

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EFFECTO DE DIFERENTES GRADOS DE INTENSIFICACIÓN EN LA
RESPUESTA DE RENOVACIÓN DE UNA PASTURA VIEJA

por

Lucas QUINTERO ZUBILLAGA
Felipe SILVA ADDIEGO

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

MONTEVIDEO
URUGUAY
2019

Tesis aprobada por:

Director: _____

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. Edison Silveira

Fecha: 18 de junio de 2019

Autores:

Lucas Quintero Zubillaga

Felipe Silva Addiego

AGRADECIMIENTOS

A Dios y a todas aquellas personas que de una u otra forma nos ayudaron a realizar este trabajo.

A nuestro tutor de tesis, Ing. Agr. Msc. Ramiro Zanoniani por el apoyo brindado.

A la Lic. Sully Toledo, por el constante asesoramiento sobre la literatura citada.

Un agradecimiento especial para nuestras familias, las cuales con mucho esfuerzo nos apoyaron incondicionalmente para llegar hasta esta instancia.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1. CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LA MEZCLA	2
2.1.1. <u>Lolium multiflorum</u>	2
2.1.1.1. Cultivar.....	2
2.1.2. <u>Trifolium pratense</u>	4
2.1.2.1. Cultivar.....	6
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS SEMBRADAS EN URUGUAY	6
2.2.1. <u>Verdeos temporarios y pasturas de vida corta</u>	6
2.2.2. <u>Factores que afectan la productividad y estabilidad de las praderas</u>	7
2.2.3. <u>Distribución de forraje</u>	8
2.3. IMPLANTACIÓN DE PASTURAS	9
2.4. VÍAS DE DEGRADACIÓN DE LAS PASTURAS	12
2.4.1. <u>Evolución a campo natural</u>	13
2.4.2. <u>Evolución a dominancia de gramíneas perennes, principalmente festuca</u>	13
2.4.3. <u>Evolución hacia la dominancia de gramilla (gramillares)</u>	13
2.5. RENOVACIÓN DE PASTURAS.....	14
2.5.1. <u>Criterios generales a tener en cuenta en la renovación de pasturas</u>	15
2.5.2. <u>Factores asociados a la eficiencia de la renovación</u>	16
2.5.2.1. Elección de especies	16

2.5.2.2. Condiciones del ambiente a la siembra	16
2.5.2.3. Incidencia de la fertilización fosfatada	18
2.5.2.4. Métodos de renovación para el control del tapíz e intersiembra de especies	18
2.5.2.5. Métodos de siembra	21
2.6. PERSISTENCIA DE LAS PASTURAS	22
2.6.1. <u>Efecto de los factores climáticos en la persistencia</u>	23
2.6.2. <u>Efecto de los factores edáficos en la persistencia</u>	24
2.6.2.1. Contenido del fósforo en el suelo.....	24
2.6.2.2. Efecto del pH en el establecimiento y fijación de nitrógeno en leguminosas	24
2.6.2.3. Compactación del suelo y su efecto en la peristencia	26
2.6.3. <u>Efecto de los factores de manejo en la persistencia</u>	26
2.6.3.1. Manejo del pastoreo	27
2.6.3.2. Incidencia de las malezas.....	27
2.6.3.3. Incidencia de enfermedades y plagas.....	28
2.6.4. <u>Efecto de los recursos genéticos en la persistencia</u>	30
2.7. PRINCIPALES NUTRIENTES QUE LIMITAN LA PERSISTENCIA	31
2.7.1. <u>El fósforo</u>	31
2.7.1.1. El fósforo en las plantas.....	31
2.1.1.2. Efecto de la deficiencia de fósforo	31
2.1.1.3. Manejo del fósforo	32
2.7.2. <u>El nitrógeno</u>	33
2.7.2.1. El nitrógeno en los suelos.....	34
2.7.2.2. Fijación biológica de nitrógeno y clima	34
2.7.2.3. Manejo del nitrógeno	35
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	36
3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES.....	36
3.1.1. <u>Lugar y período experimental</u>	36
3.1.2. <u>Información meteorológica</u>	36
3.1.3. <u>Descripción del sitio experimental</u>	36

