mejor adaptación a las praderas en pastoreo debido a su modo de escape a la boca del animal de las zonas templadas de todo el mundo (Muslera y Ratera, 1984).

Es una especie glabra de hábito postrado, presenta un vigor inicial bajo, y un lento establecimiento. Los tallos se extienden por la superficie del suelo produciendo raíces adventicias en cada nudo, a su vez, el sistema radicular primario, se pierde una vez que la planta se establece (Langer, 1981).

El establecimiento de trébol es más lento que el de las gramíneas que pueden acompañarla en la pradera. La principal competencia se da con raigrás sobre todo si el suelo es fértil. En cambio, si se lo mezcla con festuca o dactylis la competencia es menor dado que también son de establecimiento más lento (Muslera y Ratera, 1984).

Esta leguminosa, se adapta bien a sistemas de pastoreos intensos pero se ve afectado por manejos severos y exagerados; lo adecuado es manejarlo de forma que permita a la especie mantener plantas vigorosas con alta longitud de estolones, mayor peso individual de las hojas y buena proporción de hojas cosechables. Este manejo adecuado se centra en realizar una entrada de 15 cm y una salida de 5 cm (Carámbula, 2002a).

A pesar de aceptar pastoreos intensos, las plantas se desfavorecen si estos son exagerados. Se deben mantener las plantas vigorosas, que presenten estolones largos y de buen diámetro, hojas con un peso individual mayor y una mayor proporción de hojas cosechables. Esta especie no es de floración terminal y aunque florezca, el estolón puede seguir creciendo (Carámbula, 2007).

El trébol blanco es una de las leguminosas con mayor digestibilidad y apetecibilidad, además de presentar un gran valor nutritivo y gran potencial de fijación de nitrógeno. Estas características hacen elevar la calidad de todas las pasturas en las que se lo incluya. Sin embargo, los riesgos de meteorismo en la época de crecimiento primaveral son elevados (Langer, 1981).

Con respecto al meteorismo, Bretschneider (2008), señala que los riesgos por meteorismo en la época de crecimiento primaveral son elevados. Una de las medidas para mitigarlo es sembrarlo en mezclas ultra simples con una gramínea, a excepción de que sea destinado a producir semillas, casos en los que obviamente se siembra puro.

El cultivar utilizado en el experimento es “La Estanzuela” Zapicán, el cual presenta un buen aporte invernal de forraje, produce muy bien desde otoño

hasta mediado de la primavera. Según la evaluación nacional de cultivares del convenio INIA-INASE, dicho cultivar registró producciones en su primer año de vida en torno a 6180 kg. MS/ha, promedio de siembras de 2008, 2009 y 2010, siendo superado únicamente por el cultivar Corrales (INASE, 2011).

Dentro de los cultivares de tipo intermedio evaluados a nivel nacional es el que presenta mayor floración, y mayor producción, con tasas ligeramente superiores durante otoño-invierno frente al cultivar Regal (su principal competidor, de tipo ladino, García, 1996).

2.1.3 Lotus corniculatus

Es una leguminosa perenne estival que presenta características tales como amplio rango de adaptación a variadas condiciones de suelos con buenas producciones de forraje, ausencia de riesgo de meteorismo, menores requerimientos de fósforo en relación a trébol blanco y rojo para obtener altas producciones de forraje y buen valor nutritivo durante la estación de crecimiento que justifican su uso actual en Uruguay (Carlevaro y Carrizo, 2004).

En cuanto a su morfología, tiene una raíz pivotante muy ramificada otorgándole tolerancia a sequías. Al final del primer año desarrolla una corona a partir de la cual nacen los tallos. Las hojas están formadas por cinco folíolos, dos opuestos y uno terminal y dos en la base de los mismos (estípulas). La flor es amarilla con forma de umbela y tiene de 7 a 3 flores por inflorescencia. El fruto es una chaucha, variando el número de semillas de 2 a 8, tiene alto grado de dehiscencia durante la madurez cuando la humedad relativa es menor a 40%, lo que determina buena resiembra natural (Carámbula, 1977).

Posee una mayor persistencia en suelos secos que en húmedos por ser susceptible a enfermedades causada por hongos en el sistema radicular y la corona (Pereira, 2007).

Las enfermedades de raíz y corona pueden afectar la longevidad y persistencia de las plantas en las pasturas, por lo que para esta especie se recomienda asegurar una resiembra natural eficiente a través de diferentes manejos, logrando con ello aumentar el banco de semillas en el suelo (Ayala y Carámbula, 2009).

En lo que respecta al tipo de pastoreo, es una especie que se beneficia con pastoreos aliviados, con alturas de 20-25 centímetros previo a la entrada de los animales, y con remanentes no menores de 7,5 cm. A su vez los cultivares erectos deben quedar con mayor altura de remanente que los postrados, debiendo efectuarse pastoreos rotativos de baja intensidad. La reinstalación de nuevas plantas y rebrotes desde la corona se ve favorecida por una manejo

intenso en el otoño, que permita la entrada de luz a horizontes más profundos. Este manejo racional del pastoreo es fundamental para aprovechar la buena producción de semilla y excelente resiembra natural de esta especie (Zanoniani y Ducamp, 2004).

Los cultivares de esta especie se pueden agrupar en dos grandes grupos: tipo europeo y tipo empire. Todos los cultivares utilizados en Uruguay corresponden al primer tipo, los cuales poseen crecimiento en invierno cuando no se presentan fríos extremos. También son definidos como sin latencia o dormancia invernal. Los de tipo empire fueron los primeros cultivares seleccionados en Estados Unidos y tienen un largo período de reposo invernal que en Uruguay se prolonga desde abril hasta setiembre (Ayala et al., 2010).

El cultivar San Gabriel es del tipo europeo, y es conocido por su amplia difusión nacional. Entre las principales virtudes de este cultivar resaltan, su buena adaptación al pastoreo, gran adaptación ambiental y buen comportamiento en suelos de bajos niveles de fósforo. Se adapta muy bien a la siembra directa y mejoramientos de campo. San Gabriel, es un cultivar que florece temprano (noviembre) y tiene un largo periodo de floración. Su pico de producción se da a fines del invierno, y en esta época sobrepasa en producción a los cultivares similares. No presenta problemas de enfermedades o plagas específicas, pero es susceptible a podredumbres de raíz y corona, que reducen su persistencia (INIA, 2010).

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES QUE COMPONEN LA RENOVACIÓN

2.2.1. *Trifolium pratense*

Trifolium pratense es una especie perenne de vida corta (bianual), con un ciclo productivo invernal cuya morfología se caracteriza por hojas trifoliadas con folículos denticulados, con flores rosadas o violáceas, reunidas en inflorescencias axilares capituliformes. Es una especie de raíz pivotante que le confiere tolerancia a déficit hídrico, con gran adaptación a suelos de textura medias a pesadas, de gran profundidad y buen drenaje (Carámbula, 2002a).

La siembra temprana en el otoño de la misma determina altas producciones posteriores, además de que las plántulas son muy susceptibles a las bajas temperatura. La implantación de la misma, se caracteriza por tener un excelente vigor inicial y, por ende, un buen establecimiento afectando positivamente en la persistencia de la especie en la pastura (Ayala et al., 2010). Dicha persistencia es de fundamental importancia para la perennidad de la

planta debido a que la resiembra no permite un buen stand de plantas al año siguiente (García, 1992).

Presenta una escasa persistencia debido a la muerte de plantas por marchitez y podredumbre radicular (al igual que en el género *Lotus*), fundamentalmente causadas por hongos del género *Fusarium* (Rebuffo y Altier, 1996). Sumado a esto, las altas temperaturas y el déficit hídrico que se producen en los meses de verano, reducen de manera significativa el stand de plantas. Durante el verano y el invierno los niveles de reservas en la corona bajan drásticamente, afectando así la posterior producción y persistencia, de esta manera se debe adaptar el manejo del pastoreo (García et al. 1991, Ayala et al. 2010).

Las defoliaciones de las especies erectas pueden ser desarrolladas con gran facilidad y al ras del suelo. Por lo tanto, para no perjudicar la persistencia de estas plantas, es necesario retirar los animales y esperar que aquellas recompongan su área foliar y sus reservas, con un período de descanso largo (Escuder, 1997a). Esto conlleva a que se adapta mejor a pastoreos rotativos o cortes siendo su manejo ideal una frecuencia de 15-18 cm. en invierno y 20-24 cm en primavera con una intensidad de 4-5 cm (Carámbula, 2002a).

En el primer año la producción en las estaciones de otoño e invierno se ven disminuidas debido a que es el momento donde se implantan las praderas. Las tasas de crecimiento en primavera-verano aumentan de manera pronunciada en el primer año, pero la decreciente cantidad de plantas que se presentan en el segundo año de vida de la pastura, generan tasas de crecimiento más bajas.

Varios experimentos han estudiado esta leguminosa en mezcla. Dentro de las mezclas forrajeras, las que incluían el *Trifolium pratense* presentaron las mayores producciones en MS./ha., siendo estas en el orden de 16 a 19 toneladas de MS./ha., en un periodo de 475 días postsiembra como se demostró en experimentos realizado en la Estanzuela por Formoso (2006).

La variedad de mayor utilización en el país es Estanzuela 116, la cual se caracteriza por su porte erecto a semierecto, de floración temprana, bianual y sin latencia invernal. En comparación con otras especies, presenta mayor adaptación a suelos de texturas medias y pesadas con buena profundidad (García et al. 1991, Ayala et al. 2010). Rebuffo y Altier (1996), encontraron rendimientos para el primer y segundo año de 5300 y 14300 kilogramos de MS/ha respectivamente.

Este cultivar presenta excelente implantación tanto en siembras puras como asociadas a cultivos, en un rango de épocas muy amplio que comprende

otoño, invierno y primavera. Densidades de siembra altas le confieren un carácter agresivo. Muy apropiada para renovación de pasturas (García et al., 1991).

Según García et al. (1991), Ayala et al. (2010), el mes de noviembre es el momento donde se produce la mayor producción del año. No es recomendado para utilizarlo en praderas perennes debido a que presenta una vida productiva de dos años, con eventuales producciones en la tercera primavera. Sin embargo, es un cultivar que presenta grandes problemas de persistencia, como lo son la gran mayoría de las especies utilizadas en Uruguay.

Luego del segundo año de producción, las plantas mueren debido a la alta susceptibilidad a patógenos, en donde el principal factor de disminución de la perdurabilidad es la podredumbre de raíz. Sumado a esto, la incidencia de podredumbres radiculares, el déficit hídrico y las altas temperaturas en el segundo verano determinan que la persistencia de esta especie no sea la misma a las especies perennes. La siembra de este cultivar es permitido en otoño, invierno y primavera aunque las mayores producciones se desarrollan cuando se siembra en otoño.

2.2.2 *Lolium multiflorum*

Lolium multiflorum es una de las gramíneas que más incorporada está en los sistemas pastoriles que incluyen pasturas sembradas. Es de ciclo productivo anual, invernal, con hábito de crecimiento cespitoso, de buen desarrollo radicular y producción de biomasa. Estas características le brindan una buena adaptabilidad a distintos suelos, con una alta producción en los estaciones de invierno y primavera. Crece en suelos bien drenados, pero también tolera suelos muy húmedos; se adapta a suelos desde francos a pesados, aunque crece bien en suelos arenosos bien fertilizados (Carámbula, 2002a).

Según Carámbula (2002a), las recomendaciones de densidad de siembra óptimas son de 20-30 kg/ha para siembras puras, de 10-15 kg/ha en mezclas con avena o centeno y de 3-5 kg/ha en mezclas mixtas con perennes.

Los pastoreos se realizan de manera intensa y moderadamente frecuentes pero con una excelente capacidad de rebrotar con una gran cantidad de macollos/planta. Es así que se entra a pastorear con una altura de 20-25 cm. y se retira con 4-5 cm. para poder mantener una frecuencia medianamente alta. Soporta muy bien el pisoteo, y el diente del animal, además de ofrecer buen piso y rebrote rápido, dado su activo proceso de macollaje (Waite, citado por

Carámbula, 2007). Para poder maximizar la producción de biomasa de esta especie, la siembra se debe efectuar temprano en el otoño y al cabo de 60 días postsiembra, se podría obtener los primeros pastoreos (fines de marzo aproximadamente, Perrachón, 2009).

Dentro de las desventajas de esta especie, no se recomienda sembrarla con especies perennes debido a su alta precocidad y competencia con otras especies, influyendo negativamente sobre el establecimiento y la población posterior de la especie perenne (García Favre et al., 2017). Sin embargo, tiene excelentes aptitudes para sembrarse asociada con otras especies forrajeras anuales, ya que aportan una muy buena calidad de forraje y alargan el tiempo de pastoreo (Carámbula, 2007).

Los cultivares correspondientes a la especie *Lolium multiflorum* pueden definirse y clasificarse por los requerimientos de frío para florecer (con y sin requerimientos) y por el nivel de ploidía (2n y 4n), diploides y tetraploides respectivamente (Carámbula, 2002a).

Según INIA (2010), los cultivares comerciales derivados de esta especie se agrupan en dos tipos productivos, raigrás anual tipo westerwoldicum (*L. multiflorum var westerwoldicum*) y raigrás anual tipo multiflorum o italiano (*L. multiflorum ssp italicum*). El primero se caracteriza por no poseer requerimientos de frío, implicando que todos los macollos florezcan y mueran en el verano más allá de la época en la que se haya efectuado la siembra. En cambio, el segundo posee requerimientos de frío determinando que los macollos formados luego del invierno van a mantenerse en estado vegetativo hasta el año siguiente, siempre que las condiciones en el verano sean favorables.

En cuanto a la ploidía de esta especie, gracias al uso de colchicina se han creado cultivares tetraploides que presentan diversas ventajas con respecto a los diploides. El aumento del contenido celular de estos cultivares hace que tengan mayor cantidad de carbohidratos solubles en relación a pared celular, mayor largo del ciclo, mayor cantidad de forraje en primavera y mayor vigor inicial explicado por un tamaño de semilla superior a los diploides. A pesar de ello, presentan menor resistencia al pastoreo, menor densidad de macollos y menor capacidad de semillazón afectando la resiembra, y por ende, la persistencia (Carámbula, 2002a).

2.3 MEZCLAS FORRAJERAS

Una mezcla forrajera es una comunidad conformada por varias especies sembradas con diferentes características tanto morfológicas como fisiológicas. Como resultado de esta asociación, se produce un proceso de interferencias entre las especies, que puede tener diferentes resultados tales como una mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio o falta total de interferencia (Carámbula, 2007).

Según Carámbula (2002a), las mezclas se pueden clasificar en ultras simples, mezclas simples y mezclas complejas dependiendo del número de especies que la conformen. Las mezclas ultra simples están formadas por una gramínea y una leguminosa, ambas de ciclo invernal o estival, se puede citar como ejemplo: festuca y trébol blanco. Las mezclas simples se conforman de una ultra simple más una leguminosa o gramínea de ciclo complementario como el caso de festuca, trébol blanco y lotus. Por último, en las mezclas complejas (varias gramíneas y leguminosas) las especies pueden ser de ciclos similares como por ejemplo festuca-falaris-dactylis-trébol blanco y trébol rojo, o de ciclos complementarios.

Con mezclas simples el manejo es más fácil y el potencial de crecimiento individual se alcanza con mayor facilidad, por una menor competencia inter específica. A diferencia de éstas, en las mezclas complejas es difícil encontrar las condiciones óptimas para la implantación y manejo de todas (Langer, 1981). Siendo recomendable usar hasta cuatro especies por mezcla para optimizar la implantación (Hall y Vough, 2007).

La eficiencia de una mezcla depende de muchos factores, entre ellos se encuentran las características de las especies que la componen, las cuales se deberían ajustar para que se produzca la menor interferencia posible entre ellas. Según Carámbula (2007), estas características son: extensión y profundidad de los sistemas radiculares, crecimiento de la parte aérea en los diferentes horizontes, períodos de crecimiento similares o no según el ciclo de producción esperado, exigencias nutricionales (principalmente nitrógeno y fósforo), requerimientos similares de nutrientes extraídos del suelo, y la necesidad de que el manejo de los pastoreos de las especies involucradas sean lo más similares debido a que si se pastorea en su momento óptimo a una de las especies, se va a promover la misma y las otras van a tender a desaparecer.

2.3.1 Importancia de la mezcla de especies

La incorporación de pasturas mixtas cultivadas, suponen una serie de pasos necesarios para la correcta instalación y futura producción como son, la

destrucción del tapiz existente, la preparación de una adecuada sementera, el agregado de nutrientes y la siembra de una mezcla forrajera compuesta tanto de gramíneas como de leguminosas. Las mismas, tienen como principal objetivo lograr los máximos rendimientos de materia seca con el mayor valor nutritivo posible explotando al mismo tiempo las virtudes que ofrece cada familia (Carámbula, 2010b).

Por otro lado, Rovira (2008), afirma que además de la mayor producción de forraje que estas producen, estas son de mejor calidad que las pasturas naturales y tienden a disminuir la estacionalidad en la oferta forrajera durante el año.

En Uruguay existen limitaciones para lograr estos objetivos, dado principalmente por la variación estacional de algunos parámetros ambientales (Santiñaque y Carámbula, 1981).

Algunas de las razones por las que se justifica el empleo de una mezcla en lugar de un cultivo puro son, mayor y más uniforme distribución estacional de la producción de forraje, menor variabilidad interanual y ventajas en la alimentación como mayor calidad y menor riesgo de meteorismo (Scheneiter, citado por Albano, 2010).

Según Fariña y Saravia (2010), las ventajas de la utilización de mezclas forrajeras frente a especies puras no solo implican un mayor rendimiento, sino que además las mezclas utilizan de forma más eficiente los recursos del medio ambiente. Esto se da de manera más acentuada si los ciclos de las especies en las mezclas son complementarios ya que la competencia entre las especies será menor (Carámbula, 2002a).

Según Hall y Vough (2007), otra de las ventajas de las mezclas es la reducción del agregado de nitrógeno, ya que este es aportado por la fijación biológica de las leguminosas, las que a su vez permiten que la pastura contenga una mayor cantidad de proteínas y por lo tanto mejorando la calidad. Por otro lado logran una mejor adaptación a diferentes condiciones de suelo y los riesgos de problemas por meteorismo son menores que las leguminosas puras.

Las mezclas forrajeras compensan variaciones climáticas, edáficas y de manejo al contar con distintas especies con diferentes características adaptativas. Además, mezclas de gramíneas con leguminosas generalmente tienen mayores tenores de proteína y digestibilidad que gramíneas solas (Carámbula 1985, Hall y Vough 2007).

2.3.2 Composición y dinámica de las mezclas

Según Carámbula (2007), al instalar una pastura mixta, el propósito es lograr que esta quede bien balanceada de gramíneas y leguminosas, donde una mezcla ideal generalmente está compuesta por 60-70% de gramíneas, 20-30% leguminosas y 10% de malezas, pero debido a las condiciones del suelo, fertilidad o pastoreo pueden llevar a la dominancia de determinadas especies. Por lo tanto, cuanto mayor es el número de especies en la mezcla, más difícil es mantener el balance entre sus componentes.