3.1.4. <u>Antecedentes del área experimental</u>	37
3.2. MANEJO DEL EXPERIMENTO	37
3.2.1. <u>Tratamientos</u>	37
3.2.2. <u>Diseño experimental</u>	38
3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL	38
3.3.1. <u>Variables determinadas</u>	38
3.3.1.1. Porcentaje de germinación	38
3.3.1.2. Peso de mil semillas	38
3.3.1.3. Disponibilidad de materia seca	39
3.3.1.4. Producción de forraje.....	39
3.3.1.5. Tasa de crecimiento promedio.....	39
3.3.1.6. Composición botánica.....	39
3.4. HIPÓTESIS PROPUESTAS.....	40
3.4.1. <u>Hipótesis biológica</u>	40
3.4.2. <u>Hipótesis estadística</u>	40
3.5. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	40
3.5.1. <u>Modelo estadístico</u>	40
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	42
4.1. DATOS METEOROLÓGICOS	42
4.2. PESO DE MIL SEMILLAS Y GERMINACIÓN.....	43
4.3. PRODUCCIÓN DE FORRAJE	45
4.3.1. <u>Evolución del disponible a través del experimento</u>	45
4.3.2. <u>Forraje disponible y tasa de crecimiento promedio en función de acumulación térmica</u>	54
4.4. COMPOSICIÓN BOTÁNICA	61
4.5. CONSIDERACIONES FINALES	65
5. <u>CONCLUSIONES</u>	67
6. <u>RESUMEN</u>	68

7. <u>SUMMARY</u>	69
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	70
9. <u>ANEXOS</u>	78

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Adaptación de algunas especies de leguminosas a las diferentes condiciones de pH del suelo	25
2. Respuesta a la fertilización inicial entre 0 y 80 kg/ ha de P ₂ O ₅ con Fosforita natural y en el segundo año entre 0 y 30 kg/ha de P ₂ O ₅ en distintos mejoramientos	33
3. Peso de mil semillas según especies	44
4. Germinación según especies	44
5. Forraje disponible promedio (kg de MS/ha) y altura (cm) según tratamiento	45
6. Forraje disponible promedio (kg de MS/ha) y altura (cm) según fecha	47
Figura No.	
1. Producción estacional de un raigrás de ciclo corto y dos de ciclo medio.....	4
2. Rendimientos (línea llena) y coeficientes de variación (línea cortada) de praderas.....	8
3. Croquis del sitio experimental	38
4. Registro de precipitaciones media	42
5. Registro de temperatura media.....	43
6. Producción de materia seca a lo largo del período para el tratamiento 1	48
7. Producción de materia seca a lo largo del período para el tratamiento 2	49

8. Producción de materia seca a lo largo del período para el tratamiento 3.....	51
9. Producción de materia seca a lo largo del período para el tratamiento 4.....	52
10. Acumulación de materia seca y tasa de crecimiento promedio en función de la acumulación térmica para el tratamiento 1.....	54
11. Acumulación de materia seca y tasa de crecimiento promedio en función de la acumulación térmica para el tratamiento 2.....	56
12. Acumulación de materia seca y tasa de crecimiento promedio en función de la acumulación térmica para el tratamiento 3.....	58
13. Acumulación de materia seca y tasa de crecimiento promedio en función de la acumulación térmica para el tratamiento 4.....	59
14. Composición botánica del tratamiento 1	61
15. Composición botánica del tratamiento 2	62
16. Composición botánica del tratamiento 3	63
17. Composición botánica del tratamiento 4	64

1. INTRODUCCIÓN

Según Carámbula (2007) es imprescindible lograr que las pasturas sembradas de la región presenten una mayor duración en sus niveles de producción, mediante acciones que desaceleran el proceso de degradación, de esta manera se podrá obtener los mejores resultados económicos posibles.

La duración promedio de las praderas perennes en el Uruguay es de tres a cuatro años, dependiendo ello del manejo de la pastura y las condiciones climáticas. A su vez, las praderas finalizan su vida con muy baja población de leguminosas, lo que en rotaciones con cultivos reduce la residualidad de nitrógeno para los próximos cultivos (Terra y García, 1998).

El objetivo de la renovación de pasturas, es el de restaurar la productividad de las mismas que se encuentran en vías de degradación. Así, se busca lograr la reimplantación de nuevas plantas y/o revigorizar las existentes a través del uso de laboreos superficiales con distintos tipos de implementos, pudiendo haber agregado de semillas dependiendo de la situación particular (García et al., 1988).

Debido a un importante deterioro de las especies sembradas lo que determinó bajas producciones de forraje se decidió proceder a renovar la mezcla original, realizando la intersembrado de una mezcla forrajera compuesta por, *Lolium multiflorum* cv. Winterstar II y *Trifolium pratense* cv. LE 116.

El presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar la producción de forraje y la composición botánica a diferentes grados de intensificación de una mezcla forrajera utilizada en la renovación de una pastura. En cuanto a la situación original, la pradera estaba integrada por *Trifolium repens* cv. Zapicán, *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé y *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERIZACIÓN DE LAS ESPECIES Y CULTIVARES COMPONENTES DE LA MEZCLA

2.1.1 *Lolium multiflorum*

Es una gramínea de abundante producción de forraje, generalmente aún mayor que la de los cereales (Carámbula, 2007).

El raigrás anual se destaca por un muy buen establecimiento y una alta resiembra natural, manifiesta buena producción de forraje en pleno invierno cuando otras especies anuales declinan en sus tasas de crecimiento y un muy buen comportamiento de tolerancia al pulgón verde. A todo esto, debe agregarse la flexibilidad de la especie para liberar el lote temprano en primavera para un cultivo estival, como cultivo con destino a silaje, como doble propósito o bien para promover su presencia en el campo natural (Scheneiter, 2014).

Con referencia a su comportamiento, el *Lolium multiflorum* ofrecido en pastoreos directos se caracteriza por su rusticidad y por ser muy macollador y agresivo, lo que le permite soportar el pisoteo y el diente de los animales, ofreciendo de esta manera un buen piso (mejor que los cereales, dada su amplia cabellera de raíces superficiales) y un alto rebrote (dado su activo proceso de macollaje). Estas características le permiten ser una especie adaptada a pastoreos intensos, manteniendo un excelente rebrote con un gran número de macollas (Carámbula, 2007).

La productividad de raigrás anual como promedio de ensayos de muchas localidades en la región se ubica en el rango de 3,7 y 8,9 t materia seca (MS) ha-1año-1. Si bien no se han identificado las principales variables ambientales que afectan la productividad en cada uno de los sitios evaluados, el raigrás anual tiene una capacidad mayor de crecer con menores temperaturas medias invernales, con respecto a otras gramíneas anuales y perennes, y requiere aportes de agua elevados y estables. Bajo condiciones comparables de manejo, la respuesta productiva del raigrás anual depende en gran medida de la localidad. Algunas referencias indican una escasa interacción genético ambiental del germoplasma adaptado, lo cual evidencia una relativa estabilidad productiva de algunos cultivares disponibles en la región pampeana (Castaño et al., citados por Scheneiter, 2014).

2.1.1.1 Cultivar

El cultivar utilizado fue Winterstar 2 y el obtentor de dicha variedad es Wrightson Pas S.A. Es un raigrás de ciclo anual westerwoldico tetraploide, el cual es utilizado principalmente para verdeos invernales de ciclo medio (6-10 meses) con alta producción invernal. Se caracteriza por ser muy macollador, de hábito intermedio, rápida implantación y por ser de alta calidad y palatabilidad. Se plantean como posibles combinaciones de siembra tanto trébol rojo como blanco (PGG Wrightson Seeds, s.f.).

En base a los datos de la evaluación nacional de cultivares (INIA e INASE, 2017) la producción de forraje total anual es de 11369 kg MS ha⁻¹ lo que corresponde a un 132% respecto al cultivar tomado como media (E284). Los datos conjuntos de los años 2016-2017 muestran una producción anual de 10785 kg MS ha⁻¹, lo que corresponde a un 133% respecto a la media.