La necesidad de que las pasturas estén formadas por especies de distintas familias surge por diferentes razones. Por un lado, las gramíneas aportan productividad sostenida por muchos años, adaptación a gran variedad de suelos, facilidad de mantenimiento de adecuadas poblaciones, explotación del nitrógeno simbiótico, buena estabilidad en la pastura (en especial si son especies perennes), baja sensibilidad a la defoliación, baja susceptibilidad a plagas y enfermedades y competitivas frente a la invasión de malezas. En cambio las leguminosas son proveedoras de nitrógeno a las gramíneas, presentan un alto valor nutritivo para la dieta animal y promueven la fertilidad en suelos naturalmente pobres y degradados por mal manejo (Carámbula, 2007).

Actualmente la mayoría de las mezclas consisten en dos gramíneas y dos leguminosas (Harris, citado por Langer, 1981) o una gramínea y una leguminosa permitiendo alcanzar así el potencial de crecimiento individual con mayor facilidad al disminuir la competencia interespecífica y permitiendo un manejo más fácil de la misma (Langer, 1981).

Es muy importante lograr obtener buenas mezclas de gramíneas y leguminosas y según Lascano (1999), esto permitirá obtener ganancias en producto animal superiores al 30 % en comparación con praderas únicamente de gramíneas. Por otro lado, permite mejorar las propiedades físicas del suelo (densidad aparente, infiltración), incrementar la tasa de mineralización y la relación carbono/nitrógeno (por el aporte de materia orgánica de mayor calidad) y se favorece la diversidad de la fauna del suelo (Gijssman y Thomas, citados por Rocendo y Perez, s.f.).

Según Formoso (2010), a medida que aumenta el número de especies que integra una mezcla, la producción individual de cada una que la conforma disminuye. Sin embargo, la suma de los aportes de cada una, incrementa la producción total de la mezcla.

En cuanto a la dinámica de las mezclas forrajeras, Carámbula (1991), afirma que la mayoría de las pasturas sembradas presentan un desequilibrio acentuado a favor de la fracción leguminosa, ya que las mismas se instalan de

forma más fácil que las gramíneas. Este desbalance se ve favorecido en mezclas instaladas sobre suelos de baja fertilidad o degradados, donde la fertilización fosfatada y la deficiencia de nitrógeno llevan a una mala implantación de gramíneas. Si bien esta superioridad de las leguminosas tiene su aspecto positivo desde la performance animal, también es cierto que conduce a pasturas de baja persistencia, dado que una vez incrementado el nivel de nitrógeno del suelo por fijación simbiótica, la invasión de especies mejor adaptadas pero menos productivas termina dominando las praderas.

En la búsqueda de un buen balance entre gramíneas y leguminosas, cuando aumentan las primeras en detrimento de las leguminosas se produce una disminución de la producción animal. Cuando el aumento es de las leguminosas se da lo contrario en cuanto a la producción animal, pero se corren serios riesgos de meteorismo. Una forma de variar las proporciones de las diferentes especies en una pastura es a través de un manejo eficiente de la luz, resultado de la defoliación. Por lo tanto, con defoliaciones frecuentes se ven favorecidas la mayoría de las leguminosas, ya con áreas foliares menores absorben mayor cantidad de energía que las gramíneas (Carámbula, 2004). Por lo tanto, al momento de formular una mezcla se debe tener en cuenta: la adaptación edáfica de la especie, la zona geográfica donde se va sembrar, el destino del recurso, la duración de la pradera y momento de aprovechamiento y el sistema de producción en el cual se está (Correa, 2003).

En la mayoría de las pasturas sembradas, existe siempre un desequilibrio marcado hacia la fracción de las leguminosas. Esto está explicado por diferentes factores; por un lado las leguminosas en la etapa de implantación tiene mayor facilidad para establecerse que las gramíneas, por lo que los primeros años de vida habrá una mayor proporción de leguminosas/gramíneas; otro de los factores que explica este dominio neto a favor de las leguminosas, se debe a la siembra de pasturas sobre terrenos con historia agrícola, pobres o degradados, ya que solo la fertilización fosfatada y la escasez de nitrógeno disponible debido a extracción del cultivo antecesor y/o prácticas inadecuadas traen como consecuencia una mala implantación de las gramíneas (Carámbula, 1981).

2.4 PERSISTENCIA DE LAS PASTURAS

Se entiende por persistencia de una pradera, la capacidad de la misma de lograr rendimientos aceptables, además de cumplir con un balance en la calidad de especies sembradas en interacción con la población de especies vegetales espontáneas y nativas a lo largo del tiempo (Carámbula, 2004).

En Uruguay existen buenas condiciones para la producción de forraje a lo largo de todo el año pero con ciertas limitaciones. La producción pecuaria está limitada por la baja producción y calidad de las pasturas (García et al., 1981).

Según Carámbula (1991), la estabilidad y persistencia de las pasturas están ligadas a las etapas de la sucesión de especies. En las etapas más tempranas es donde se da la mejor producción de biomasa con un mayor contenido de especies sembradas. Posteriormente, se genera una mayor biodiversidad de especies que determina que se torne más estable y menos productiva.

2.4.1 Factores que inciden en la persistencia de pasturas

Existen varios factores que operan sobre las pasturas sembradas incluso desde antes de su siembra y durante toda su vida. Dichos factores, interactúan entre sí generando un impacto sobre las pasturas. La correcta identificación de los mismos, para su manipulación y utilización, es necesaria para alcanzar los objetivos de producción (Carámbula, 2004).

2.4.1.1 Factores climáticos y edáficos

Las leguminosas son el componente más afectado por el déficit hídrico, Carámbula (2004), explica esta susceptibilidad con respecto a las gramíneas condicionado por el sistema radicular de las mismas. Las gramíneas tienen un sistema radicular adventicio de mayor longitud y una menor pérdida de agua por transpiración, lo que no solo las hace más resistentes al estrés hídrico, sino que también las hace más eficientes en la competencia por el recurso agua, en comparación con las leguminosas que componen la mezcla.

Según García (1992), existe un fuerte efecto de las altas temperaturas, el cual muchas veces se confunde con el déficit hídrico. Cuando las temperaturas sobrepasan el máximo tolerado por la especie por periodos prolongados, es cuando se causan los daños.

Con lo que respecta a los suelos, se sabe que las leguminosas son más afectadas por las deficiencias de fósforo y los pH ácidos que existe en la mayoría de los suelos del país. La baja fertilidad de los suelos impacta indirectamente en la persistencia de las especies sembradas pero un mal estado nutricional, predispone a la misma a los ataques de plagas y/o enfermedades (Sheat et al., 1989).

Buxton (1989), afirma que las leguminosas son los componentes que presentan menor adaptación a los estreses ambientales en comparación con las gramíneas, por lo que requieren una mayor atención para alcanzar aceptables niveles productivos. La compactación favorece el anegamiento por menor infiltración, esto afecta tanto la sobrevivencia radicular, como la fijación de nitrógeno atmosférico. Además, por su tipo de sistema radicular de raíces reservantes, rizomatosas y con tallos estoloníferos, son más susceptibles a la compactación (García, 1992).

2.4.1.2 Importancia de las especies sembradas

La caída de los rendimientos a partir del tercer año está directamente relacionada con la desaparición paulatina que existe de las leguminosas en la pastura (García et al., 1981).

Según Carámbula (2000), las especies perennes son las que más contribuyen a la persistencia. Esto se explica por el hecho de que las especies anuales, al fin de su ciclo dejan nichos para la aparición de plantas no deseadas, que comprometen la persistencia productiva. Las especies perennes brindan estabilidad por mayor acumulación de reservas y masa radicular. Por otro lado, tienen mayor eficiencia lo que es deseable en una pastura. El éxito de estas especies no solo depende del número de plantas inicial y su propagación vegetativa, sino que también es crucial la semillazón y la resiembra natural para la gran mayoría de las especies perennes (Carámbula, 2003).

Se cree que se debe seleccionar cultivares especialmente adaptados a las condiciones del país. Existen cultivares seleccionados por su rusticidad y versatilidad que cumplen con dicha característica (Carámbula, 2001).

La inclusión de gramíneas perennes, entre ellas festuca en mezclas forrajeras determinan que al tercer verano los niveles de engramillamiento sean muy inferiores a las asociaciones sin gramínea perenne que incluyen raigrás (Formoso, 2010).

2.4.1.3 Implantación y fecha de siembra

Para lograr una persistencia adecuada de las pasturas se debe comenzar con una correcta implantación de las plántulas, ya que si las plantas no se establecen correctamente no se puede esperar que produzcan satisfactoriamente a lo largo del tiempo.

Según Carámbula (2010b), los principales factores que afectan la implantación son la interacción clima-suelo, la calidad de la semilla, los métodos de siembra y el ataque de patógenos e insectos.

La implantación es un periodo clave para la supervivencia de la pastura. Según Carámbula (2008), la falta de humedad almacenada al momento de siembra, reduce ampliamente la posibilidad de una implantación exitosa. Por esto, el suelo debe poseer un volumen de agua acumulado que sea accesible para las raíces de la semilla en germinación, y así lograr una correcta implantación.

Formoso (2007), explica que el sistema de siembra al voleo tiene como principales ventajas la sencillez y rapidez con que se cubre el suelo. A pesar de esto no permite una emergencia homogénea y rápida, tampoco se logra una buena eficiencia de uso del fertilizante, todo esto por un escaso contacto con el suelo, y sus nutrientes. Se obtienen mejores resultados con el uso de esta tecnología para la siembra de leguminosas (Carámbula, 2004).

La siembra en línea por otro lado, tiene la ventaja de que la semilla puede ser sembrada en contacto con el suelo y sus nutrientes, con alto contenido de humedad y a una profundidad pareja. Las desventajas del método es que las filas espaciadas determinan una cobertura del suelo más lenta, dejando espacios libres para el desarrollo de malezas. Esto determina una pobre cobertura inicial del suelo, pudiendo haber invasión de malezas. Este método es recomendable para las gramíneas (Carámbula, 2004).

Las plagas y los patógenos, principalmente los hongos, afectan la implantación de las pasturas. El impacto de dichos factores, aumentan en su gravedad si se cumple con las condiciones ambientales necesarias para que se desarrollen los patógenos y el periodo de implantación se (siembra a instalación de las plántulas), periodo de mayor susceptibilidad (Altier, 2010).

La fecha de siembra se elige en función de lograr las mejores condiciones para la implantación de las plántulas. La germinación rápida y uniforme de la semilla se logra con un adecuado nivel de humedad en el suelo. Este proceso es exitoso sólo si se acompaña de temperaturas adecuadas (Carámbula, 2008).

El contenido de agua en el suelo varía a lo largo del año. Entrado el otoño, las lluvias de marzo y abril comienzan a incrementar el almacenaje de agua en el perfil del suelo, siendo estas fechas las recomendadas para la siembra. Entrado el invierno el suelo se satura de agua, lo que no es favorable (Carámbula, 2008).

Se definen dos fechas de siembra posibles las de otoño y las de primavera, dado que en esas estaciones es posible que se desarrolle una correcta implantación. Otoño es la fecha más elegida ya que en primavera los contenidos de agua son favorables, pero no se asegura el completo desarrollo

radicular antes de la entrada en el verano, estación donde los déficits hídricos son frecuentes (Carámbula, 2008).

Tanto la temperatura del aire como del suelo afectan la implantación. Fechas de siembra de inicio de marzo, pueden traer temperaturas demasiado elevadas, mientras que siembras de mayo, pueden traer asociadas temperaturas demasiado bajas, causando muerte de plántulas y retraso del crecimiento de la pastura. Las gramíneas perennes son las más afectadas por las temperaturas, mientras que las anuales y las leguminosas tienen mayor rango de adaptación (Carámbula, 2008).

2.4.1.3 Efecto de la fertilización

La producción de pasturas de calidad en los suelos de Uruguay, prescinde de la fertilización fosforada para la mayoría de los casos. La re fertilización año a año y el mantenimiento de los niveles adecuados de fósforo en el suelo, es indispensable para mantener la productividad de pasturas de calidad (García et al., 1981). En ocasiones también se reportan deficiencias de calcio y azufre, como problemas con el aluminio.

Las aplicaciones de nitrógeno, tiene un efecto negativo en algunas leguminosas. Se comprobó que en mejoramientos con *Trifolium repens* con el agregado de este nutriente, se producen cambios morfo fisiológicos en la planta con un efecto negativo en su persistencia (Fisher y Wilman, citados por Olmos, 2004b).

2.4.1.4 Manejo del pastoreo

La mala determinación en el manejo del pastoreo utilizado en los establecimientos es una de las razones por las cuales se afecta de manera significativa la longevidad de la pastura. Esto se debe principalmente a que los pastoreos se hacen en base a los requerimientos de los animales y no de las pasturas.

Para lograr una persistencia óptima de la pastura (en el caso de especies anuales), se deben realizar manejos del pastoreo que permitan a las especies florecer y semillar para su buen establecimiento en otoño y un verano que este conformado por la especie como planta y otra como semilla (Berreta, 1998).

Según García et al. (1981), los métodos de defoliación a los que se somete la pastura y el momento del mismo, interaccionando con las condiciones ambientales, determinan la posterior composición y persistencia de la pradera.

Resultados obtenidos en “La Estanzuela” por García (1996), indican que defoliaciones intensas en verano en una pastura de festuca bajan considerablemente la producción otoño-invernal y puede ser más acentuado cuando está compuesta por leguminosas. Sin embargo, no solo en verano es cuando las defoliaciones severas afectan la perdurabilidad de la pastura. Pastoreos agresivos en otoño disminuyen la producción de biomasa debido a que la misma, en esta época, promueve la acumulación de reservas y la producción de macollos.

Para poder mejorar la persistencia de las pasturas en las estaciones de otoño e invierno, se debe dejar que las plantas se recuperen del verano realizando pastoreos severos y rápidos para poder remover restos secos y aumentar la tasa de macollaje. En el caso del invierno se debe realizar defoliaciones controladas para favorecer el crecimiento debido a la disminución de las horas de luz y las bajas temperaturas. Dicha estación se caracteriza por el predominio de especies leguminosas por lo que se quita el tapiz que generan las mismas para que las yemas de las gramíneas capten temperaturas mayores y mejor calidad de luz (Carámbula, 2003).

A su vez, según García (1996), en las estaciones en donde se producen excedentes de pasto como en la primavera también hay que tener control en sus pastoreos dado que excesivas cargas pueden afectar la perdurabilidad y productividad de la pastura. Sin embargo, es común que en dicha estación se produzcan inadecuadas utilidades del pasto debido a la alta tasa de crecimiento de las praderas, generando desperdicios de forraje que determinan pérdidas productivas. Como consecuencia, avanzada la primavera y la floración de las gramíneas, se originan una importante cantidad de maciegas y zonas sobre pastoreadas con niveles de reserva extremadamente bajos que, por ende, aumentan la susceptibilidad de las plantas a la sequía, con su posterior enmalezamiento y degradación.

El manejo y la utilización de las pasturas sembradas, factor determinante en la productividad, debe centrarse en la composición de la mezcla, la susceptibilidad de la misma al pastoreo y el crecimiento estacional para que las plantas perduren lo máximo posible, aprovechando la biomasa producida (Brougham 1970, Harris 1978).

2.4.1.5 Incidencia de las malezas

El grado de enmalezamiento de las pasturas sembradas depende de diversos factores que, como consecuencia, afectan la perdurabilidad de las plantas. El banco de semillas o el número de órganos perennes en el suelo, determina en cierta manera, la proporción de malezas que voy a presentar en próximo ciclo. Por otro lado, el aumento de los nutrientes esenciales tanto

fósforo como nitrógeno aportado por las leguminosas promueve el desarrollo de malezas especialmente en el periodo estival donde las pasturas tienen poco forraje. Comúnmente, en dicha estación suele aparecer suelo desnudo como consecuencia de la desaparición del componente leguminosas invernales y es así como las malezas sumado a su momento óptimo de crecimiento, colonizan fácilmente estas zonas (Carámbula, 1991).

Según Cibils y García (2012), la pérdida de plantas y el debilitamiento de las mismas por la infestación de malezas, retrasa el desarrollo y la longevidad de las pasturas. Por otro lado, disminuyen la calidad del forraje ya que tienen un menor valor nutritivo, menor apetecibilidad y, en algunos casos, pueden ser tóxicas para los animales.

Cuanto menos precoces sean las especies de la mezcla, mayor va ser nivel de enmalezamiento debido a que el suelo está descubierto mayor cantidad de tiempo. Lo mismo sucede cuando el tiempo de reposo es mayor, cuanto más secos son los veranos y menor la proporción de gramíneas precoces. Por otro lado, en los primeros años de la pastura tienden a prevalecer las especies arvenses anuales y gramíneas anuales agresivas, pero a lo largo del tiempo, empiezan a aparecer las de mediano porte y gramíneas agresivas como la gramilla. Cabe destacar que es siempre conveniente tener mezclas de ciclo complementario ya que aumenta la autodefensa de la pastura otorgándoles mayor persistencia, productividad y estabilidad frente al ataque de malezas (Carámbula, 2004).

Las especies forrajeras presentan un lento desarrollo inicial, por lo que es importante un buen control de malezas los primeros 45 - 50 días postsiembra, para que las mismas no ejerzan competencia sobre las especies deseadas. Como bien se sabe, es más fácil controlar praderas compuestas únicamente por gramíneas que las que contienen leguminosas. Es por esto que, cuando se produce una infestación de malezas de hoja ancha en un potrero, evitar sembrar leguminosas para poder bajar la carga mediante el control con diferentes principios activos de herbicidas (Cibils y García, 2012).

En praderas mixtas constituidas por mezclas de gramíneas invernales y leguminosas de ciclo invernal y estival, producen su máxima producción de forraje en la primavera (época en que la mayoría de las especies se encuentran en su etapa reproductiva), dejando en el verano gran parte del suelo descubierto y por lo tanto susceptible a la invasión de malezas (Carámbula, 1991).

La infestación de gramilla (*Cynodon dactylon*) en las praderas es un problema en todos los sistemas de producción y especialmente en los más intensivos. Esta maleza determina disminuciones importantes de rendimiento,

reducción de la vida útil de las pasturas y aumento directo en los costos de producción consecuencia del mayor uso de glifosato que implica su control (Formoso, 2010).

2.4.1.6 Incidencia de enfermedades y plagas

Según Carámbula (2010a), el componente leguminoso es el más perjudicado por enfermedades y plagas, aunque las gramíneas también tienen cierta susceptibilidad frente a grandes infecciones incidiendo en la productividad y persistencia de las plantas.

Las enfermedades que se desarrollan en praderas sembradas se pueden dividir en enfermedades de implantación y aquellas que se emergen cuando el forraje ya está instalado. Dentro de las desarrolladas a nivel de cultivo se pueden clasificar las que afectan a la parte aérea o las que inciden en las raíces. Cabe destacar, que la aparición de estas enfermedades y su interacción con los factores ambientales ocasionan un fuerte debilitamiento de y hasta consiguiendo la muerte de la planta, generando una baja en el stand de plantas (Altier, 2010).

Estudios realizados en “La Estanzuela”, demostraron que mientras en un lotus las pérdidas debido a enfermedades de raíz y corona principalmente fueron de un 75% mientras que en el caso de trébol rojo sobrevivieron al segundo año entre 7 y 43% por las mismas razones, determinando que dichas enfermedades ocasionan pérdidas cercanas que rondan entre el 73 y 100% (Altier 1994, 1998).