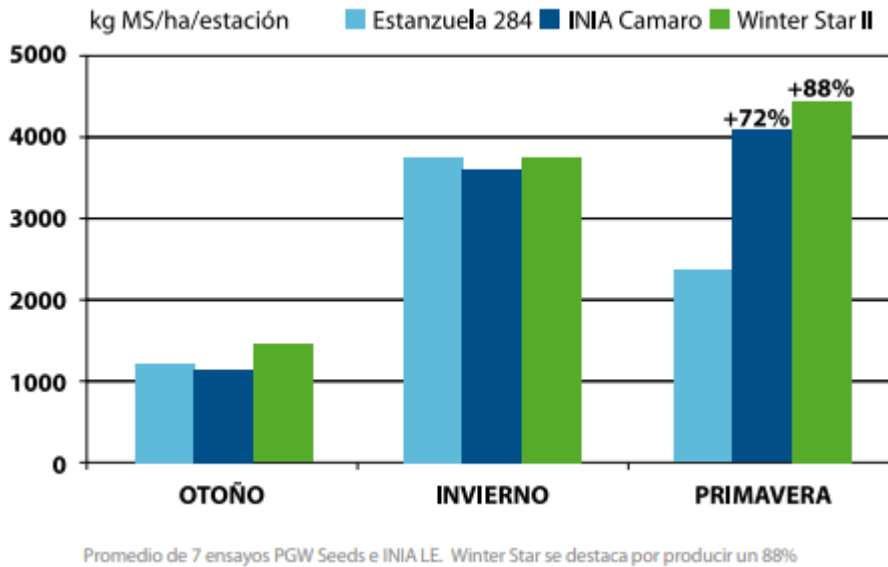
En cuanto a la evaluación de la sanidad del cultivar, obtuvo 10% de área foliar afectada por manchas foliares y 35% de área foliar afectada por roya de la hoja, teniendo una reacción de tipo moderadamente susceptible (INIA e INASE, 2017).

Se recomienda como una opción para los planteos tamberos o de internada intensiva con altos requerimientos de valor nutritivo. Fue mejorado en Nueva Zelanda mediante la combinación de los mejores materiales de producción invernal y una pequeña proporción de raigrases italianos (PGG Wrightson Seeds, s.f.).

En cuanto a su manejo, para obtener el máximo rendimiento es fundamental sembrar temprano en el otoño, a una densidad entre 20 y 25 kg/ha, en línea a una profundidad entre 0.5 y 1 cm. Funciona bien tanto como verdeo anual invernal puro o en mezcla con alguna leguminosa anual. La fertilización recomendada es altas tasas de nitrógeno post pastoreo y realizar pastoreos rotativos para promover un buen rebrote. De todas maneras, gracias a su hábito intermedio de crecimiento se adapta bien a distintos manejos (PGG Wrightson Seeds, s.f.).

Como se observa en la figura 1, posee la ventaja de tener una producción primaveral extendida. La floración ocurre en torno al 22/10, logrando 20 días más de producción forrajera de calidad que LE284. Además gracias a su rápida implantación tiene una alta producción al primer pastoreo producto de una temprana y buena oferta de forraje.

Figura 1. Producción estacional de un raigrás de ciclo corto y dos de ciclo medio



Fuente: PGG Wrightson Seeds (s.f.).

2.1.2 *Trifolium pratense*

El trébol rojo es una leguminosa bianual que presenta muy buena producción invernal, plasticidad para adaptarse a diferentes suelos y rápido vigor inicial, lo cual posiciona a la especie como una alternativa válida a considerar en las praderas cortas (INIA e INASE, 2016).

Si bien es una especie bianual invernal, puede comportarse como trianual y aun como perenne. En cuanto a los suelos, requiere de suelos promedialmente fértiles, con buena profundidad y bien drenados. Presenta un rápido establecimiento, siendo además apropiado para un amplio rango de fechas de siembras y para siembras asociadas. En cuanto a la producción y pastoreo, presenta producción otoño-inverno-primaveral con posibilidad de buenas producciones veranos húmedos y admite pastoreos intensos pero poco frecuentes. Además, entre otras características tiene alta capacidad fijadora de nitrógeno, buena semillazón y un alto valor nutritivo en estado vegetativo. Es susceptible a pisoteo excesivo por corona superficial, a enfermedades de raíz y corona, tiene alto riesgo de meteorismo y no es muy eficiente en su resiembra natural (Carámbula, 2007).

Los trabajos realizados en la especie muestran que el crecimiento de las plantas en otoño-invierno en el primer año son menores a las del segundo año por efecto de la etapa de implantación (Díaz et al., 1996). Por otra parte esta especie se destaca por las muy altas tasas de primavera-verano del primer año, siendo máximas en noviembre siempre, pero el primer año superó al de segundo en un 44%. Esta diferencia se explica, al menos en parte, por los problemas de persistencia que en *Trifolium pratense* ya son importantes en el segundo año (Rebuffo y Alier, citados por Díaz et al., 1996).

Desde el punto de vista agronómico, esta especie puede ser dividida en tres grupos, floración temprana, intermedia y tardía. Las primeras se distinguen por la época de floración y por un crecimiento temprano en primavera con mejor adaptación a pasturas de vida corta, con suelos de alta fertilidad. Los de floración intermedia florecen hasta dos semanas después que los anteriores y tienen una producción primaveral más tardía. Generalmente son más persistentes y tienen un rebrote no del todo satisfactorio. Los de floración tardía florecen cuatro a cinco semanas más tarde que los de floración temprana, tienen mayor persistencia y una producción primaveral tardía, utilizándose principalmente en praderas de vida media a larga. Presentan buen rebrote luego de cortes para conservar (Langer, 1981).

Los cultivares adaptados a climas fríos son de floración tardía y se comportan como perennes, pero en climas templados y más cálidos son de floración intermedia y temprana, ya que el ciclo vital de la planta suele reducirse de tal forma que se comporta respectivamente como bianual e incluso anual (Carámbula, 2007)

Según Muslera y Ratera (1984) para pastoreo se recomienda siempre usarla con una gramínea como *Lolium multiflorum*, cualquiera sea su ciclo, de esta manera se controlará mejor el alto poder meteorizante así como su actividad estrogénica.

Un importante rol del trébol rojo en los sistemas de producción es el de ser sembrado puro, para luego ser cosechado en forma de heno o ensilaje, de manera de reemplazar a la alfalfa cuando los suelos poseen restricciones para utilizarla (Langer, 1990).

2.1.2.1 Cultivar

Como ya se mencionó existen grupos contrastantes de cultivares respecto a su grado de latencia invernal y otros con características intermedias entre ambos. Sin embargo, las diferencias entre cultivares dependen del potencial genético individual, independientemente del grupo de latencia al que pertenezcan (INIA e INASE, 2016).

El cultivar utilizado fue Estanzuela 116. Según Ayala et al. (2010) es seleccionado de materiales introducidos de Nueva Zelanda, se caracteriza por ser diploide, de porte erecto a semierecto, floración temprana, bianual y sin latencia invernal. Posee una destacada precocidad y alta producción total e invernal, característica que lo diferencia de los cultivares con latencia. Su pico de máxima producción se presenta en noviembre.

Este cultivar es muy apropiado para la renovación de praderas, por su rapidez en el establecimiento, debido al vigor de sus semillas. No se caracteriza por su persistencia, recomendándose para rotaciones cortas que requieran altas producciones en corto tiempo. Se recomienda en mezclas con especies de rápido crecimiento y ciclo corto, especialmente con *Bromus catharticus* y *Cichorium intybus* (Ayala et al., 2010).

Según García (1992) es uno de los más productivos considerando el rendimiento total de los dos primeros años. Esto es respaldado por Rebuffo y Altier (1996) quienes encontraron rendimientos para el primer y segundo año de 5300 y 14300 kg MS/ha respectivamente.

Sin embargo, según INIA e INASE (2016) la producción de forraje anual y acumulada para 2014 y 2015 es de 10587 kg MS ha⁻¹ y 12875 kg MS ha⁻¹ respectivamente. De esta manera este cultivar es el que presenta mayores rendimientos de los evaluados.