Según Altier (2010), las afecciones causadas por enfermedades pueden presentarse en diferentes estadios de las plantas y ubicaciones en la misma. Las enfermedades de implantación pueden deberse a patógenos que se encuentran en el suelo o en la semilla. Condiciones adversas como exceso de lluvias, alta humedad y bajas temperaturas producen podredumbre de semilla y raíces, con su consiguiente perjuicio en la emergencia de plántulas y su muerte. En el caso de enfermedades foliares, sus síntomas son manchas en las hojas, canchales y lesiones necróticas en los tallos. Generan disminución en la capacidad fotosintética y en la translocación de sustancias por el tallo aumentando respiración y caída prematura de hojas.

Las enfermedades de raíces y estolones son causadas por patógenos que se encuentran en el suelo que constituyen las fuentes de inóculo para la infección inicial. Estas infecciones se producen al principio y se van desarrollando a medida que la planta crece. Por último, se encuentran las enfermedades causadas por virus, que afectan la fisiología de la planta

mediante la reducción del crecimiento de hojas y raíces, incrementando la susceptibilidad a otros patógenos y las condiciones ambientales y edáficas. Terminan afectando el vigor, rendimiento, longevidad de cada planta y persistencia de la pradera (Altier, 2010).

En lo que respecta a los insectos, como se menciona en Alzugaray y Ribero (2000), la gran diferencia entre las pasturas sembradas y los cultivos es que las praderas tienen determinadas características que favorecen el desarrollo de ciertas especies que actúan como enemigos naturales. Las especies entomófilas encuentran refugio, huéspedes y huéspedes alternativos en las pasturas más fácilmente que en cultivos anuales.

Se pueden definir los efectos de los insectos como crónicos o agudos. En el caso de los ataques crónicos las plantas logran sobrevivir cierto tiempo, pero su producción y longevidad se ven afectados, logrando así una muerte prematura. Sin embargo, los efectos agudos son aquellos que se producen rápidamente y crecen a altas tasas, por lo que su daño es notorio a pocos días de la incorporación de la infección. Presentan un gran impacto visual y afectan de inmediato la disponibilidad de forraje. En cambio, los crónicos son más permanentes en la productividad, pero avanzan lentamente (Pottinger et al., 1993).

El conocimiento de la estrategia de vida de los insectos es fundamental para el manejo de las pasturas. La planificación del control va a depender si la pradera está destinada para la producción de forraje o para semilla. En el caso de efectos crónicos, los individuos son estrategias K, en donde las hembras oviponen una baja cantidad de huevos y su dispersión es lenta. En el caso de los agudos, los cuales corresponden a estrategias R, presentan altas tasas de reproducción, con ciclos de vida cortos (Alzugaray y Ribero, 2000).

Estudios realizados en La Estanzuela, citados en Alzugaray y Ribero (2000), encontraron diferencias importantes en la producción de materia seca y semillas en parcelas que estaban protegidas por insectos. Se encontraron rendimientos superiores entre 22 y 55% en producción de forraje y entre 24 y 60% en producción de semillas. En el caso de lotus no se encontraron diferencias significativas entre las parcelas que estaban protegidas y las que no.

2.4.1.7 Incidencia de la resiembra natural

Un aspecto fundamental para el manejo de las pasturas es promover la semillazón y el reemplazo con nuevas plantas a fin de renovar la población de las plantas y la persistencia de las pasturas. Particularmente, la fracción leguminosa es la más perjudicada, ya que se caracterizan por tener ciclos de vida muy cortos por lo que se debe buscar la resiembra y reclutamiento de

nuevas plantas para poder mantener una buena persistencia (Carámbula, 2010a).

Es necesario que las plantas tengan de 30 a 40 días para que puedan completar de manera eficiente el proceso de floración-semillazón. Luego de que esto se haya cumplido exitosamente, se puede pastorear intensamente ya que debería de haber acumulado una alta cantidad de forraje de calidad intermedia. Luego de la caída de la semilla, entra en un estado latencia en donde las características de la especie y las condiciones ambientales determinan dicho proceso (Carámbula, 2010a).

2.5 DEGRADACIÓN DE PASTURAS

Como se dijo anteriormente, la variabilidad climática interaccionando con el conjunto de variables de manejo (fertilidad, manejo, variedades, etc.), juegan un rol fundamental en la evolución y producción de las pasturas por lo que el manejo de las mismas debe contemplar estas variables.

Si bien es cierto que en la práctica la vida productiva o duración de una pastura no puede ser mantenida por tiempo indefinido, lo cierto es que como norma general las pasturas de la región duran poco y presentan un proceso generalizado de degradación que se caracteriza por una gran inestabilidad en sus rendimientos (Carámbula, 1991).

Por lo tanto, es necesario considerar que en la medida que aumenta la edad de la pastura y por acción del propio crecimiento de las plantas se producen naturalmente una serie de cambios en las mismas, muchos de ellos desfavorables y que conlleva en cierta medida la existencia de un proceso de degradación natural (Bates, 1948).

Según Lascano y Spain (1988), los signos que caracterizan una pastura degradada son: marcada disminución en el vigor, cobertura, frecuencia y calidad del pasto, con un aumento en la presencia de plantas invasoras, plagas e insectos, que inciden directamente en la producción de materia seca.

2.5.1 Causas de la degradación

La degradación de las pasturas es un proceso inevitable que depende de diferentes factores, desde la incorrecta selección de las especies que conforman la mezcla hasta el manejo inadecuado de las mismas. Otros factores como la presencia de los animales, el pisoteo, sobrepastoreo y la selectividad también influyen en este proceso degradativo. Sin embargo, los factores que

más contribuyen a la degradación de las pasturas son el manejo inadecuado y la pérdida de la fertilidad del suelo, llevando esto a una sustitución de las especies forrajeras más productivas hacia especies indeseadas y poco productivas (Peralta, 2002).

Esta degradación está ligada a prácticas de manejo inapropiadas (Lascano y Spain, 1988), entre las que se encuentran el establecimiento en suelos pobres, siembras de especies pobremente adaptadas, mal manejo del pastoreo, quema incontrolada y frecuente, y agotamiento de nutrientes en el suelo. La degradación de las pasturas trae serios problemas a los productores, reduciendo los rendimientos en producción animal y aumentando los costos del sistema (Holfman et al., 2004).

Son varios los factores que están involucrados en el proceso de degradación de las pasturas entre los que se encuentra la deficiencia de nitrógeno como el factor de fertilidad más relacionado, pero también son la baja capacidad de almacenamiento de agua por modificaciones en la composición física del suelo (estructura), la invasión de malezas y otros efectos asociados, generando de esta manera una lógica de la disminución de la capacidad de carga de las pasturas (Myers y Robbins 1991, Toledo y Formoso 1993).

2.5.2 Vías de degradación

Las vías de degradación de las pasturas en Uruguay son diferentes en función de: la historia previa del suelo, el nivel de incidencia de gramilla y el tipo de mezcla forrajera sembrada. En base a estos tres parámetros es posible distinguir las correspondientes situaciones contrastantes de degradación (García et al., citados por Carámbula, 2010a).

La tendencia que presentan las leguminosas a desaparecer a partir del tercer año, originan pasturas de distintas características según el tipo de suelo e historia previa del potrero y constitución e implantación de la mezcla. A razón de esto, pueden distinguirse tres situaciones de degradación de las mezclas forrajeras.

2.5.2.1 Evolución a campo natural

Este proceso ocurre en suelos que no tienen historia agrícola previa, tales como en las regiones ganaderas donde las praderas se instalan sobre campo natural o en chacras con muy pocos años de agricultura, donde las pasturas tienden a evolucionar hacia el tapiz primitivo (Carámbula, 2010a).

Esta regeneración se registra tanto, más rápido, cuanto más alta sea la frecuencia de géneros nativos agresivos como *Axonopus* y *Paspalum* en suelos arenosos y *Stipa* en suelos pesados, cuanto más incompleta haya sido la preparación del suelo y cuanto más equivocado haya sido el manejo de la pastura sembrada (García et al., citados por Carámbula, 2004).

2.4.2.2 Evolución a dominancia de gramíneas perennes (festucales)

Los llamados festucales se originan principalmente en suelos de alta fertilidad a partir de praderas que han logrado conseguir una buena implantación de gramíneas perennes, ya que su resiembra es muy ineficiente (Carámbula, 2010a).

Si bien estas pasturas pueden presentar un balance normal hasta el segundo año, a partir del tercer año se establece el festucal al ir desapareciendo lentamente las leguminosas debido principalmente a fracasos en la resiembra natural y posterior reclutamiento de plántulas, por falta de manejos apropiados que las promuevan (Carámbula, 2010a).

Estos tapices de festuca endurecida pueden presentar problemas tanto para la reimplantación de las leguminosas por resiembra natural por la gran incidencia de un mantillo, como para aumentar cada vez más la selectividad sobre las pocas leguminosas presentes en la pastura (Carámbula, 2010a).

En estas situaciones de degradación, las pasturas producen cada vez menos tanto en cantidad como en calidad, resultado de la falta de leguminosas y nitrógeno (Carámbula, 2010a).

2.5.2.3 Evolución hacia la dominancia de gramilla (gramillares)

Un problema importante en la mayoría de los sistemas de producción y especialmente en los más intensivos es la invasión de gramilla (*Cynodon dactylon*) en las praderas. Esta maleza determina una reducción de la vida útil de las pasturas, disminuciones importantes de rendimiento y un aumento en los costos de producción producto del mayor uso de glifosato que implica su control (Formoso, 2010).

En las zonas agrícolas con una mayor intensidad del uso de la tierra, la instalación de praderas permanentes sobre chacras que conservan rizomas y estolones de gramilla, traen como resultado la sustitución de la misma por un gramillar. Esta sustitución lleva a que muchos establecimientos sea común observar pasturas que al final del segundo año muestran más del 80 % de su área invadidas por gramilla, reduciendo significativamente los rendimientos de materia seca producidos (Carámbula, 2010a).

Esta evolución de las praderas hacia la dominancia de gramillares se debe a diversos factores entre los que deben citarse la mala implantación de la pastura, la escasez de gramíneas perennes, tanto invernales como estivales en las mezclas forrajeras sembradas, la utilización generalizada de mezclas forrajeras formadas solo por leguminosas o asociadas, tanto por *Lolium multiflorum* como con gramíneas perennes a bajas densidades, y el mal manejo del pastoreo, particularmente en los meses de verano (Carámbula, 2010a).

2.6 RENOVACIÓN O REHABILITACIÓN DE PASTURAS DEGRADADAS

Más allá de la mayor longevidad que presentan aquellas pasturas que desde la siembra produjeron una gran cantidad de forraje, la pérdida de rendimiento comienza a detectarse luego de pasado el tercer año. Una estrategia que surge como una posible solución para poder aumentar la persistencia de las pasturas sembradas, es la renovación de las mismas (Carámbula, 2010b).

Como consecuencia de la prematura degradación de las pasturas sembradas Álvarez y Apolinario (2012), llegaron a la conclusión de que las pasturas en este estado de degradación no son capaces de cubrir los requerimientos de los animales, ya sea en cantidad, calidad, como también en desbalances en sus componentes botánicos. En base a esto, es que se deben tomar las medidas necesarias para evitar que las mismas se degraden por completo, y es aquí donde la renovación de las pasturas juega un papel muy importante para mejorar deficiencias en composición botánica, estabilizar la producción de forraje y prolongar su vida útil.

La renovación de pasturas consiste en la aplicación de un conjunto de técnicas (herbicidas, laboreos, quema, etc.) que se combinan según cada situación particular, y que tienen el objetivo de mantener y/o restablecer la capacidad productiva de una pastura. Esto se logra mediante la restauración del vigor de las especies originales y/o el balance mediante la siembra de especies forrajeras ya sean faltantes o nuevas. Otros autores hacen referencia a la utilización de ciertas herramientas para la restauración de especies ya existentes, como fomentar la semillazón de especies, la aplicación de herbicidas para eliminar malezas invasoras y/o la fertilización para favorecer el crecimiento de especies deseables (Ferrari, 2014).

La técnica de renovación o rejuvenecimiento, permite la recuperación productiva de una pastura en estado de degradación a la que luego de evaluar su productividad y composición botánica se decide seguir conservando, en

donde el principio básico de dicha renovación consiste en generar las condiciones adecuadas para el desarrollo de las especies forrajeras valiosas, y anular o reducir el crecimiento de malezas (Ferrari, 2014).

Según Lascano y Spain (1988), los objetivos de la rehabilitación dependen del estado de degradación de la pastura, del tipo de recursos limitantes y de los recursos disponibles. Estos objetivos comprenden: a) crear un sistema estable de producción de forraje; b) restaurar el vigor, la calidad y la productividad de una pastura; c) eliminar las malezas presentes; d) aumentar la cobertura del suelo para protegerlo; e) incrementar las poblaciones de especies deseables; e) introducir nuevas especies en la pastura o complementar con ellas.

Existen diferentes recursos técnicos para el rejuvenecimiento de las pasturas, desde la simple fertilización fosfatada hasta la interseembra de leguminosas en el tapiz. Dicha incorporación de leguminosas al tapiz ocupa aproximadamente el 5% de la superficie del territorio nacional; registrándose los mayores porcentajes en la región Cristalino y región Este (zona ondulada) con 9,8% y 7,7% respectivamente y los menores sobre Basalto con 2,9% (Carámbula, 1991).

La incorporación de dicha tecnología genera ciertas ventajas como un menor costo de establecimiento en comparación con una siembra tradicional, una rápida respuesta en producción de forraje, una disminución en la alteración de las propiedades químicas del suelo y disminución de la pérdida de plantas (Torres y Cisternas, citados por Keim, 2009).

Por estos motivos es muy importante prolongar la productividad de las pasturas en el tiempo, ya sea mediante técnicas de rehabilitación o a través de manejos sustentables tanto como permitir la resiembra natural como manejar las praderas con criterios de pastoreo que dejen un buen remanente para que la misma pueda acumular reservas y así, perdurar en el tiempo. Este trabajo se centrará en la renovación por medio de la interseembra de nuevas especies la cual se profundizará más adelante.

2.6.1 Criterios generales a tener en cuenta en la renovación

Antes de decidir el momento de renovar o rehabilitar las pasturas se deben realizar observaciones que permitan diagnosticar de forma precisa el estado actual que presentan los mejoramientos. Es por esto que se deben considerar factores como la composición botánica (presencia de especies introducidas, malezas), así como a condiciones del suelo (fertilidad,

compactación) y cualquier otro dato que brinde conocimiento para determinar cada situación (Carámbula, 1996).

El diagnóstico de estado de la pastura previo a la decisión de qué técnica de renovación se va a utilizar es muy importante, ya que hay ocasiones en que es inevitable considerar la pérdida de la pastura. Por otro lado, analizar el costo y el beneficio económico que se obtendrá por aplicar la renovación, es de suma importancia (Ferrari, 2014).

Esta técnica, según Amadeo (2011), puede ser utilizada para diversos fines y varía según el estado de degradación en que se encuentre la pastura, el tipo de parámetros limitantes y los recursos disponibles. La implementación de una intersembradura es conveniente en determinadas situaciones como cuando se quiere prolongar la vida de la pastura anterior, cuando se busca aumentar la producción de forraje de la pastura tanto para mejorar la calidad de la misma, como tener mayor resistencia a enfermedades.

2.6.2 Factores asociados a una buena implantación y persistencia de la renovación

La fase de implantación en las intersembraduras de leguminosas resulta especialmente crítica y limitante de la futura producción de este tipo de mejoramientos. Estudios realizados, muestran que en años normales el 40% de estos mejoramientos tienen problemas de instalación, mientras que en años considerados desastre esta cifra alcanza el 67% (Carámbula, 1991).

Según Carámbula (1991), estos problemas de implantación son producto de que muchas veces no se logran las condiciones ambientales óptimas para que la introducción de las especies en el tapiz sea exitosa. Por otra parte, el mal contacto de la semilla con el suelo, una alta competencia del tapiz sobre las plántulas implantadas, deficiencias en la fertilización fosfatada, la realización del mejoramiento en fechas incorrectas y la utilización de métodos de siembras inadecuados, son algunas de las prácticas de manejo que llevan a él poco éxito que se obtienen al instalar estos mejoramientos. No se debe olvidar que las intersembraduras se presentan como muy promisorias para disminuir costos, preservar la estructura del suelo y reducir los riesgos de erosión; permitiendo fundamentalmente mantener el tapiz original.

Según Ferrari (2014), es muy importante que el rejuvenecimiento se realice con una condición adecuada de humedad porque, sino, no germinarán las especies forrajeras del banco de semillas del suelo.

2.6.2.1 Condiciones del ambiente a la siembra

La fecha de siembra determina las condiciones ambientales con las que se desarrollará la implantación. Una correcta implantación determinará la productividad futura de la pastura y la persistencia del mejoramiento. Según Amadeo (2001), la fecha óptima para implantar una renovación es al inicio del otoño. Se buscan altas temperaturas que favorezcan el rápido desarrollo de las especies, siempre y cuando las lluvias favorecen un correcto contenido de humedad en el suelo. A diferencia de una pastura sembrada sobre un barbecho, en los mejoramientos, existe mayor diversidad de factores como competencia, depredación, ocurrencia de enfermedades, plagas, y sustancias alelopáticas.

Según Robinson (1960), la temperatura tiene un efecto de levantamiento de la dormancia de las semillas, favoreciendo la germinación. Coll (1994), también relacionó la temperatura con el desarrollo de los nódulos de las leguminosas, favoreciendo la actividad simbiótica.

De lo contrario, siembras muy tardías, tienen efectos de disminución de la germinación y enlentecimiento del crecimiento por temperaturas inferiores menos favorables, y mayores chances de sufrir pérdidas de plantas por heladas (Bermúdez et al., 1996).

Carámbula et al. (1994), mencionan la importancia de pequeños espacios dentro de la pastura, denominados “nichos”, donde las plantas puedan desarrollarse favorablemente. Un nicho provee a la planta de la correcta insolación, humedad y temperatura donde se logre la germinación y sobrevivencia de las plantas. Para que los nichos cumplan con su función, y la plántula se desarrolle, deben estar libres de otras plantas, que no utilicen los recursos antes mencionados hasta que se complete la implantación.

Varios autores han estudiado la compactación como impedimento físico para una implantación rápida y efectiva. Para *Trifolium pratense*, se ha encontrado información que indicaría que deprime su producción por efecto de la compactación, mientras que no sería el mismo caso para *Lolium multiflorum* (Formoso, 2007).

2.6.2.2 Control del tapiz e intersiembra de la renovación

Para la preparación del tapiz, existen varios recursos tecnológicos como son el pastoreo del tapiz, el corte mecánico, la quema y el uso de herbicidas. La elección del método está ligada al tipo y cantidad de vegetación, el nivel de pedregosidad, la accesibilidad del potrero, la susceptibilidad a la erosión, el nivel de fertilidad y el análisis económico (Carámbula, 1996).

La preparación del tapiz mediante pastoreo, tiene como objetivo limitar la cobertura vegetal y la competencia al momento de la siembra e inmediatamente luego de ella. También sirve de apoyo a otros métodos, mejorando la eficiencia de acción de los herbicidas, y facilita las labores mecánicas (Carámbula, 1996).

Según Risso (2005), no se requiere un arrase extremo del tapiz, ya que cierta altura del remanente favorece un mayor número de plántulas al disminuir la desecación de la semilla y proteger la plántula de fríos intensos. De todas maneras, el remanente debe permitir la llegada de la semilla al suelo y generar nichos adecuados.