Sin embargo es un cultivar que no ha logrado salvar el mayor problema de esta especie en el país, la persistencia. Este cultivar no sobrevive luego de la primavera del segundo año, consecuencia de la alta susceptibilidad al ataque de patógenos, siendo la principal causa de muerte la podredumbre de raíz. Es por esto que la producción en el tercer año tiene alta erraticidad, traduciéndose la baja persistencia en un fenómeno que contrarresta la consistente oferta de forraje durante los dos primeros años (García, 1992). Presenta floración temprana (Carámbula, 2007) y abundante siendo capaz de producir buenos rendimientos de semillas, potencial que se ve limitado en Uruguay por dificultades en la polinización con abejas (Ayala et al., 2010).

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS PASTURAS SEMBRADAS EN URUGUAY

2.2.1 Verdeos temporarios y pasturas de vida corta

Los verdeos son cultivos forrajeros anuales que constituyen aportes importantes en la producción de materia seca. Su incorporación en la cadena forrajera permite mantener una oferta de forraje relativamente estable a lo largo del año debido a que ofrecen buenas producciones de materia seca y de

calidad cuando las pasturas naturales disminuyen su producción (Gallero, 2015).

Dado el impacto que produce la inclusión de los verdeos en los resultados físicos y económicos de la empresa (aumento de costos directos) resulta necesario utilizarlos con la máxima eficiencia posible (Gallero, 2015).

Para lograr la máxima eficiencia los verdeos deberán ofrecer rendimientos elevados de materia seca de buena calidad en momentos en que las pasturas cultivadas sean incapaces de cubrir los requerimientos animales. Los rendimientos totales anuales y su distribución son variables de acuerdo con distintos factores pero se destaca la notoriedad de la variación entre los distintos cultivares anuales utilizados (Carámbula, 2007).

El momento en el cual el sistema requiere el pasto o tiene el déficit forrajero es de suma importancia al momento de elegir la especie y cultivar a utilizar. También se debe tener en cuenta el tipo de suelo, su fertilidad, época del año en que se necesita el forraje, sistema de producción (Gallero, 2015).

Alguna de las características principales que presentan estos cultivos es que poseen fácil implantación y manejo, teniendo cosechas de alta productividad en un corto periodo de tiempo (Carámbula, 2007).

2.2.2 Factores que afectan la productividad y estabilidad de las praderas

Si bien se sabe que la vida o duración de una pastura cultivada no puede ser mantenida por tiempo indefinido, lo cierto es que como regla general las pasturas sembradas en el Uruguay se pierden a temprana edad (Carámbula, 1991).

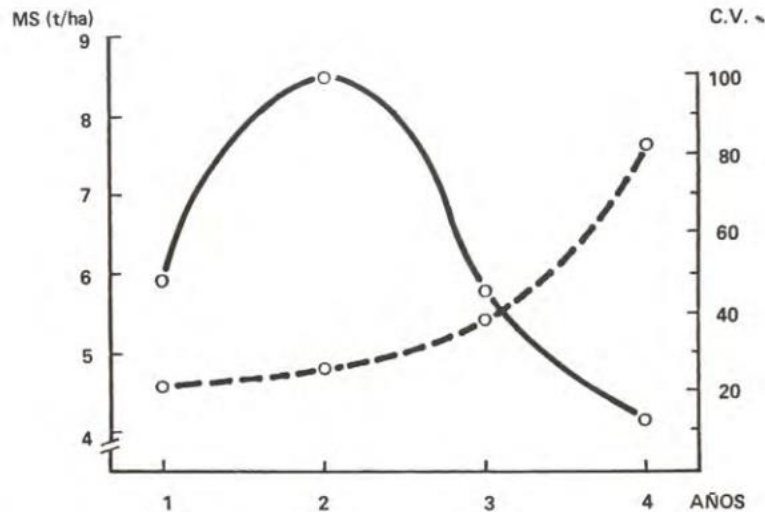
La producción pecuaria del país está limitada principalmente por la producción y calidad de las pasturas naturales. Sin embargo, Uruguay tiene condiciones excelentes para la producción de forraje a lo largo del año. Varios resultados experimentales indican que las praderas convencionales permiten obtener altos rendimientos de forraje de calidad (UdelaR. FA, 1997).

Según García et al. (1981) existen claros problemas de persistencia de las pasturas sembradas en el país. En promedio las praderas alcanzan un pico máximo de producción en el segundo año, comenzando luego un periodo de declinación que se manifiesta en rendimientos decrecientes.