Para obtener una correcta cama de siembra se deben efectuar pastoreos intensivos en los meses previos a la siembra. Estos pastoreos no deben ser muy extensos, ni se deben realizar con demasiada anticipación a la fecha de siembra. De esta manera se busca lograr remover restos secos y debilitar el tapiz vegetal, pero se debe tener cuidado de no favorecer las especies rastreras, que competirán en mayor medida con las especies a implantar (Carámbula, 1996).

La intensidad de los pastoreos, afecta la composición botánica de la pastura. Según Carámbula et al. (1994), las leguminosas son más favorecidas por los pastoreos intensos y debilitamientos de tapiz, que las gramíneas. Sin embargo, las gramíneas se ven más favorecidas por el uso de herbicidas.

Según Fernández et al. (1994), en base al tipo de especie predominante presente en la pastura a mejorar, se deberá hacer el manejo adecuado. Para debilitar especies postradas se deberá dejar descansar la pastura favoreciendo la competencia y así estimulando el crecimiento vertical, en búsqueda de luz. De esta manera previa a la siembra se arrasa con el forraje, sin perder los efectos beneficiosos de la cobertura por parte de los restos secos.

Uno de los métodos para la preparación del tapiz es la utilización de implementos mecánicos. El objetivo del uso de estos elementos es eliminar parcialmente la parte aérea de las plantas, disminuyendo la competencia y generando nuevos nichos (Carámbula, 1996). Para esta labor se puede utilizar una cortadora rotativa o chirquera. Sobre este tapiz luego se procede a la siembra.

En caso de la existencia de tapices muy densos, se puede realizar un mínimo laboreo que consiste en la utilización de rastras de disco o excéntricas, cuyo trabajo consiste en destruir una parte del tapiz, en función de la densidad del tapiz y de la maquinaria con que se cuente (Carámbula, 1996).

Otra vía para preparar el tapiz para la siembra es la quema. Este método es el más agresivo, por lo que solo se recomienda para casos extremos en donde la pastura está muy endurecida, o cuando otros métodos no tengan efecto. La principal ventaja es su muy bajo costo (Fernández et al., 1994).

Según Carámbula (1996), el uso de este método puede traer problemas de manejo, en especial la promoción de malezas de campo sucio poco deseables y muy agresivas como *Eryngium horridum* (Cardilla) y *Baccharis coridifolia* (mío mio). A pesar de esto, cuando se llega a la siembra con exceso de forraje, se ha demostrado que esta puede ser la mejor opción.

Por último, el uso de herbicidas es una herramienta que se ha popularizado en los últimos años, con el aumento de la siembra directa. La eliminación de la competencia mediante este método es mayor que si se usara pastoreo solamente. Esto es efecto de que mientras las plantas pastoreadas rebrotan a partir de un remanente, las plantas afectadas por herbicida deben reconstruir totalmente su área foliar (Berretta y Formoso, citados por Cianelli et al., 1998).

Existen varios tipos de herbicida, los herbicidas selectivos de contacto o sistémicos, permiten la eliminación selectiva de la vegetación, alterando la composición botánica (Caseley y Parker, 1996). De esta manera se generan nichos donde las plantas seleccionadas por el herbicida habitaban.

Este método, tiene como desventajas la baja producción de forraje a corto plazo, la promoción de pastos improductivos, el aumento de la inmovilización de nitrógeno por el aumento de la demanda por parte de las raíces en descomposición, y por último predisponer el ambiente (plagas, enfermedades, etc.) a atacar las plántulas dado que serán las únicas plantas verdes en la pastura. Para lograr una buena aplicación, se deberá eliminar restos secos e inflorescencias, por lo que se recomienda un pastoreo intensivo previo a la aplicación. Luego de esto se debe esperar a que la pastura rebrote ya que será sobre estos brotes en activo crecimiento que se producirá el efecto del herbicida (Carámbula, 1996).

Préchac y Terra, citados por García (1999), encontraron que es posible renovar con aplicaciones de glifosato, con una posterior refertilización y resiembra sobre una pradera engramillada. La duración del efecto en el ensayo fue menor que una siembra con laboreo convencional. Pero considerando que la situación inicial era la de una pradera totalmente pérdida y con exceso gramilla, sería de esperar mejores resultados en praderas bien manejadas, cuando comienza a aparecer gramilla, alrededor del tercer año y quizás tratando solamente los manchones con gramilla.

Estudios realizados por Bottaro y Cuadro (2000), comprobaron, que es posible la renovación parcial de praderas infectadas de gramilla por medio del uso de herbicidas y resiembra de nuevas especies, aplicando una única dosis de 5 l./ha. de glifosato en otoño. La existencia de buenos bancos de semilla en el suelo permite renovar las pasturas luego de la aplicación de herbicidas, sin la necesidad de nuevos agregados de semilla.

2.6.3 Renovación por medio de la intersemebra de nuevas especies

La variabilidad climática, el manejo del pastoreo o simplemente el paso del tiempo sin ningún tipo de manejo limitan la vida productiva de las pasturas. A pesar de que el costo del kilogramo de materia seca pastoril es el más barato para la alimentación de los bovinos, el desembolso al momento de implantar una pastura es importante. Ante esta circunstancia, muchos productores plantean como estrategia prolongar su vida útil mediante la intersemebra de especies forrajeras o, directamente, mediante el rejuvenecimiento de la pastura (Ferrari, 2014).

Es importante aclarar que el método de intersemebra consiste en la incorporación de especies forrajeras, mediante un mínimo de laboreo, respetando las ya existentes en el tapiz con el objetivo de aumentar la producción de biomasa y/o alargar la vida productiva de una pastura degradada (Ferrari, 2014).

Según Noya (1990), define la intersemebra como una metodología de implantación de especies forrajeras sobre un tapiz natural o praderas deprimidas, con fines de producción de pasturas con menor estacionalidad, más productivas y equilibradas.

Es sabido que al cabo de los años de implantada una pastura mixta, la población de leguminosas disminuye considerablemente mientras que conserva una gran proporción de gramíneas. En esta situación es acertada la incorporación de leguminosas que mejoran la calidad forrajera final y contribuyen al crecimiento de las gramíneas forrajeras existentes mediante la fijación biológica del nitrógeno atmosférico. Las especies más adaptadas a esta técnica son el trébol rojo, lotus, raigrás anual, cebadilla criolla y achicoria. Esto se debe a que las mismas se establecen y se desarrollan de muy buena manera en conjunto y así obtener una buena mezcla y una proporción adecuada de las especies incorporadas (Ferrari, 2014).

Una forma económica, eficiente y permanente de introducir nitrógeno al sistema es mediante la incorporación de leguminosas en la mezcla, ya que la

deficiencia de este nutriente es uno de los motivos de la degradación de las pasturas. Además, la fijación de este nutriente favorece al sistema suelo, planta, animal (Lascano y Spain, 1999).

Según Formoso (2010), y considerando la poca información acerca de los métodos de rejuvenecimiento de praderas que evolucionan a festucales, concluye que la siembra de especies, ya sea con o sin movimiento de suelo, no lograron modificar los rendimientos de forraje en relación al testigo por lo que no se aconseja la aplicación de esta tecnología en estas situaciones.

Considerando el método de renovación de praderas por medio de la intersembrado de nuevas especies, se puede observar que cuando la gramínea perenne es reemplazada por el raigrás anual, la mezcla se vuelve más precoz pudiendo realizar pastoreos en el otoño del primer año, y luego manteniendo un comportamiento bastante similar, aunque con rendimientos totales menores y presentando mayores riesgos de enmalezamiento en el verano. Por otro lado, cuando el trébol rojo pasa a ser un porcentaje importante en la mezcla, reemplazando al lotus, la pastura si bien presenta una distribución estacional bastante similar, su persistencia es menor que aquella que tenía lotus como consecuencia de la vida corta del trébol rojo (Carámbula, 1991).

Como limitantes de la incorporación de leguminosas en este tipo de mejoramientos pueden destacarse el bajo aporte de materia seca, una lenta implantación y la baja persistencia en pastoreo (Pérego 1982, Derrick 1990, Baars y Jenkins 1996). A pesar de esto las leguminosas constituyen la mejor opción para lograr sistemas productivos sostenibles (Toledo y Formoso, 1993).

2.7 IMPORTANCIA DE LA FERTILIZACIÓN

Según Carámbula (2002b), se tiene certeza de la importancia del agregado por medio de fertilizantes, de los elementos minerales necesarios para lograr rendimientos satisfactorios de forraje en las pasturas. Existe una gran variedad de información respecto a la fertilización de las pasturas en el país, siendo los nutrientes más estudiados nitrógeno (N) y fósforo (P). El agregado de estos nutrientes conjuntamente, tiene mayor impacto que la aplicación de ambos elementos por separado (Stoddart et al., 1975).

2.7.1. Importancia de la fertilización nitrogenada

El nitrógeno (N) es un macro nutriente esencial, cuya función principal en los seres vivos es formar parte de las moléculas de aminoácidos y proteínas. Este nutriente ingresa al sistema suelo-planta, mediante dos entradas. La primera es la fijación biológica de nitrógeno (FBN) mediante la simbiosis

Rizobium-leguminosas y la segunda mediante los fertilizantes nitrogenados (Morón, 1994).

Bajo deficiencias de este nutriente, las plantas se vuelven visiblemente raquílicas y amarillas. Dichos síntomas aparecen primero en hojas más viejas, lo que deja en evidencia la dinámica del nitrógeno en la planta como un nutriente móvil (Tisdale y Nelson, 1970).

Esta más que comprobado que la aplicación de nitrógeno tiende a mejorar la producción y calidad especialmente de las gramíneas (Ayala et al., citados por Berretta et al., 1998). Está comprobado que el aporte del nitrógeno a leguminosas baja el porcentaje del mismo que proviene de los nódulos, pero maximiza la producción de los mismos, ya que plantas más vigorosas, producen más fotosintatos destinados a los nódulos (Alesandri, 2009). El efecto del nitrógeno sobre las gramíneas repercute, en función de la capacidad de respuesta que tengan las mismas, en un rápido crecimiento e induciendo a un sombreado y reduciendo el rendimiento de las leguminosas (Morón, 1994).

Berretta et al. (1998), concluyeron que las pasturas fertilizadas tuvieron tanto una mayor tasa de crecimiento estacional, como un mayor crecimiento anual. En cuanto a la composición florística de las parcelas fertilizadas se constató un aumento de las especies invernales principalmente gramíneas, pastos tiernos y finos y una disminución de pastos ordinarios, esto está asociado a que el momento en que se realizó el experimento de fertilización fue la entrada el invierno.

Se puede observar un gran efecto de la fertilización nitrogenada sobre la productividad de las pasturas por sus efectos directos sobre la fisiología y morfología de las plantas forrajeras, estando la respuesta en términos de crecimiento fuertemente afectada por las condiciones de medio ambiente (Wilman y Wright 1983, Whitehead 1995).

Según diversos autores (Ramaje et al. 1958, Cowling 1961, Albuquerque 1962, Castle y Reid 1963, Vera 1964, Cowling y Lockyer 1965, Cowling 1966, Brockman 1966) han determinado que hay una respuesta casi lineal en dosis de hasta 350 kg/ha del nutriente. Sumado a esto aclaran que, si bien por cada incremento en la dosis de N se produce un aumento en la producción de materia seca, el mismo es porcentualmente menor a medida que la dosis se eleva, hasta que por encima de 500 kg/ha de nitrógeno, los aumentos alcanzan un nivel máximo y se estabilizan. Existe una curva de respuesta en producción de materia seca de la pastura a la fertilización nitrogenada que concuerda con una respuesta lineal en dosis bajas que alcanza un máximo, para luego decrecer en dosis altas (Morrison et al., citados por Carámbula, 2002a).

2.7.2 Importancia de la fertilización fosfatada

El fósforo es un macro nutriente esencial primario que compone sustancias orgánicas necesarias para la obtención de energía en las células vegetales, y así lograr la realización de los procesos vitales y reacciones metabólicas, entre otras funciones. La deficiencia de fósforo, impacta negativamente el crecimiento y el desarrollo de las pasturas (Carámbula, 2002b).

Según Carámbula (2002b), en Uruguay, las deficiencias de fósforo en los suelos son frecuentes, siendo el primer factor nutricional limitante, dados sus niveles naturalmente deficientes (Hernández, 1999). Este ambiente restrictivo impide que las especies forrajeras, principalmente las leguminosas crezcan y se desarrollen correctamente, como se mencionó anteriormente.

Esto también se explica por el hecho de que la deficiencia del fósforo, impide que las plantas puedan hacer uso de otros nutrientes necesarios para el crecimiento. Las leguminosas no expresan síntomas visibles de deficiencia para este nutriente, por lo que se expresa en una caída en la producción de forraje que cuando se aprecia ya es demasiado tarde (Carámbula, 2002b).

El bajo nivel de fósforo en el suelo, no sólo modifica la composición botánica, sino que también determina una baja concentración de este elemento en las plantas, lo que está ligado a una menor calidad nutritiva, impactando drásticamente en la producción animal (Carámbula, 2002b).

Según Bemhaja (1998), la fertilización con fósforo promueve cambios cualitativos y cuantitativos en la producción de forraje. Las leguminosas presentan una mejor respuesta a las fuentes solubles de fósforo (ya que el nitrógeno no es limitante), en las condiciones de mejoramiento extensivo con fertilizaciones en cobertura.

Si bien se sabe que la fertilización de las pasturas no logra una mayor persistencia, se ha demostrado que la velocidad de degradación de la misma es más rápida en suelos con bajos contenidos de fósforo, no siendo esta una alternativa para eliminar la degradación ya que ocurrirá de todos modos en suelos de alta fertilidad, pero a más largo plazo (Castro et al., García, citados por Carámbula, 2010a).

Estudios determinaron que con 60 unidades de P₂O₅ o más, se puede lograr un buen establecimiento del componente leguminoso. Re fertilizaciones anuales de 40 unidades de P₂O₅ permiten mantener la presencia y producción de las mismas (Bemhaja, 1998).

La condición de la pastura es un factor que influye en la respuesta a la fertilización fosfatada. Esto es importante cuando se resuelve renovar una pastura en vías de degradación. Dicha resolución surge como consecuencia de la falta de persistencia de las pasturas, en donde las refertilizaciones es uno de los factores que más está involucrado en la longevidad de las plantas (Carámbula, 2010a).

Estudios realizados por García et al. (1992), indican que refertilizaciones con fósforo aumentan la producción de las mezclas gramíneas con leguminosas debiéndose principalmente por el aumento de nuevas plantas de leguminosas, la subdivisión de gramíneas enmacigadas y aumento del vigor de las especies que conforman la mezcla.

Carámbula et al. (1994), explican que si bien el *Lotus corniculatus* y el *Trifolium repens* tiene aumentos en el rendimiento cuando se incrementan los niveles de fósforo, el raigrás no presenta buena respuesta con refertilizaciones mayores a 30 kg/ha de P₂O₅. Altas cantidades aportadas a la siembra de la pastura determinan mayores densidades de siembra tanto en gramíneas como en leguminosas, desarrollando un establecimiento de plantas más uniforme y precoz, con rendimientos de forraje más altos. Esto es imprescindible para las plántulas de las especies introducidas en una renovación ya que se impiden fallas ocasionadas por las condiciones ambientales o edáficas (Risso, 2005).

2.8 HIPÓTESIS DEL EXPERIMENTO

2.8.1 Hipótesis biológica

¿Existen diferencias en la producción de forraje entre los diferentes grados de intensificación en la producción de forraje de una pradera vieja?

¿Existen diferencias en la composición botánica entre los diferentes grados de intensificación en la producción de forraje de una pradera vieja?

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES

3.1.1 Lugar y período experimental

El experimento se llevó a cabo en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay) en el potrero No. 34 (Latitud 32° 22'30,98" S y Longitud 58° 03'46,00" O). El periodo experimental comprendió entre el 29 de mayo y el 20 de diciembre de 2018.

3.1.2 Información meteorológica

Uruguay se ubica en una región de clima templado-subtropical, con un régimen de precipitaciones isohígro, siendo el promedio de precipitación mensual para la zona de 101 mm. (1200 mm. anuales, MDN. DNM, 1996).

Según Berretta (2001), la temperatura media en el Uruguay varía entre 16 °C para el sureste y 19 °C para el norte. Para el mes más cálido (enero), las temperaturas varían entre 22 °C y 27 °C., mientras que para el mes más frío del año (julio), las temperaturas varían desde 11 °C a 14 °C respectivamente para cada región.

3.1.3 Descripción del sitio experimental

Según la carta de reconocimiento de suelos del Uruguay (Altamirano et al., 1976, escala 1:1.000.000), el experimento se situó sobre la Formación geológica Fray Bentos. Los suelos dominantes son Brunosoles Éutricos Típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosos (limosa), asociados a Brunosoles Éutricos Lúvicos de textura limosa y Solonetz solodizados melánicos de textura franca.

3.1.4 Antecedentes del área experimental

El experimento fue evaluado sobre una pradera de 4to año cuyos componentes eran *Festuca arundinacea* cv. INTA Brava, *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel y *Trifolium repens* cv. Zapicán.

La pradera fue sembrada el 20 abril de 2014. Se realizó una aplicación de 470 cc./ha de flumetsulam a postemergencia, para el control de *Echium plantagineum*. Se fertilizó con 100 kg/ha de superconcentrado nitrogenado (7:40/40:0+5S.+8Ca.) a la siembra y se repitió la dosis todos los años hasta el

tercer año inclusive. Se realizó una refertilización con 100 kg/ha urea granulada (46:0/0:0) el 6 de agosto. El segundo, tercer y cuarto año se realizó una aplicación de urea, a mayores dosis. La misma fue de 140 kg/ha en 2 dosis de 70 kg/ha en mayo y la otra en agosto.

La pradera se ha pastoreado con ganado vacuno, de categorías jóvenes, novillos y vaquillonas. El manejo de pastoreo se ha realizado desde entonces bajo el mismo criterio. Dicho criterio es, ingresar los animales a pastorear el potrero con un máximo de 20 cm en primavera y un mínimo de 15 cm en invierno y, la salida de los animales con un máximo de 7 cm en primavera y un mínimo de 5 cm en invierno.

3.1.5 Tratamientos

Se realizaron 4 tratamientos.

Tratamiento 1 (T1): se realizó una intersembrado de *Lolium multiflorum* cv. Winter Star 3 el 29 de mayo, con una densidad de 13,5 kg/ha en conjunto con 6 kg/ha de *Trifolium pratense* cv. E. 116. A este tratamiento se lo fertilizo a la siembra con 100 kg/ha de DAP- fosfato di-amónico (18:46/46:0). A este tratamiento también se le agrego una dosis de 100 kg/ha de urea granulada (46:0/0:0) un mes después de la siembra.

Tratamiento 2 (T2): se realizó una intersembrado de *Lolium multiflorum* cv. Winter Star 3 el 29 de mayo, con una densidad de 13,5 kg/ha en conjunto con 6 kg/ha de *Trifolium pratense* cv. E. 116. A este tratamiento se lo fertilizo a la siembra con 100 kg/ ha de DAP- fosfato di-amónico (18:46/46:0) únicamente.