Es así, tal como se observa en la figura 2, que a partir del tercer año comienzan a desaparecer las especies sembradas, determinando espacios libres en el tapiz donde avanzan malezas y gramilla (Carámbula, 1991).

De esta manera resulta claro el problema de persistencia o de mantenimiento de los rendimientos y que esto depende, en buena medida, de la permanencia vigorosa del componente leguminosa (García et al., 1981).

Figura 2. Rendimientos (línea llena) y coeficientes de variación (línea cortada) de praderas



Fuente: Carámbula et al., citados por García et al. (1981).

En lo que refiere a la reducción de la productividad de las praderas luego del segundo año, la misma es resultado principalmente de la pérdida de leguminosas, mayor enmalezamiento, compactación superficial, etc. Una vez que se alcanza etapas avanzadas de este proceso de degradación, se pueden evaluar dos alternativas diferentes: 1) eliminar la vegetación existente mediante laboreo del suelo para hacer un cultivo u otra pastura, 2) apostar por la renovación de la pradera reimplantando especies y recuperando su potencial productivo. En sus estudios, Vega (1983) mostró que existen posibilidades de restaurar la productividad de distintas praderas degradadas. Ante los conocimientos y disponibilidad actual de herbicidas y maquinaria especializada se abre una nueva ventana que permite visualizar la posibilidad de lograr la restauración periódica de la productividad de las praderas sin llegar a la roturación (Risso, 1995).

2.2.3 Distribución de forraje

La distribución varía de acuerdo a las distintas pasturas que se pueden considerar. Los verdes de invierno cambian su producción de acuerdo sean sembrados puros o en mezclas. En el caso del raigrás concentra su producción

en invierno y primavera si es sembrado puro y en mezclas con avena permite elevar la producción otoñal (Carámbula, 2007).

En lo que refiere a las praderas convencionales y constituidas por mezclas de gramíneas y leguminosas de ciclo invernal y estival, su menor producción se registra en verano, determinando la época de mayor carencia forrajera. La entrega superior del invierno respecto al verano es dado por la mayor fertilidad de los suelos en cuestión. Mientras tanto, la época de mayor producción (40%) es durante la primavera, época en donde las tasas de crecimiento son máximas y la mayoría de las especies se encuentran en la etapa reproductiva. Por otra parte, es conveniente resaltar que durante el otoño se da un periodo de déficit forrajero que limita las producciones animales, dado que en este momento las pasturas sembradas se recuperan del periodo estival, los verdeos inician su primer desarrollo y los sorgos finalizan su ciclo productivo (Carámbula, 2007).

Las praderas mezclas como las de festuca, lotus y trébol blanco sufren una pérdida de producción luego del segundo año. Tal es así que estas praderas llegado su cuarto año de vida (praderas viejas) producen 5 ttMS/ha, con una distribución del 18% en el otoño, 14% en invierno, 55% en primavera y 13% en verano (Risso, 1995).

Tanto la mezcla tradicional de raigrás-avena, como las mezclas forrajeras de ciclo corto formadas por raigrás y trébol rojo permiten alcanzar una alta producción en el primer otoño-invierno. Contrariamente, las mezclas de ciclo largo formadas por festuca, trébol blanco y Lotus, han demostrado tener un rendimiento notablemente inferior (Rebuffo, 1988).

2.3 IMPLANTACIÓN DE PASTURAS

La fase de implantación de una pastura es de suma importancia por ser una etapa crítica, en donde los resultados de la misma harán posible o no la utilización del medio ambiente en su totalidad por un periodo de tiempo considerable. Es imprescindible poner atención en un conocimiento detallado del pH del suelo, su nivel de fertilidad (contenido de fósforo) así como su contenido de materia orgánica. Esta serie de datos nos permitirán lograr pasturas con poblaciones de gramíneas y leguminosas bien equilibradas, con ausencia de enmalezamientos, alta estabilidad y persistencia de las mismas (Carámbula, 2007).

Según Formoso (1983) una correcta implantación es fundamental para lograr la persistencia de cualquier pastura, no puede haber persistencia si las plantas no se establecen satisfactoriamente.