Tratamiento 3 (T3): se realizó una intersembrado de *Lolium multiflorum* cv. Winter Star 3 el 29 de mayo, con una densidad de 13,5 kg/ha en conjunto con 6 kg/ha de *Trifolium pratense* cv. E. 116. A este tratamiento no se le realizó ninguna fertilización.

Tratamiento Control (C): sin intersembrado ni fertilización.

3.1.6 Diseño experimental

Se eligió un diseño en bloques completos al azar (DBCA). Se dividió el área de 5,12 hectáreas en tres bloques, dejando el área del bajo como desperdicio. Los bloques fueron fraccionados teniendo en cuenta, su topografía y pendiente y orientación de la ladera. De esta manera con el DBCA, se asumió que las repeticiones de los tratamientos en los distintos bloques darán resultados diferentes entre sí.

Cada bloque se subdividió en 4 parcelas iguales. De esta manera se situaron 3 Bloques con cuatro tratamientos, cada uno de los tratamientos designado al azar dentro del bloque.

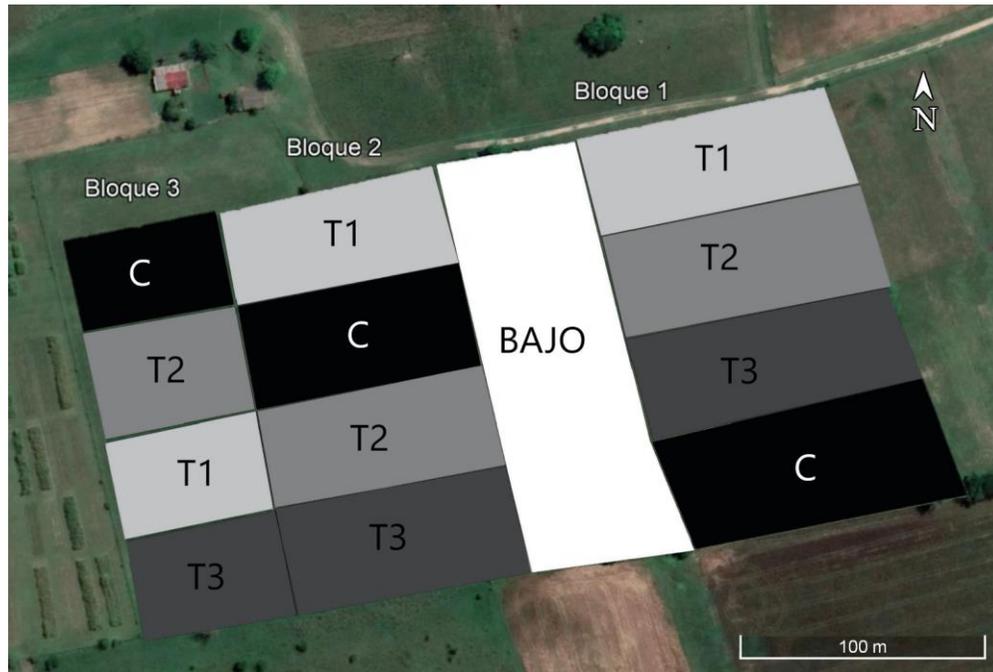


Figura No. 1. Esquema potrero No. 34. Bloques con sus respectivas parcelas y tratamientos

La fecha de siembra de la intersembra fue el 29 de mayo de 2018 debido a que había que realizar un pastoreo intenso a la pradera para poder instalar la intersembra de la mejor manera. Las altas precipitaciones produjeron que este pastoreo se atrasara, determinando una siembra no deseada de la intersembra, siendo óptima en el mes de abril y mediados de mayo. Se sembró el raigrás en la línea, con una sembradora de chorrillo y el trébol rojo al voleo, con el mismo mecanismo de dosificación.

El manejo del ganado se realizó bajo un pastoreo rotativo, determinando los intervalos de entrada y salida según la altura del forraje. El ganado utilizado fue de la raza Holando, y se utilizaron en el experimento 16 vaquillonas de 447 kg de peso vivo promedio, 4 animales por cada parcela. El ciclo de pastoreo fue de 45 días y el período de ocupación dentro de la parcela de 15 días aproximadamente, realizándose dos pastoreos en el periodo experimental de todos los bloques.

La fecha del primer pastoreo fue realizada el 9 de octubre. Se definió en base a lo publicado por Carámbula (2003), quien definió el momento óptimo

cuando las plantas puedan ser deshojadas a mano sin que el tirón arranque las plantas del suelo.

3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Se realizaron distintas mediciones en función de evaluar la producción de forraje de los tratamientos y la composición de especies botánicas.

3.2.1 Mediciones de las principales variables

A continuación, se explicarán las principales variables y mediciones que se tuvieron en cuenta para este experimento. Cabe destacar, que en el presente trabajo no se realizaron ni analizaron variables relacionadas a la producción animal ya que las mismas serán analizadas por Borges y Mena.

3.2.1.1 Forraje disponible y remanente

Para la estimación de la producción se utilizaron los criterios de forraje disponible, y forraje remanente. Se define el forraje disponible como la cantidad de forraje (expresado en kg MS/ha) previo al ingreso de los animales a la parcela. El forraje remanente es la cantidad de forraje que se encuentra luego de retirar los animales de la parcela.

El método utilizado en para la realización práctica de dicho experimento es el de Haydock y Shaw (1975) utilizando como referencia la altura en vez de la escala y relacionando biomasa con altura. El mismo consiste en la utilización de una escala de apreciación visual del 1 a los 12 puntos (en el original se realiza una escala del 1 al 5) para la medición tanto del forraje disponible como del remanente (1 menor altura; 12 mayor altura). Esta escala intenta contemplar las variaciones en cantidad de forraje dentro de la parcela.

Cada muestra se obtuvo mediante la realización de cortes al ras del suelo (dejando 1 cm. de altura), utilizando una tijera de aro y cortando dentro de cuadros de 0,5 m de largo y 0,2 m de ancho. Se tomaron 12 muestras por parcela y por medición. Las muestras fueron pesadas en fresco y luego de 48 horas en una estufa de circulación forzada de aire a 60 °C se determinó el peso seco (MS) de las mismas. Este mecanismo se lleva a cabo sin realizar ninguna separación de los componentes.

Con esos datos se generan regresiones, donde y =biomasa y x = altura. Mediante la realización de dicha regresión se puede obtener los datos de R^2 , p -valor y la correspondiente línea de tendencia.

En la ecuación sustituyó el x , con el valor promedio de altura de la parcela, resultando por lo tanto la cantidad de biomasa por hectárea de cada una de las parcelas.

3.2.1.2 Altura del forraje disponible y remanente

En este caso se realizó una medición con regla en el centro del rectángulo antes mencionado. El criterio tomado fue contabilizar el punto de contacto de la regla con la lámina de la hoja verde más alta (Barthram Sward Stick, 1986). En la apreciación visual de los estratos también se realizaron 3 mediciones de altura por muestra de las cual se determinó mediante un promedio la altura para cada estrato.

3.2.1.3 Composición botánica

Mediante la apreciación visual de la biomasa de cada muestra dentro del rectángulo, se evaluó la proporción de cada una de las fracciones (gramíneas, leguminosas, espontaneas, malezas y restos secos) que componen el forraje disponible y el remanente (Brown, 1954) que sumados dan un total de 100. También se contabilizó el área de suelo desnudo, pero no formo parte del 100% que conformaba el rectángulo.

La manera de realizar los muestreos fue trazando dos diagonales en cada parcela, tomando 20 muestras aleatorias en cada diagonal. En cada muestra se midió la altura en el centro del rectángulo de hierro.

Este método permite posteriormente poder calcular la cantidad de cada punto relevado en lo referente a la cantidad de biomasa disponible en kg MS/ha, al multiplicar el porcentaje por la cantidad total de biomasa disponible.

3.2.1.4 Forraje producido y Tasa de Crecimiento (TC)

Se calculó mediante la diferencia entre la materia seca presente y el remanente del pastoreo anterior, ajustándose por los días de crecimiento durante el pastoreo (Campbell, 1966a).

3.2.1.5 Forraje desaparecido

Se calculó mediante la diferencia entre la materia seca disponible ajustada con los días de crecimiento durante el pastoreo y el remanente luego del pastoreo (Campbell, 1966a).

3.2.1.6 Cobertura de suelo de especies sembradas

Mediante una apreciación visual de la cobertura del suelo se estimó la proporción de los componentes de la intersembrada realizada dentro del rectángulo de hierro utilizado en las mediciones de las variables anteriores. Al mismo tiempo que se medía la altura del forraje recorriendo la parcela en las dos diagonales, también se medía la proporción tanto de raigrás como de trébol rojo que había dentro del rectángulo.

3.2.1.7 Análisis de suelo

Se realizó un análisis de suelo para los primeros 15 cm. Se midió el contenido de nitrógeno y fósforo.

3.3 HIPÓTESIS PROPUESTAS

3.3.1 Hipótesis estadística

Ho: $T_1=T_2=T_3=T_4$

Ha: existe algún efecto relativo de un tratamiento distinto de cero.

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico INFOSTAT, en el cual se ingresaron los datos para realizar el análisis de la varianza, y en caso de encontrar diferencias entre tratamientos las mismas se estudiaron mediante el análisis comparativo de tukey con una probabilidad de 10%.

3.4.1 Modelo estadístico

El modelo estadístico utilizado es el siguiente.

$$Y_{ijk} = \mu + t_i + y_k + \beta_j + (ty)_{ik} + \xi_{ij}$$

Siendo,

- **i:** 1; 2; 3; 4 tratamientos
- **j:** 1; 2; 3 repeticiones
- **k:** 1; 2 pastoreos

- Y = corresponde a la variable de interés.
- μ = es la media general.
- t_i = es el efecto de la i -ésima mezcla.
- y_k = es el efecto de k -ésimo pastoreo.
- B_j = es el efecto del j -ésimo bloque (B1, B2, B3)
- $(ty)_{ik}$ = efecto de la interacción entre el k -ésimo pastoreo y la i -ésima mezcla
- ξ_{ij} = es el error experimental.

No se corrigió (covariable) por efectos previos de la pastura presente dado que la misma no presentaba diferencias estadísticas entre los distintos tratamientos en producción y composición botánica según estudios realizados por Quintero y Silva¹, previo a la realización de la renovación.

¹ Quintero, L.; Silva, F. s.f. Efecto de diferentes grados de intensificación en la respuesta de renovación de una pastura vieja. (en prensa)

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 INFORMACIÓN METEOROLÓGICA

A continuación, se presenta la información meteorológica de la EEMAC, comprendida dentro del periodo del experimento desde abril de 2018 a diciembre de 2018, comparada con la serie histórica 1961 al 1990 de Paysandú (INUMET).

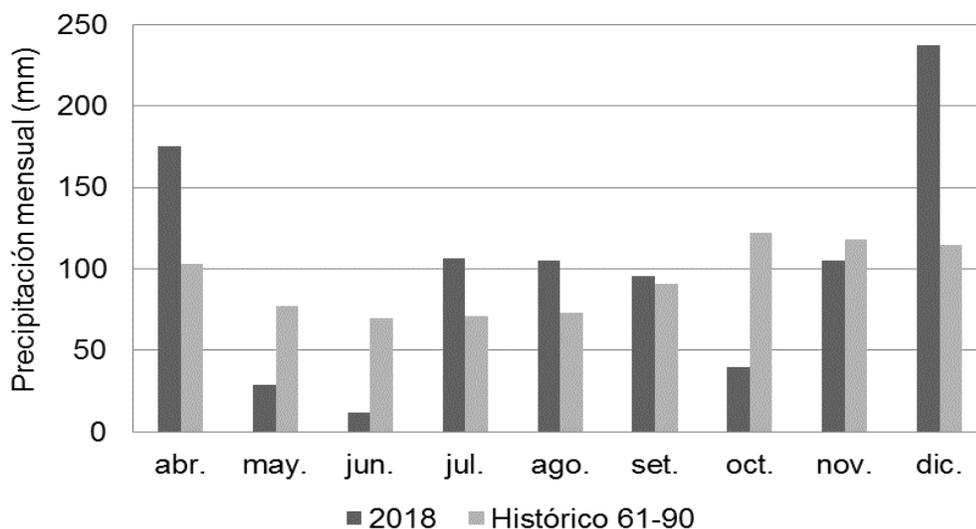


Figura No. 2. Registro de las precipitaciones acumuladas mensuales, comparadas con el registro histórico

Como se puede apreciar en la Figura No. 2, en los primeros meses del experimento se observa como las precipitaciones son ampliamente inferiores a las esperables, esto pudo haber tenido un efecto negativo en la implantación de la pastura. Como se dijo en puntos anteriores, está comprobado que una baja disponibilidad hídrica afecta drásticamente las posibilidades de sobrevivencia de las especies que componen la pastura, principalmente en los estadios de escaso desarrollo radicular. Esto produjo diversos inconvenientes en las etapas de medición debido a que la implantación del mismo fue lenta, produciendo un retraso en los momentos de pastoreo de la intersembría y así su posterior medición de disponibilidad. Como consecuencia, no se pudieron realizar la cantidad de pastoreos potenciales que una pastura de esa calidad puede brindar, pudiendo realizar únicamente dos pastoreos de las parcelas en la primavera y parte del verano.

En los meses de julio, agosto y septiembre esto se revierte lo que tiene un efecto negativo, dado que estos meses (principalmente julio y agosto) son caracterizados por muy baja evapotranspiración, lo que está asociado a excesos hídricos, que sumado a las bajas temperaturas produce un ambiente indeseable para el nitrógeno en el suelo ya que se compromete su disponibilidad para la planta.

El anegamiento no produce efectos sobre el potencial hídrico de la planta porque los efectos desarrollados son secundarios, inducidos principalmente por el exceso de agua. Las primeras consecuencias que se producen son la pérdida de nutrientes minerales y metabolitos intermedios dado por el lavado de las raíces. Siguiendo a dicho déficit, aparece la falta de oxígeno, el exceso de CO₂ y la sobreproducción de etileno el cual se acumula en planta y produce síntomas morfológicos y fisiológicos característicos de un estrés hídrico (Pardos, 2004).

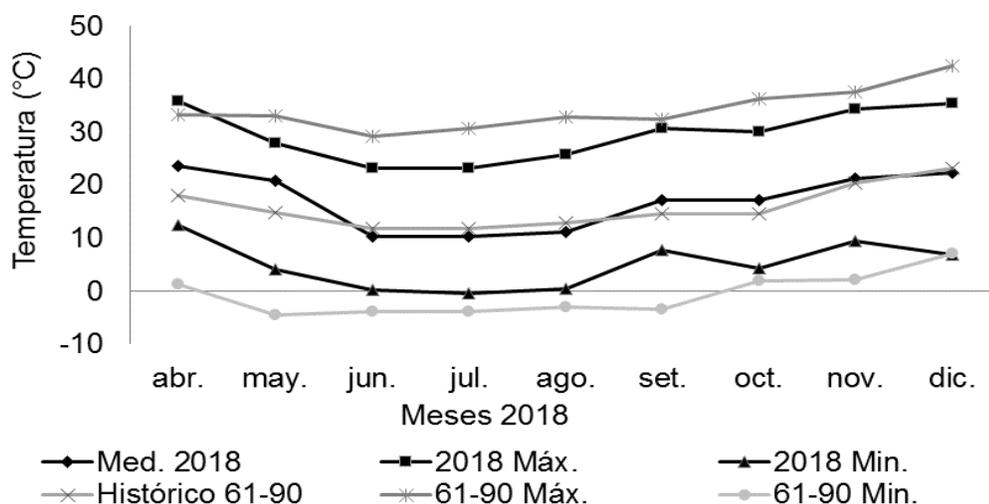


Figura No. 3. Registro mensual de las temperaturas comparadas con el registro histórico 61-90

Las temperaturas se mantuvieron estables, y muy similares al promedio histórico, salvo por los meses de abril y mayo. Abril fue el caso más atípico registrando temperaturas máximas récord, y medias por encima de las medias.

Se puede afirmar que las temperaturas iniciales por encima de la media fueron favorables para la implantación y desarrollo de las plántulas, aunque como se mencionó anteriormente la temperatura no es el único factor que afecta la misma. Además, las temperaturas medias de 18 a 20 °C se consideran óptimas para el crecimiento, tanto de *Lolium multiflorum* (18 a 20 °C), como de

Trifolium pratense (15 a 20 °C) (Fernández 1998, Carámbula 2008, respectivamente).

Las fechas de siembra de mayo como en este caso, que fue excesivamente tarde (29/5), son conocidas por su gran probabilidad de tener pérdidas de plantas por bajas temperaturas, y las plántulas sobrevivientes estar perjudicadas, determinando un bajo crecimiento por las bajas temperaturas.

Este fue el caso del experimento, por lo que se retrasó la entrada de los animales a pastorear. Dichas condiciones determinan un lento establecimiento de las plántulas, generando que no se desarrollen de manera óptima la cantidad adecuada de plantas.

En general el comportamiento productivo de las mezclas en una renovación, sería afectado en parte por el registro de precipitaciones y en el caso particular de las temperaturas, estas si bien se encuentran dentro de lo normal pudieron tener un efecto represor, a la hora de la instalación de las plántulas luego de la siembra.

4.2 ANÁLISIS DE SUELO

Cuadro No. 1. Análisis de suelo previo a la fertilización

Nivel de nutriente en suelo	
N	P
5 ppm	9,5 ppm

No se realizó análisis de suelo posterior a la fertilización.

4.3 COMPOSICIÓN BOTÁNICA

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de la composición botánica del forraje disponible de los distintos tratamientos, expresados en aporte a la biomasa total del potrero (a excepción del suelo desnudo que es % de cobertura del potrero), para el periodo invierno-primavera.

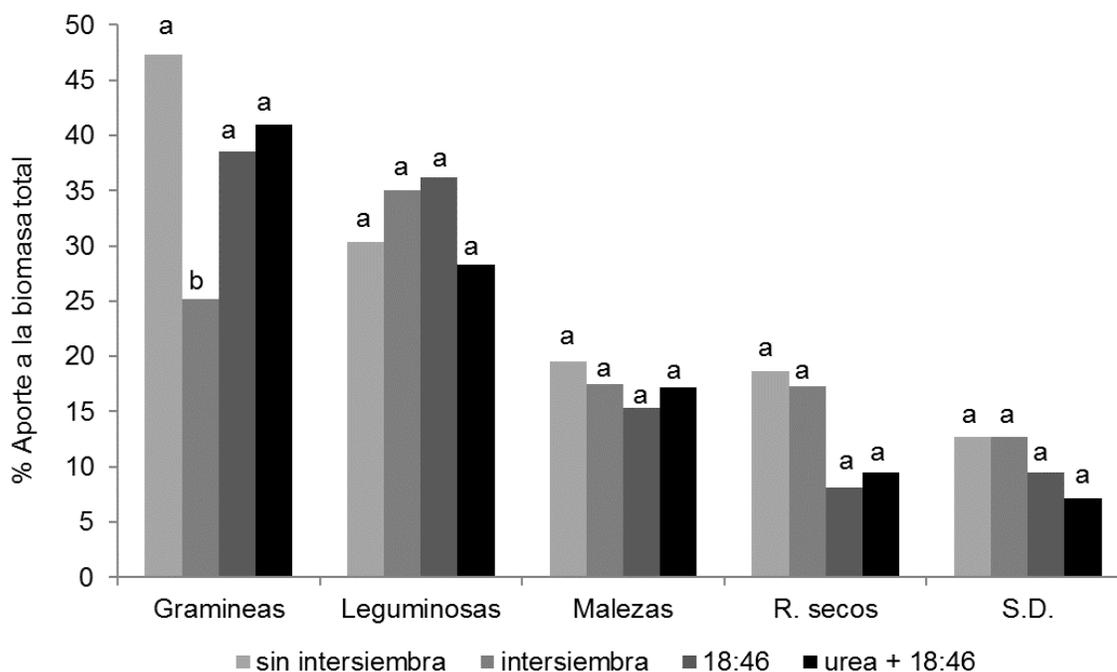


Figura No. 4. Composición botánica del disponible promedio por tratamiento

El único tratamiento que presentó diferencias significativas en cuanto a la composición botánica fue el tratamiento control, que presentó un mayor porcentaje de gramíneas. Los resultados no coinciden con los mencionados por Ayala et al., citados por Berretta et al. (1998) quienes encontraron que en ocasiones la aplicación de nitrógeno tendía a mejorar la producción y calidad especialmente de las gramíneas.

En lo que respecta a los resultados obtenidos en el porcentaje de gramíneas, se pueden observar diferencias significativas entre los tratamientos fertilizados y el testigo en relación al que únicamente se realizó la interseembra.

Esto puede ser explicado debido a la alta predominancia de gramíneas nativas que surgen como consecuencia de la pradera anterior. Al presentar una alta participación de las mismas, los tratamientos con fertilización nitrogenada, aumentaron la proporción de éstas debido a su alta respuesta a la fertilización con nitrógeno, lo cual coincide con lo mencionado en (Wilman y Wright 1983, Whitehead 1995) mientras que no sería el caso de una pastura dominada por leguminosas, en la cual no habría la misma respuesta ya que estas cuentan con la fijación biológica del nitrógeno (Ferrari, 2014).

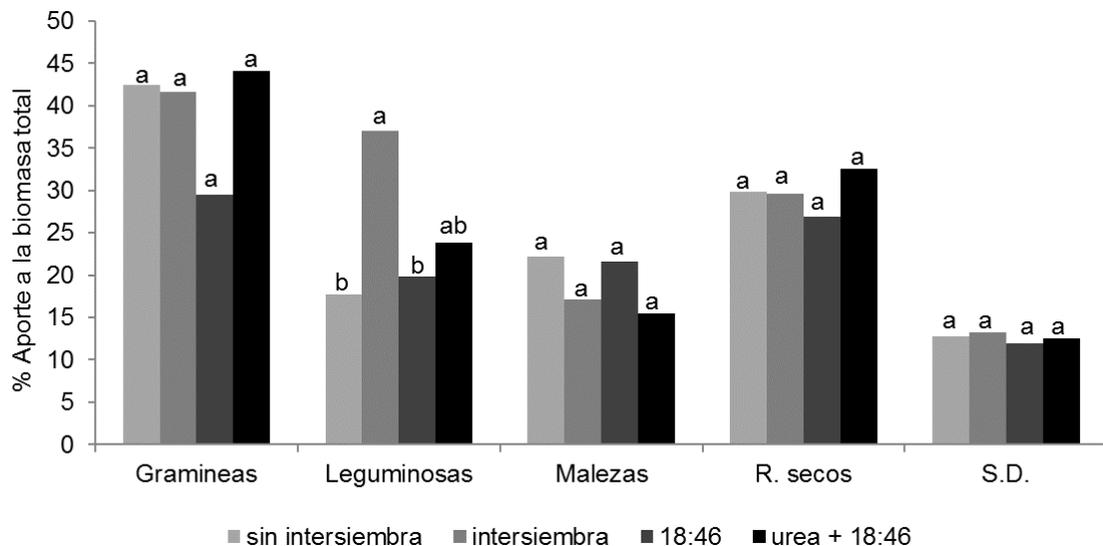


Figura No. 5. Composición botánica del remanente promedio por tratamiento

Como se puede observar en la figura No. 5, no existió un efecto tanto de la inclusión de especies como los métodos de fertilización, en la composición de especies del tapiz remanente luego del pastoreo.

Mediante el pastoreo, la pastura sufrió cambios en la composición botánica y en el porcentaje de los componentes que conforman el tapiz. Como conclusión principal, se puede definir que disminuyó drásticamente el porcentaje de leguminosas debido al pastoreo. Esto se debe a la selectividad, en donde el animal prefiere el consumo de forrajes con mayor palatabilidad y calidad como lo son las leguminosas. Esto concuerda con lo mencionado por Blaser et al., citados por Álvarez y Apolinario (2012), en donde se aclara que a altas asignaciones de forraje le permite al animal seleccionar el forraje con mayor digestibilidad, mayor contenido de proteína y menor porcentaje de fibra.

En el caso del tratamiento con interseembra no se produjo la esperada disminución en la proporción de las leguminosas, lo cual puede ser explicado porque no se realizó ninguna fertilización en el tratamiento, dicho forraje se encuentra más contra el piso y el animal no alcanza a consumirlo. Esto determina una disminución más pronunciada en las gramíneas y del tapiz ocupado por las leguminosas.

Como limitantes de la incorporación de leguminosas en este tipo de mejoramientos pueden destacarse el bajo aporte de materia seca, un lento

establecimiento por parte de las especies sembradas y la baja persistencia en pastoreo.

4.4 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

4.4.1 Masa y altura del disponible

A continuación, se presentan los resultados obtenidos de disponibilidad de forraje, expresados en kg/ha de MS y altura (cm).

Cuadro No. 2. Resultados de disponibilidad de forraje de cada tratamiento

Tratamiento	Disponible kg/ha	Altura (cm)
Urea + 18:46	3947 a	27,5 a
Intersiembr 18:46	3226 ab	26,9 a
18:46	2834 ab	25,5 a
Testigo	2253 b	19,8 a

El tratamiento de fertilización con 18:46 y urea fue el único que se diferenció significativamente con el control en cuanto a la disponibilidad de forraje. Rebuffo, citado por Carámbula (2003), encontró que, si se quiere incrementar la oferta de forraje en invierno, es estratégicamente recomendable aplicar una fertilización nitrogenada a praderas mixtas de gramíneas con leguminosas.

La respuesta a la fertilización con urea fue de 22 kg de materia seca/kg de nitrógeno, y se estimó a partir de los resultados entre 18kg a 64 kg nitrógeno por hectárea. Se consideró la respuesta de la urea, como el aumento en producción por cada unidad de nitrógeno agregada por la urea en el tratamiento 4 en comparación con el tratamiento 3 sin urea, no considerándose los 18 kg de nitrógeno aportado por el DAP.

La fertilización con 18:46 únicamente no determinó incrementos significativos en el rendimiento, y no presentó valores superiores a los del tratamiento intersiembr sin fertilización. Esto se contradice con lo propuesto por Fernández (1998), en cuanto a que *Trifolium repens* presenta una mayor respuesta al fósforo frente a otras especies por sus mayores requerimientos. A pesar de esto como se puede apreciar en la figura No. 6, los tratamientos fertilizados presentaron mayor cobertura del suelo, explicada por las especies

de introducidas. La baja respuesta al fósforo, está en parte explicada por la edad de la pastura sembrada.

Santiñaque, citado por Carámbula (2003), encontró que las pasturas presentan un pico de respuesta al fósforo en el segundo año y respuesta elevada en tercer año, la cual va disminuyendo luego con la edad de la pastura. De esto se desprende que mientras más potencial de producción tiene la pastura, mejor será su eficiencia de utilización del fósforo, por lo que se esperan mayores diferencias el segundo año.

Esto coincide con lo planteado por Carámbula (2002b), quien encontró que hay una respuesta casi lineal en dosis de hasta 350 kg/ha de nitrógeno, disminuyendo la respuesta hasta los 500 kg/ha, por lo que se explica esta diferencia de rendimiento por el aumento de las unidades de nutriente. Las mayores ventajas de la fertilización nitrogenada, se obtienen cuando se realizan temprano en el primer año y más cuando la gramínea se siembra en línea, dado que facilita la implantación y aumenta el forraje entregado. Esta fertilización debe ser cuidadosa de forma de no alterar la relación gramínea-leguminosa (Carámbula, 2003).

Todos los tratamientos de intersembra tuvieron impacto en la producción de forraje, existiendo una diferencia de por lo menos 700 kg/ha de MS superior con respecto al testigo, para todos los casos, representando un 30% de aumento.

Aun así, el aumento no fue significativo. La ausencia de diferencias estadísticamente significativas puede estar asociado al alto coeficiente de variación (30%) que presentó esta variable. Díaz et al. (1996), encontraron que el primer año existe una menor producción en otoño-invierno respecto al segundo año por tratarse del año de implantación, lo que puede estar explicando esta falta de producción.

En cuanto a la altura del forraje disponible, no se obtuvieron diferencias significativas, aunque el tratamiento con nitrógeno y fósforo presenta una diferencia de 8 centímetros a favor, si se compara con el testigo.

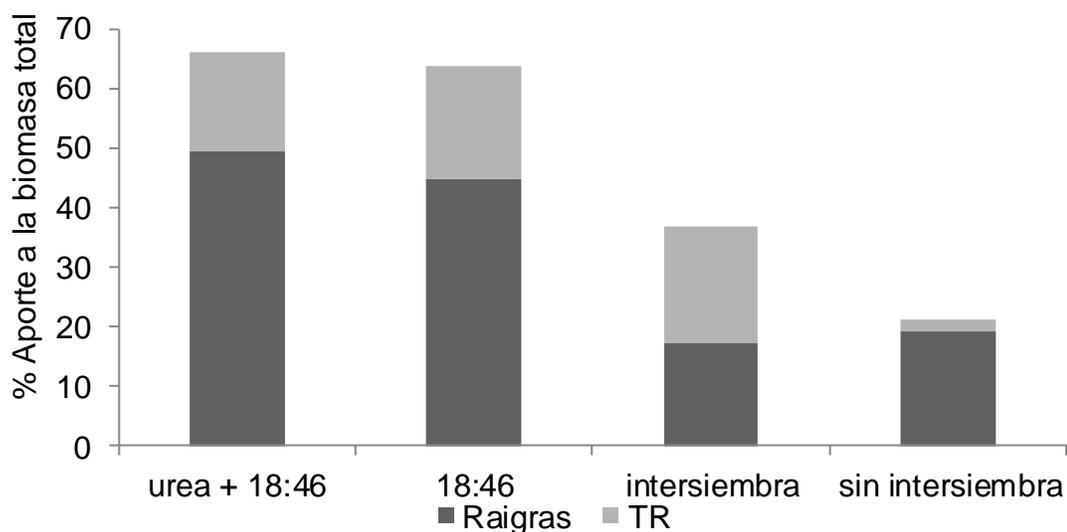


Figura No. 6. Porcentaje de cobertura del suelo de las especies sembradas

Como se puede observar en la figura No. 6, una de las explicaciones de la falta de diferencias significativas entre los tratamientos más allá de la variación experimental, es la alta proporción de especies nativas de alta calidad.

En el tratamiento sin interseembra se encontró un porcentaje de cobertura del suelo cercano al 50% de *Lolium multiflorum*, proveniente del banco de semilla del suelo.

Como se puede apreciar, el mayor efecto de la fertilización se da en las gramíneas, principalmente el raigrás, quien es el que se ve más afectado por la falta de fertilización, principalmente en competencia.

4.4.2 Masa y altura del remanente

A continuación, se presentan los resultados del forraje remanente en kg/ha de MS como cm de altura.

Cuadro No. 3. Resultados de remanente de cada tratamiento

Tratamiento	Remanente kg MS/ha	Altura cm.
Urea + 18:46	2245 a	17,2 a
Intersiembr 18:46	2017 b	14,5 a
18:46	1997 b	13,5 a
Testigo	1309 b	12,0 a

Analizando los datos presentados en el cuadro No. 3, se determinó que hubo diferencias significativas entre los tratamientos. Esta diferencia se debe a que no se ajustó el pastoreo a los tratamientos, y dado que el disponible del tratamiento urea + 18:46 fue superior, los animales dejaron un mayor remanente. Se manejó el mismo número de animales, con el mismo peso y edad y la misma fecha de entrada y salida de la parcela.

Cuadro No. 4. Oferta de forraje promedio de cada tratamiento

Oferta de Forraje			
Urea + 18:46	18:46	Intersiembr 18:46	Testigo
14%	12%	13%	10%

Como se mencionó en el capítulo 1, el manejo adecuado hubiese sido la salida de los animales con un remanente de 5 cm, por lo que todos los tratamientos fueron perjudicados por el manejo. Sumado a esto, los tratamientos más productivos agrónomicamente hablando, en teoría serán los más perjudicados ya que se dejaron remanentes casi de la altura que se debería ingresar a pastorear.

Observando los resultados del cuadro anterior y comparándolos con los obtenidos por Fariña y Saravia (2010), sobre dos distintas mezclas en su primer año de vida, donde obtuvieron remanentes de 826 y 731 kg, se puede decir que los resultados en este experimento están por encima de los obtenidos por estos dos autores. Los altos valores del remanente están explicados tanto por una baja carga o por un corto periodo de ocupación.

Por otro lado, Agustoni et al. (2008), realizaron estudios sobre una pradera de segundo y tercer año, obteniendo remanentes de 1179 kg de materia seca por hectárea, aproximando sus resultados a los obtenidos en este experimento.

La alta asignación de forraje manejada en el presente trabajo, así como también la composición botánica de las mezclas, explican que parte de esta variabilidad está generada por la selectividad animal. Altas asignaciones de forraje permiten al animal seleccionar el forraje con mayor digestibilidad, mayor contenido de proteína y menor porcentaje de fibra (Blaser et al., citados por Álvarez y Apolinario, 2012). Esta selectividad aumento la variabilidad del experimento.

4.4.3 Tasa de crecimiento y producción de forraje

Cuadro No. 5. Resultados de tasa de crecimiento diario y producción por hectárea promedio de cada tratamiento total

Tratamiento	Tasa de crecimiento MS.kg/ha/día	Producción Kg/ha de MS	Desvío
Urea + 18:46	33 a	3200 a	±1290
Intersiembr	32 a	2396 a	± 908
18:46	31 a	2396 a	± 1185
Testigo	24 a	1630 a	± 810

A pesar de que no existen diferencias significativas, agrónomicamente hablando el tratamiento con mejor resultado es el que tiene mayor dosis de fertilizante.

En el caso del tratamiento con 18:46 se ubica muy similar al testigo, explicado por los niveles de P en el suelo, en donde el mismo tiene un efecto mayor sobre la calidad de la pastura que sobre la producción. Esto se puede ver representado en la proporción de leguminosas que presenta dicho tratamiento, dándole una mayor digestibilidad y por ende, mayor calidad a la pastura. Sin embargo, sí se presentaron mayores producciones en el fertilizado en relación al testigo debido a la alta producción por parte de la gramínea incorporada (raigrás). La misma debido a la incorporación de nitrógeno proveniente de la fertilización y su gran precocidad, produjo un aumento en la producción total por hectárea.

La mayor diferencia la tuvo el tratamiento en el cual se realizaron las fertilizaciones tanto nitrogenada como fosfatada, que concuerda con lo explicitado por Stoddart (1975) en donde se menciona que la fertilización conjunta de los dos nutrientes produce mayor impacto que la aplicación de los mismos por separado. El aumento en la producción de las gramíneas presentes en la pradera anterior y el raigrás que fue sembrado, trajo como consecuencia un incremento en la producción total de la misma. Sumado a esto, la aplicación

de fósforo, aporta excelentes condiciones para el buen establecimiento e implantación del trébol rojo, determinando aumentos en la cantidad de plantas de la misma.

4.5 DESAPARICIÓN DE FORRAJE EN EL PROCESO DE PASTOREO

Como se puede observar en el cuadro No. 6, no se encontraron diferencias significativas en la desaparición de forraje medida en porcentaje entre tratamientos, mientras que si se encontraron diferencias en altura.

Cuadro No. 6. Forraje desaparecido kg/ha de MS

Tratamiento	Desaparición	
	%	Altura (cm)
18:46	46 a	12,0 a
Intersiembr	45 a	11,4 a
Urea + 18:46	51 a	10,2 ab
Testigo	40 a	7,9 b

Si bien no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de forraje desaparecido, agrónomicamente se determinó que en los tratamientos en los cuales se realizó la intersiembr, el porcentaje del forraje desaparecido fue considerablemente mayor. Esto se produce debido a la mejor calidad y disponibilidad de la pastura, en donde el agregado de especies forrajeras como raigrás y trébol rojo generan una mejor condición de la pastura, mejorando así su digestibilidad y, por ende, el consumo de materia seca por parte del animal.

Esto se corresponde con lo mencionado por Carábula (2002), en donde se expresa que diversos estudios han demostrado que el agregado tanto de leguminosas como de gramíneas de excelente calidad como lo es el raigrás, aumenta enormemente el consumo voluntario del animal.

Por otra parte, no se encontró relación entre el porcentaje de forraje desaparecido y él mismo expresado en altura. Esto se contradice con lo mencionado por Piña y Olivares (2012), en donde se menciona que hay una estrecha relación entre la disponibilidad de forraje y la altura de la pastura. Una de las causas de que no se cumpla dicha relación es debido a que el tratamiento que presenta urea+18-46 al contener mayor disponibilidad agrónomicamente que el resto de los tratamientos, se encuentra en estadios más avanzados de desarrollo. Esto produjo una menor apetibilidad del forraje, aumentando la proporción de forraje que no fue consumido y, por ende,

disminuyendo el forraje desaparecido. A su vez, dicha característica de la pastura generó una mayor proporción de forraje remanente y de restos secos.

Cuadro No. 7. Resultados de desaparición de forraje de cada tratamiento, medido cantidad (kg/ha de MS)

Tratamiento	kg/ha de MS Desaparecida
Urea + 18:46	1857 a
Intersiembr 18:46	1418 a
Testigo	1294 a
	876 a

El forraje desaparecido está explicado por la materia seca consumida por los animales y por pérdidas de forraje en el proceso del pastoreo, desprendimiento de hojas y el pisoteo.

No hubo diferencias significativas en la materia seca desaparecida, pero si diferencias agronómicas, que apuntan a que en el tratamiento de Urea + 18:46 hubo una mayor desaparición de forraje explicado por una mayor altura del forraje y densidad de la pastura. El mayor forraje desaparecido esta explicado por una mayor densidad de la pastura, ya que fue menor la altura desaparecida en este tratamiento. El efecto del N, en el macollage de las gramíneas, principalmente del raigrás, fue el que tuvo mayor impacto en la densidad.

En el tratamiento 18:46 y urea, hubo una mayor desaparición que está explicada por una mayor disponibilidad de forraje, sumado a una mejor calidad de forraje, determinando una mayor tasa de pasaje por mayor digestibilidad y mayores pérdidas en el proceso. Según Kamande (2006), las leguminosas tienden a ser más fácilmente degradadas que el raigrás, siendo este uno de los pastos de mayor degradabilidad ruminal. Esto se debe a que las gramíneas tienen mayor contenido de fibras de difícil degradación (FDA). Estos factores se modifican según el estado fisiológico de las pasturas, disminuyendo la digestibilidad al pasar al estado reproductivo.

Los resultados obtenidos por Borges y Mena², indicaron que no existieron diferencias significativas en ganancia de peso total en todo el experimento. En cuanto al periodo invierno-primavera temprano (5 de julio al 9 de octubre) determinaron que los animales que pastorearon el tratamiento con

² Borges, F; Mena, A. s.f. Efectos de grado de intensificación de una intersiembr de pastura sobre la producción de carne. (sin publicar).

urea y 18:46 presentaron mayores ganancias en el periodo, en comparación con el testigo. Esto se debe a que luego en el periodo fin de primavera, las especies introducidas, principalmente el raigrás, han perdido calidad y pasado a un estado reproductivo, por lo que no tienen un efecto en la ganancia de peso.

Esto concuerda con lo mencionado por Van Soest, citado por Arocena y Dighiero (1999) en donde se aclara que el valor nutritivo de la pastura se mide a través del contenido de proteína cruda y el porcentaje de digestibilidad, los cuales varían a lo largo del año. A medida que avanza la madurez de la pastura, se producen modificaciones en los tejidos de las plantas como en el contenido de lignina y la relación hoja/tallo, la cual desciende a medida que la pastura avanza hacia el estado reproductivo.

5. CONCLUSIONES

El aumento del grado de intensificación del uso de insumos en una interseembra tuvo un efecto favorable sobre la producción, especialmente cuando se usaron fertilizantes nitrogenados. El principal aumento fue explicado por el efecto del nitrógeno como beneficiario del raigrás. La respuesta de este nutriente obteniendo en el experimento fue de 22 kg MS/ cada unidad nitrógeno de agregado. Por lo tanto, se recomienda este tipo de tecnología para aumento en la productividad.

Se encontraron diferencias en la composición botánica del disponible, ya que el agregado de raigrás, modifico la composición botánica hacia el lado de las gramíneas. Para el resto de los componentes del forraje analizados no se encontraron diferencias significativas.

En contraposición no se encontraron diferencias en la composición botánica del forraje remanente, explicado por la selección animal, en base a su preferencia por las leguminosas. Este forraje remanente fue similar cantidad para todos los tratamientos, sin diferencias significativas, siendo los remanentes de muy alto contenido de materia seca.

En cuanto al forraje desaparecido, éste si presentó diferencias en algunos casos. Esta se correspondió a los tratamientos que presentaban mayor disponibilidad de materia seca a la entrada de los animales, y dado que los remanentes fueron iguales, la desaparición fue mayor.

6. RESUMEN

Una de las principales limitantes de las pasturas sembradas en Uruguay es su baja persistencia. El presente trabajo de investigación procura evaluar la posibilidad extender la vida útil de las praderas, mediante la inclusión de especies productivas y su fertilización. Se instaló un experimento en la Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay), comprendido entre agosto y diciembre de 2018. El experimento consistió en la renovación de una mezcla forrajera de 4 años de vida, cuyos componentes eran *Festuca arundinacea* cv. INTA Brava, *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel y *Trifolium repens* cv. Zapicán. Se evaluó el efecto de la intersembrado de *Lolium multiflorum* cv. Winter Star 3, y de *Trifolium pratense* cv. E. 116 en conjunto. También se analizó el efecto de la fertilización de fosforo en mayor cantidad que nitrógeno (100 kg DAP), y en conjunto con Urea (100kg DAP + 100 kg urea) en la producción de esta intersembrado. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar, donde cada uno de los tres bloques propuestos, fue dividido en cuatro tratamientos. Las precipitaciones durante el periodo fueron similares a la media en los meses de julio, agosto, setiembre y noviembre, siendo inferiores en junio y octubre. Las temperaturas durante el experimento estuvieron dentro de lo normal para la zona. Se realizaron dos pastoreos, estudiando el efecto sobre la composición botánica y el forraje remanente. Se evaluó la superficie explicada por las especies introducidas mediante la intersembrado existiendo un mayor porcentaje en los tratamientos fertilizados. Los resultados obtenidos demostraron que existe un efecto en la producción y calidad del forraje cuando se utiliza un alto nivel de insumos, es decir un alto grado de intensificación. Los tratamientos que presentaron menor grado de intensificación no fueron mejores, desde el punto de vista estadístico, que el testigo, pradera de 4to año. El remanente post-pastoreo no tuvo diferencias entre tratamientos al igual que el porcentaje de utilización del forraje, esto explicado por una mayor desaparición de forraje.

Palabras clave: Pasturas; Renovación; Producción.

7. SUMMARY

One of the main limitations of sown pastures in Uruguay is their low persistence. This research work seeks to assess the possibility of extending the life of the grasslands, by including productive species and their fertilization. An experiment was installed at the Experimental Station "Dr. Mario A. Cassinoni" (Faculty of Agronomy, University of the Republic, Paysandú, Uruguay), between August and December 2018. The experiment consisted in the renovation of a 4-year-old forage mixture, whose components were *Festuca arundinacea* cv. INTA Brava, *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel and *Trifolium repens* cv. Zapicán. The inter-planting effect of *Lolium multiflorum* cv. Winter Star 3, and *Trifolium pratense* cv. E. 116 together. We also analyzed the effect of phosphorus fertilization in greater quantity than nitrogen (100 kg DAP), and in conjunction with Urea (100kg DAP + 100 kg Urea). in the production of this inter-planting. The experimental design used was that of randomized complete blocks, where each of the three proposed blocks was divided into four treatments. Precipitation during the period was similar to the average in the months of July, August, September and November, being lower in June and October. Temperatures during the experiment were within the normal range for the area. Two shepherds were made, studying the effect on botanical composition and the remaining forage. The area explained by the species introduced through inter-planting was evaluated, with a higher percentage of fertilized treatments. The results obtained showed that there is an effect on the production and quality of the forage when a high level of inputs is used, that is, a high degree of intensification. The treatments that presented a lower degree of intensification were not better, from the statistical point of view, than the control, 4th year meadow. The post-grazing remnant had no differences between treatments as well as the percentage of forage utilization, this explained by a greater disappearance of forage.

Keywords: Pastures; Renovation; Production.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agustoni, F.; Bussi, C.; Shimabukuro, M. 2008. Efectos de la asignación de forraje sobre la productividad de una pastura de segundo año. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 100 p.
2. Albano, E.; Álvarez, G.; Núñez, R. 2010. Efecto de la frecuencia de pastoreo sobre la productividad estivo-otoñal de una pradera de primer año con agropiro. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 114 p.
3. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echevarría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos del Uruguay. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
4. Altier, N. 1996. Impacto en las enfermedades en la producción de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 47-56 (Serie Técnica no. 80).
5. _____. 2010. Enfermedades en pasturas. (en línea). In: Altier, N.; Rebuffo, N.; Cabrera, K. eds. Enfermedades y plagas en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 19-35 (Serie Técnica no. 183). Consultado 20 jul. 2019. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429300810163301.pdf>
6. Álvarez, J. Apolinario, E. 2012. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras utilizadas en renovación de praderas degradadas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 108 p.
7. Alzugaray R.; Ribeiro, A. 2000. Insectos en pasturas. In: Zerbino, S.; Ribeiro, A. eds. Manejo de plagas en pasturas y cultivos. Montevideo, INIA. pp. 13-30 (Serie Técnica no. 112).
8. Amadeo, C. A. 2001. Intersiembras. (en línea). Buenos Aires, Argentina, s.e. 3 p. Consultado 17 feb. 2019. Disponible en <http://www.elsitioagricola.com/>

9. Arocena, C.; Dighiero, A. 1999. Evaluación de la producción y calidad de carne de cordero sobre una mezcla forrajera de avena y raigrás, bajo los efectos de carga animal, suplementación y sistemas de pastoreo para la región de basalto. Tesis. Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 147 p.
10. Ayala, W.; Carámbula, M. 2009. El valor agronómico del género Lotus. Montevideo, INIA. 424 p.
11. _____.; Bemhaja, M.; Cotro, B.; Docanto, J.; Garcia, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Rossi, C.; Silva, J. 2010. Catalogo de cultivares 2010. Montevideo, Uruguay, INIA. 131 p. (Otros Documentos no. 38).
12. Baars, R. M.; Jenkins, E. 1996. Establecimiento de leguminosas forrajeras en asociación con gramíneas en Fincas de Tilaran, Costa Rica. Pasturas Tropicales. 18(3):54-59.
13. Bates, G. H. 1948. An investigation of the cause and prevention of deterioraton of leys. Journal of the British Grassland Association. 3 (3): 177-184.
14. Barthram, G. T. 1986. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: Alcock, M. M. ed. The Hill Farming Research Organization Biennial Report 1984-85. Midlothian, UK, s.e. pp. 29-30.
15. Bemhaja, M. 1998. Mejoramiento de campo; manejo de leguminosas. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 63-72 (Serie Técnica no. 102).
16. Bermúdez, R.; Carambula, M.; Ayala, W. 1996. Introducción de gramíneas en mejoramientos extensivos. In: Bermudes, R.; Carámbula, M.; Ayala, W. eds. Producción animal. Montevideo, INIA. pp. 33-43 (Actividades de Difusión no. 110).
17. Berreta, E. J. 1998. Efecto del pastoreo y de la introducción de especies en la evolución de la composición botánica de pasturas naturales. In: Seminario de Actualización en Tecnologías para Basalto (1998, Tacuarembó). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. pp. 91-97 (Serie Técnica no. 102).

18. _____.; Bemhaja, M. 2001. Tecnologías para la mejora de la producción de forraje en suelos de Basalto. *In*: Risso, D. F.; Berretta, E. J. eds. Tecnologías forrajeras para sistemas ganaderos del Uruguay. Montevideo, INIA. pp. 1-34 (Boletín de Divulgación no. 76).
19. Bretschneider, G. 2008. Como controlar el empaste. (en línea). Rafaela, INTA. s.p. Consultado 13 set. 2019. Disponible en <http://www.produccion-animal.com.ar>
20. Brockman, J. S. 1966. The growth rate of grass as influenced by fertilizer nitrogen and stage of defoliation. *In*: International Grassland Congress (10th., 1966, Helsinki). Proceedings. Helsinki, Finland, University of Helsinki. pp. 234-240.
21. Brougham, R. W. 1970. Frequency and intensity of grazing and their effects on pasture production. Proceeding of the New Zealand Grassland Association. 32:137-144.
22. Brown, D. 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. Hurley, Berks, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. pp. 42-79 (Bulletin no. 42).
23. Campbell, A. G. 1966. Grazed pasture parameters. I. Pasture dry-matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. Journal Agricultural Science (Cambridge). 67:199-210.
24. Carámbula, M.; Elizondo, J. 1968. Producción de semillas en gramíneas forrajeras. Facultad de Agronomía. EEMAC. Boletín Técnico no. 5. pp. 111-137.
25. _____. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
26. _____. 1981. Producción de semillas de plantas forrajeras. Montevideo, Hemisferio Sur. 518 p.
27. _____. 1985. Implantación de praderas. Montevideo, Facultad de Agronomía. 10 p.
28. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).

29. _____.; Ayala, W.; Carriquiry, E.; Bermúdez, R. 1994. Siembra de mejoramientos en cobertura. Montevideo, INIA. 20 p. (Boletín de Divulgación no. 46)
30. _____. 1996. Pasturas naturales mejoradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 530 p.
31. _____. 2000. Cultivares forrajeros: el primer insumo de una pastura. Montevideo, INIA. pp. 3-4 (Boletín de Divulgación no. 71).
32. _____. 2002a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
33. _____. 2002b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
34. _____. 2003. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas Montevideo, Hemisferio Sur. t.3, 370 p.
35. _____. 2004. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
36. _____. 2007. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, 186 p.
37. _____. 2010a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
38. _____. 2010b. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.
39. Carlevaro, A.; Carrizo, J. A. 2004. Comparación de la producción de mezclas forrajeras bajo manejos de defoliación basados en la 95 cobertura del suelo y altura del tapiz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 165 p.
40. Caseley, J. C.; Parker, C. 1996. Manejo de malezas para países en desarrollo. Roma, FAO. 403 p. (Estudio FAO. Producción y Protección Vegetal no. 120).

41. Castle, M. E.; Reid, D. 1963. Nitrogen and herbage production. *Journal of British Grassland Society*. 18:1-6.
42. Castro, J. L.; M. de Zamuz, E.; Barboza, S. 1981. Fertilización de pasturas en el litoral Oeste de Uruguay. *Investigaciones Agronómicas. Revista de INIA*. no. 2:56-57.
43. Cianelli, E.; Otello, E. 1998. Inclusión de gramíneas en mejoramientos extensivos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 122 p.
44. Cibils, X.; García, A. 2017. Protección vegetal de pasturas durante la implantación. (en línea). *Revista INIA*. no. 48:17-21. Consultado 6 ago. 2019. Disponible en http://fucreea.org/system/comfy/cms/files/files/000/000/795/original/Protecci%C3%B3n_de_pasturas_durante_implantaci%C3%B3n_Rvista_INIA_48_Marzo_2017.pdf
45. Coll, J. 1994. Factores ecológicos que afectan la nodulación de leguminosas forrajeras en mejoramientos extensivos. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. *Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva*. Montevideo, INIA. pp. 124-128 (Serie Técnica no. 13).
46. Correa Urquiza, A. 2003. Mezclas forrajeras. (en línea). s.l., Sitio Argentino de Producción Animal. s.p. Consultado 06 jul. 2019. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/00-pasturas.htm
47. Cowling, D. W. 1961. The effect of white clover and nitrogenous fertilizer on the production of a sward. I. Total annual production. *Journal of British Grassland Society*. 16:281-90.
48. _____; Lockyer, D. R. 1965. A comparison of the reaction of different grass species to fertilizer nitrogen and to growth in association with white clover. I. Yield to dry matter. *Journal of British Grassland Society*. 20:197- 204.
49. _____. 1966. The response of grass swards to nitrogenous fertilizer. *In*: *International Grassland Congress (10th, 1966, Helsinki)*. Proceedings. Helsinki, Finland, University of Helsinki. pp. 204-209.

50. Derrik, T.; Días, F. 1990. Caracterización de accesiones de *Stylosanthes scabra* en los Llanos Orientales de Colombia. *Pasturas Tropicales*. 11(1):2-6.
51. Díaz, J. E.; García, J. A.; Rebuffo, M. 1996. Crecimiento de leguminosas en la estanzuela. Montevideo, INIA. pp. 1-9 (Serie Técnica no. 71).
52. Escuder, C. J.; Miquel, M. C.; Cangiano, C.; Sevilla, G. 1987. Efecto de la carga animal y el grupo genético sobre la productividad de vacunos en pastoreo. In: Reunión sobre Producción y Utilización de Pasturas para Engorde y Producción de Leche (1987, Colonia). Trabajos presentados. Montevideo, IICA. PROCISUR. pp. 145-156 (Diálogo no. 19).
53. _____. 1997. Manejo de la defoliación, efecto de la carga y método de pastoreo. In: Cangiano, C. ed. Producción animal en pastoreo. Balcarce, Buenos Aires, INTA. pp. 65-83.
54. Fariña, M. F.; Saravia, R. 2010. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 83 p.
55. Fernández, P.; García, J.; Garese, J. J.; Rapa, M. 1994. Estudio sobre la implantación de mejoramientos en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 121 p.
56. Fernández, M. 1998. El cultivo de raigrás italiano. (en línea). *Revista Vida Rural*. no. 66:34-36. Consultado 25 mar. 2019. Disponible en https://www.mapa.gob.es/ministerio/pags/biblioteca/revistas/pdf_vrural/Vrural_1998_66_34_36.pdf
57. Ferrari, O. 2014. Rejuvenecimiento de pasturas. (en línea). *Diario La Nación, Suplemento Campo*, Buenos Aires, AR, ago. 9:9A. Consultado 17 jul. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/191-intersiembra.pdf
58. Formoso, F.; García, J.; Rebuffo, M. 1991. Las forrajeras de la Estanzuela. Montevideo, INIA. 16 p. (Boletín de Divulgación no. 7).

59. _____. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. *In*: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
60. _____. 2007. Manual para la siembra directa. Montevideo, INIA. pp. 83- 90 (Serie Técnica no. 161).
61. _____. 2010. *Festuca arundinacea*, manejo para producción de forraje y semillas. Montevideo, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).
62. García, J.; Formoso, F.; Risso, D.; Arrospide, C.; Ott, P. 1981. Factores que afectan la productividad y estabilidad de praderas. (en línea). Miscelánea CIAAB. no. 29. 23 p. Consultado 24 ago. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/6094/1/CIAAB-Miscelanea-29-1981.pdf>
63. García J. A.; Rebuffo, M.; Formoso, F. 1991. Las forrajeras de La Estanzuela. Montevideo, INIA. 15 p. (Boletín de Divulgación no. 7).
64. _____. 1992. Persistencia de leguminosas. Revista INIA. no. 1:143-156.
65. _____. 1996. Variedades de trébol blanco. Montevideo, INIA. 15 p. (Serie Técnica no. 70).
66. García, P. F. 1999. Siembra directa en producción de forraje. (en línea). Montevideo, Uruguay, Universidad de la República. 48 p. Consultado 20 feb. 2019. Disponible en <https://www.rau.edu.uy/>
67. _____. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 26 p. (Serie Técnica no. 133).
68. García, J.; Zanoniani, R.; Cadenazzi, M.; Boggiano, P. 2017. Incidencia de variables biológicas y edáficas en el establecimiento de mezclas forrajeras. *Agro Sur*. 45(1):3-10.
69. Hall, M.; Vough, L. 2007. Forage establishment and renovation. *In*: Barnes, R.; Nelson, C.; Moor, K.; Collins, M. eds. Forages: the science of grassland agriculture. Ames, Iowa, Blackwell. v.2, pp. 343-354.

70. Haydock, K. P.; Shaw, N. H. 1975. The comparative yield method for estimating dry matter yield of pasture. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 15:663-670.
71. Hernández, J. 1999. Fósforo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 89 p
72. Holmann, F.; Argel, P.; Rivas, L.; White, D.; Estrada, R. D.; Burgos, C.; Pérez, E.; Ramírez, G.; Medina, A. 2004. ¿Vale la pena recuperar pasturas degradadas? Una evaluación de los beneficios y costos desde la perspectiva de los productores y extensionistas pecuarios en Honduras. Cali, CIAT. 37 p. (Documento de trabajo no.196).
73. INASE (Instituto Nacional de Semillas, UY). 2011. Catálogo. (en línea). Montevideo. 101 p. Consultado may. 2019. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2011/PubForrajasPeriodo2011.pdf
74. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2010. Catálogo de cultivares. (en línea). Montevideo. s.p. Consultado mar. 2019. Disponible en <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429300810155513.pdf>
75. INUMET (Instituto Uruguayo de Meteorología, UY). Tablas estadísticas de la Estación Meteorológica de Paysandú. (en línea). Montevideo. 2 p. Consultado 8 set. 2019. Disponible en <https://www.inumet.gub.uy/clima/estadisticas-climatologicas/tablas-estadisticas>
76. Kamande, G. 2006. Digestión ruminal y nutrición. (en línea). *Producir XXI*. 15(180):52-57. Consultado 2 oct. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/informacion_tecnica/manejo_del_alimento/96-digestion_ruminal.pdf
77. Keim, J. P. 2009. Mejoramiento de una pastura permanente degradada, a través de establecimiento de especies y de la fertilización. (en línea). Tesis Ing. Agr. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 76 p. Consultado 7 oct. 2019. Disponible en <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2009/fak.27m/doc/fak.27m.pdf>

78. Langer, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. 524 p.
79. Lascano, C.; Spain, J. 1988. Degradación y rehabilitación de pasturas. (en línea). In: Reunión del Comité Asesor de la RIEPT (6º., 1988, México). Establecimiento y renovación de pasturas. México, CIAT. pp. 269-345. Consultado 20 jul. 2019. Disponible en https://books.google.es/books?hl=en&lr=&id=0WntmVEorQkC&oi=fnd&pg=PA269&dq=degradacion+de+pasturas&ots=fcPhqtQi3K&sig=rHGXVpFVaNrS-bqzTKfTOa_ygdU#v=onepage&q&f=false
80. MDN. DNM (Ministerio de Defensa Nacional. Dirección Nacional de Meteorología, UY). 1996. Normales climatológicas, período 1961-1990. Montevideo, Uruguay. 20 p
81. Morón, A. 1994. El ciclo del nitrógeno en el sistema suelo-planta-animal. In: Seminario de Actualización Técnica (1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-3 (Serie Técnica no. 51).
82. Muslera, E.; Ratera, C. 1984. Praderas y forrajes, producción aprovechamiento. Madrid, Mundi-Prensa. 702 p.
83. Myers, R. J. K.; Robbins, G. B. 1991. Sustaining productive pastures in the tropics. 5 Maintaining productive sown grass pasture. *Tropical Grasslands*. 25:104-110.
84. Noya, R. 1990. Intersiembra de pasturas. (en línea). *Revista del Plan Agropecuario*. no. 50:36-37. Consultado 10 jul. 2019. Disponible en https://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R50/R50_36.pdf
85. Olmos, F.; Sosa, M.; Wilman, D.; Hamilton, R. 2004. Dinámica de *Trifolium repens*: banco de semillas en el suelo. In: Olmos, F. ed. Factores que afectan la persistencia y productividad de pasturas mejoradas con *Trifolium repens*. Montevideo, INIA. pp. 104-124 (Serie Técnica no. 145).
86. Pardos, J. A. 2004. Respuestas de las plantas al anegamiento del suelo. (en línea). Madrid, España, Centro de Biotecnología y Genómica de Plantas. Departamento de Silvopascicultura. pp. 101-107.

Consultado 12 oct. 2019. Disponible en [http://www.inia.es/gcontrec/pub/101-107-\(05\)-Respuestas_1162210193281.pdf](http://www.inia.es/gcontrec/pub/101-107-(05)-Respuestas_1162210193281.pdf)

87. Peralta, O. 2002. Recuperación de pasturas degradadas. (en línea). Río Cuarto, Sitio Argentino de Producción Animal. 2 p. Consultado 28 set. 2019. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/56-recuperacion_pasturas.pdf
88. Perego, J. L.; Royo Pallares, O.; Ocampo, E. P. 1982. Producción y persistencia de mezclas de forrajeras subtropicales perennes en Mercedes (Corrientes). RAPA. 9:202-216.
89. Pereira, M. 2007. ¿Qué Lotus sembrar?. Revista del Plan Agropecuario. no. 122:36-38.
90. Perrachón, J. 2009. Pensemos en los verdes de invierno. Revista del Plan Agropecuario. no. 137:42-46.
91. Piña, M.; Olivares, A. 2012. Oferta y disponibilidad de forraje como factores en la selectividad y consumo de la pradera. (en línea). Universidad de Chile. Departamento de Producción Animal. Circular de Extensión. no. 37:16-22. Consultado 8 may. 2019. Disponible en <https://docplayer.es/19295328-Oferta-y-disponibilidad-de-forraje-como-factores-en-la-selectividad-y-consumo-de-la-pradera.html>
92. Pottinger, R. P.; Barbetti, M. J.; Ridsillsmith, T. J. 1993. Invertebrate pests, plant pathogens and beneficial organisms of improved temperate pastures. In: Baker, M. J. ed. Grasslands for our world. Wellington, SIR. pp. 274-291.
93. Procampo Uruguay. 2019. Festuca Brava INTA. (en línea). Montevideo. s.p. (Ficha técnica). Consultado 20 may. 2019. Disponible en <https://www.procampouruguay.com/wp-content/uploads/2019/01/brava-ficha-t%C3%A9cnica-2018.pdf>
94. Rebuffo, M.; Altier, N. 1996. Mejoramiento genético en trébol rojo. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 151-154 (Serie Técnica no. 80).

95. _____; _____. 1997. Breeding for persistence in *Lotus corniculatus*. In: International Grassland Congress (18th., 1997, Winnipeg). Proceedings. Winnipeg, s.e. pp. 73-74.
96. Risso, D. F.; Berreta, E. J.; Morón, A. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berreta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
97. _____. 1998. Mejoramientos extensivos en el 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 (14^a., 1998, Salto). Anales. Montevideo, INIA. pp. 23–29 (Serie Técnica no. 94).
98. _____. 2005. Mejoramientos de campo: asegurando una instalación exitosa. Revista INIA. no. 2:2-5.
99. Robinson, R. R. 1960. Germination of hard seed of Ladino White Clover. *Agronomy Journal*. 52:212-214.
100. Roncedo, C.; Pérez, H. s.f. Incorporación de leguminosas herbáceas para la recuperación de pasturas degradadas a través de la interseembra. (en línea). Tucumán, s.e. s.p. Consultado 3 oct. 2019. Disponible en https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-incorporacion_de_leguminozas.pdf
101. Rovira, J. 2008. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 336 p.
102. Sheath, G. W.; Pottinger, R. P.; Conforth, I. S. 1989. Informe de los consultores sobre la estabilidad de las pasturas en el Uruguay. *Revista del Plan Agropecuario*. supl. especial:1-32.
103. Slaper, D.; Bucknert, R. 1995. The fescues. In: Barnes, R. F.; Millar, D. A.; Nelson, C. L. eds. Forages: introduction to grassland agriculture. Ames, Iowa, Iowa State University. pp. 345-356.
104. Spain, J.; Gualdrón, R. 1998. Degradación y rehabilitación de pasturas. (en línea). In: Reunión del Comité Asesor de la RIEPT (6^o., 1988, México). Establecimiento y renovación de pasturas. México, CIAT. pp. 269-283. Consultado 2 set. 2019. Disponible en <https://books.google.es/books?hl=en&lr=&id=0WntmVEorQkC&oi=>

[fnd&pg=PA269&dg=degradacion+de+pasturas&ots=fcPhqtQi3K&sig=rHGXVpFVaNrS-bqzTKfTOa_ygdU#v=onepage&q&f=false](#)

105. Stoddart, L. A.; Smith, A. D.; Box, T. W. 1975. Range management. 3rd. ed. New York, McGraw-Hill. 532 p.
106. Tisdale, S. L.; Nelson, W. L. 1970. Elementos requeridos en la nutrición de las plantas. In: Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Barcelona, Montaner y Simón. cap. 3, pp. 78-120.
107. Toledo, J. M. Formoso, D. 1993. Sustainability of sown pastures in the tropics and subtropics. In: International of Grassland (17th, 1993, Wellington). Proceedings. Wellington, SIR. pp. 710-715.
108. UdelaR. FA (Universidad de la República. Facultad de Agronomía, UY). 1997. Forrajeras. Montevideo. pp.133-153.
109. Vera, R. 1964. Estudios en raigrás (*Lolium multiflorum* L.). Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 82 p.
110. Whitehead, D.C. 1995. Grassland nitrogen. Wallingford, UK, CABI. 397 p.
111. Wilman, D.; Wright, P. I. 1983. Some effects of applied nitrogen on the growth and chemical composition of temperate grasses. Herbage Abstracts. 53 (8):387-393.
112. Zanoniani, R. A.; Ducamp, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. Cangüé. no. 25:5-11.

9. ANEXOS

Anexo No. 1. Forraje disponible (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Disp. (kg/ha)	24	0,63	0,39	24,63

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	13380635,11	9	1486737,23	2,61	0,0523
Pastoreo	473597,42	1	473597,42	0,83	0,3773
Bloque	3417994,14	2	1708997,07	3,00	0,0823
Tratamientos	9268195,12	3	3089398,37	5,42	0,0110
Pastoreo*trat.	220848,44	3	73616,15	0,13	0,9411
Error	7973546,55	14	569539,04		
Total	21354181,66	23			

Anexo No. 2. Forraje remanente (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Remanente (kg/ha)	24	0,75	0,59	33,99

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	14305192,17	9	1589465,80	4,74	0,0049
Pastoreo	110432,67	1	110432,67	0,33	0,5751
Bloque	12083413,52	2	6041706,76	18,03	0,0001
Tratamientos	1775672,45	3	591890,82	1,77	0,1997
Pastoreo*trat.	335673,54	3	111891,18	0,33	0,8011
Error	4691964,85	14	335140,35		
Total	18997157,02	23			

Anexo No. 3. Forraje desaparecido (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Desaparecido (kg/ha)	24	0,61	0,36	41,27

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	6899736,61	9	766637,40	2,43	0,0663
Pastoreo	1041458,34	1	1041458,34	3,30	0,0908
Bloque	2656940,30	2	1328470,15	4,21	0,0371
Tratamientos	2936284,74	3	978761,58	3,10	0,0610
Pastoreo*trat.	265053,23	3	88351,08	0,28	0,8390
Error	4419288,90	14	315663,49		
Total	11319025,51	23			

Anexo No. 4. Porcentaje de utilización (%)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% utilización	24	0,81	0,69	25,86

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	8306,58	9	922,95	6,69	0,0009
Pastoreo	240,67	1	240,67	1,74	0,2077
Bloque	7570,08	2	3785,04	27,44	<0,0001
Tratamientos	388,50	3	129,50	0,94	0,4482
Pastoreo*trat.	107,33	3	35,78	0,26	0,8534
Error	1931,25	14	137,95		
Total	10237,83	23			

Anexo No. 5. Utilización altura (cm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Util. altura (cm)	24	0,85	0,75	22,74

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	428,66	9	47,63	8,56	0,0002
Pastoreo	55,51	1	55,51	9,98	0,0070
Bloque	299,62	2	149,81	26,93	<0,0001
Tratamientos	59,69	3	19,90	3,58	0,0415
Pastoreo*trat.	13,83	3	4,61	0,83	0,4998
Error	77,87	14	5,56		
Total	506,53	23			

Anexo No. 6. Altura del forraje disponible (cm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Alt. disponible (cm)	24	0,68	0,47	21,69

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	843,32	9	93,70	3,27	0,0234
Pastoreo	27,74	1	27,74	0,97	0,3422
Bloque	602,87	2	301,43	10,51	0,0016
Tratamientos	199,22	3	66,40	2,31	0,1203
Pastoreo*trat.	13,50	3	4,50	0,16	0,9235
Error	401,60	14	28,69		
Total	1244,92	23			

Anexo No. 7. Alturas del forraje remanente (cm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Altura rem. (cm)	24	0,58	0,30	28,58

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	318,92	9	35,44	2,11	0,1011
Pastoreo	4,68	1	4,68	0,28	0,6054
Bloque	209,83	2	104,92	6,26	0,0114
Tratamientos	87,75	3	29,25	1,74	0,2038
Pastoreo*trat.	16,66	3	5,55	0,33	0,8029
Error	234,68	14	16,76		
Total	553,61	23			

Anexo No. 8. Crecimiento altura (cm)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Crec. altura (cm)	24	0,68	0,47	21,50

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	835,71	9	92,86	3,29	0,0228
Pastoreo	26,04	1	26,04	0,92	0,3531
Bloque	588,08	2	294,04	10,42	0,0017
Tratamientos	206,46	3	68,82	2,44	0,1078
Pastoreo*trat.	15,13	3	5,04	0,18	0,9091
Error	395,25	14	28,23		
Total	1230,96	23			

Anexo No. 9. Tasa de crecimiento

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Tasa de crec.	24	0,64	0,41	56,16

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	8876,51	9	986,28	2,76	0,0434
Pastoreo	3685,28	1	3685,28	10,30	0,0063
Bloque	3747,99	2	1874,00	5,24	0,0200
Tratamientos	1022,86	3	340,95	0,95	0,4417
Pastoreo*trat.	420,38	3	140,13	0,39	0,7608
Error	5006,87	14	357,63		
Total	13883,39	23			

Anexo No. 10. Crecimiento ajustado

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Crec. ajustado	24	0,48	0,15	41,57

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	17207904,08	9	1911989,34	1,45	0,2556
Pastoreo	633750,00	1	633750,00	0,48	0,4989
Bloque	10579666,08	2	5289833,04	4,02	0,0416
Tratamientos	5637611,00	3	1879203,67	1,43	0,2762
Pastoreo*trat.	356877,00	3	118959,00	0,09	0,9641
Error	18408855,25	14	1314918,23		
Total	35616759,33	23			

Anexo No. 11. Porcentaje de gramíneas

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Gramíneas (%)	24	0,81	0,69	39,41

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	13515,58	9	1501,73	6,69	0,0009
Pastoreo	661,50	1	661,50	2,95	0,1080
Bloque	10842,25	2	5421,13	24,17	<0,0001
Tratamientos	1566,33	3	522,11	2,33	0,1189
Pastoreo*trat.	445,50	3	148,50	0,66	0,5890
Error	3140,42	14	224,32		
Total	16656,00	23			

Anexo No. 12. Porcentaje de leguminosas

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Leguminosas (%)	24	0,91	0,85	25,53

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	9264,88	9	1029,43	15,00	<0,0001
Pastoreo	126,04	1	126,04	1,84	0,1969
Bloque	8665,58	2	4332,79	63,12	<0,0001
Tratamientos	250,46	3	83,49	1,22	0,3404
Pastoreo*trat.	222,79	3	74,26	1,08	0,3888
Error	961,08	14	68,65		
Total	10225,96	23			

Anexo No. 13. Porcentaje de malezas

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Malezas (%)	24	0,20	0,00	60,25

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	385,38	9	42,82	0,39	0,9201
Pastoreo	22,04	1	22,04	0,20	0,6607
Bloque	117,75	2	58,88	0,54	0,5959
Tratamientos	52,46	3	17,49	0,16	0,9217
Pastoreo*trat.	193,13	3	64,38	0,59	0,6332
Error	1534,25	14	109,59		
Total	1919,63	23			

Anexo No. 14. Restos secos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Restos secos (%)	24	0,57	0,30	58,13

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	1146,17	9	127,35	2,09	0,1040
Pastoreo	32,67	1	32,67	0,54	0,4758
Bloque	446,33	2	223,17	3,67	0,0524
Tratamientos	514,83	3	171,61	2,82	0,0772
Pastoreo*trat.	152,33	3	50,78	0,83	0,4969
Error	851,67	14	60,83		
Total	1997,83	23			

Anexo No. 15. Suelo desnudo

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Suelo desnudo (%)	24	0,68	0,47	37,64

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	461,33	9	51,26	3,28	0,0230
Pastoreo	13,50	1	13,50	0,86	0,3683
Bloque	268,00	2	134,00	8,58	0,0037
Tratamientos	129,00	3	43,00	2,75	0,0818
Pastoreo*trat.	50,83	3	16,94	1,08	0,3876
Error	218,67	14	15,62		
Total	680,00	23			

Anexo No. 16. Disponibilidad de gramíneas (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Disp. gramíneas (kg/ha)	24	0,75	0,58	53,94

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	14108427,29	9	1567603,03	4,55	0,0059
Pastoreo	224073,38	1	224073,38	0,65	0,4337
Bloque	10612766,33	2	5306383,17	15,39	0,0003
Tratamientos	3065736,13	3	1021912,04	2,96	0,0684
Pastoreo*trat.	205851,46	3	68617,15	0,20	0,8953
Error	4827791,67	14	344842,26		
Total	18936218,96	23			

Anexo No. 17. Disponibilidad de leguminosas (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Disp. Leguminosas (kg/ha)	24	0,86	0,77	36,98

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	12337845,21	9	1370871,69	9,73	0,0001
Pastoreo	49777,04	1	49777,04	0,35	0,5617
Bloque	10850097,25	2	5425048,63	38,51	<0,0001
Tratamientos	1241777,46	3	413925,82	2,94	0,0699
Pastoreo*trat.	196193,46	3	65397,82	0,46	0,7118
Error	1972353,42	14	140882,39		
Total	14310198,63	23			

Anexo No. 18. Disponibilidad de malezas (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Disp. malezas (kg/ha)	24	0,56	0,27	43,56

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	865101,75	9	96122,42	1,94	0,1278
Pastoreo	100880,67	1	100880,67	2,04	0,1751
Bloque	331693,75	2	165846,88	3,35	0,0646
Tratamientos	242388,33	3	80796,11	1,63	0,2265
Pastoreo*trat.	190139,00	3	63379,67	1,28	0,3191
Error	692254,25	14	49446,73		
Total	1557356,00	23			

Anexo No. 19. Restos secos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Restos secos (%)	24	0,48	0,15	67,82

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	881513,92	9	97945,99	1,44	0,2615
Pastoreo	148522,67	1	148522,67	2,18	0,1619
Bloque	289626,58	2	144813,29	2,13	0,1562
Tratamientos	264459,67	3	88153,22	1,29	0,3152
Pastoreo*trat.	178905,00	3	59635,00	0,88	0,4772
Error	953541,42	14	68110,10		
Total	1835055,33	23			

Anexo No. 20. Remanente de gramíneas (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rem. gramíneas (kg/ha)	24	0,65	0,43	59,21

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	4939501,71	9	548833,52	2,90	0,0365
Pastoreo	12105,04	1	12105,04	0,06	0,8042
Bloque	3516860,08	2	1758430,04	9,28	0,0027
Tratamientos	1280258,13	3	426752,71	2,25	0,1273
Pastoreo*trat.	130278,46	3	43426,15	0,23	0,8746
Error	2653527,25	14	189537,66		
Total	7593028,96	23			

Anexo No. 21. Remanente de leguminosas (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rem. leguminosas (kg/ha)	24	0,79	0,65	48,66

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	2587266,54	9	287474,06	5,77	0,0019
Pastoreo	22387,04	1	22387,04	0,45	0,5135
Bloque	1718148,25	2	859074,13	17,25	0,0002
Tratamientos	805879,13	3	268626,38	5,39	0,0112
Pastoreo*trat.	40852,13	3	13617,38	0,27	0,8435
Error	697205,08	14	49800,36		
Total	3284471,63	23			

Anexo No. 22. Remanente de malezas (kg/ha)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rem. malezas (kg/ha)	24	0,67	0,46	37,32

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	389528,29	9	43280,92	3,20	0,0253
Pastoreo	672,04	1	672,04	0,05	0,8268
Bloque	357700,00	2	178850,00	13,22	0,0006
Tratamientos	16772,13	3	5590,71	0,41	0,7461
Pastoreo*trat.	14384,13	3	4794,71	0,35	0,7867
Error	189365,33	14	13526,10		
Total	578893,63	23			

Anexo No. 23. Remanente de los restos secos

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Rem. restos secos	24	0,77	0,62	47,72

Cuadro de análisis de la varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	Gl.	CM	F	p-valor
Modelo	2889047,04	9	321005,23	5,17	0,0033
Pastoreo	273,38	1	273,38	4,4E-03	0,9481
Bloque	2605954,75	2	1302977,38	20,97	0,0001
Tratamientos	263715,46	3	87905,15	1,41	0,2801
Pastoreo*trat.	19103,46	3	6367,82	0,10	0,9573
Error	869978,58	14	62141,33		
Total	3759025,63	23			