Los factores principales involucrados en la implantación de pasturas son, el medio ambiente (clima y suelo), la calidad de la semilla (germinación e impurezas), los métodos de siembra (densidad y distribución) y el ataque de enfermedades, plagas, hongos e insectos (Formoso, 2007).

Resultados obtenidos por Brito del Pino et al. (2008) evaluando implantación de pasturas en diferentes situaciones, obtuvieron en promedio valores del 30%. En lo que corresponde a gramíneas del tipo perenne, se concluye que la mayor implantación para obtener una pradera con buena persistencia se logra sembrando en línea, con antecesores como sorgo, moha o soja, y que en la mezcla no se incluya otras gramíneas anuales.

El establecimiento de una pastura por lo general requiere de mayor destreza y cuidado que el necesario para muchos cultivos agrícolas. El mismo es costoso y dada la ocupación de la tierra por las mismas durante varios años, los errores cometidos durante el primer año afectarán la producción por un periodo considerable de tiempo. La elección de la técnica está determinada por las condiciones locales; las variaciones de clima, suelos y equipo agrícola son factores que afectan de manera relevante. Más allá de la técnica utilizada se deberán ajustar a principios bien definidos. Los mismos son la destrucción de la vegetación anterior, preparación de una sementera adecuada de rápido establecimiento de las especies sembradas, nutrición vegetal adecuada, así una buena elección de semilla, época y método de siembra adaptados a condiciones locales y por último manejo temprano cuidadoso (Langer, 1981).

En lo que corresponde a los sistemas de siembra, la siembra en líneas tiene la ventaja de que la semilla puede ser colocada en la parte húmeda del suelo, a una profundidad pareja y próxima al fertilizante. Las desventajas del método es que las filas espaciadas dan una pobre cobertura inicial del suelo, pudiendo haber invasión de malezas. Por otro lado, la siembra al voleo tiene como principales ventajas, la rapidez, sencillez, y el poder lograr una rápida cobertura del suelo. Las desventajas que presenta son, la emergencia lenta y despereja de las plántulas, la mayor cantidad de semillas que requiere y la menor eficiencia del uso de fertilizante (Formoso, 2007).

Estudios realizados por Mínima, citado por Carámbula (2007), determinaron que sembrando la gramínea en línea a 15 cm y las leguminosas al voleo en la entre línea, logró un incremento de la producción de un 23% mientras que la densidad de siembra se redujo en un 30%.

Experimentos llevados a cabo por Díaz y Moor (1980) constataron que no existen diferencias significativas entre los distintos métodos de siembra, dosis y ubicación del fertilizante en los rendimientos. Pero el método

convencional (siembra y fertilización al voleo) presentaron un alto porcentaje de leguminosas (68%), en cambio la siembra y fertilización en línea de las especies a 15 cm produce en forma similar al método convencional pero con menor porcentaje de leguminosas (49%) y menos de la mitad del fertilizante.

Tomando en cuenta la calidad de las semillas, una buena semilla asegura la mejor instalación de la pastura, un mejor comportamiento durante su desarrollo, una mayor resistencia a enfermedades y adversidades climáticas y una mayor producción de forraje (Carámbula, 2007).

El tamaño o peso individual de las semillas tiene efectos muy importantes sobre el comportamiento de sus plántulas habiéndose demostrado ventajas de las semillas grandes sobre las chicas, de tal manera que el crecimiento de las plántulas es directamente proporcional al peso de las semillas (Formoso, 2007).

Otro factor que afecta la implantación es el ataque por plagas y enfermedades, lo cual será tanto menos trascendente cuanto más favorable sean las condiciones ambientales y más rápido se cumplan los procesos de germinación, emergencia e instalación de las plántulas (Altier, 2010).

Según Altier y Maeso (2005) las enfermedades que afectan a la implantación pueden ser causadas por patógenos del suelo o presentes en la semilla. Condiciones de excesos de lluvias, alta humedad del suelo y bajas temperaturas facilitan la infección por especies de los géneros *Pythium* y *Phytophthora*, que pueden provocar la podredumbre de semillas y de las raíces de las plantas durante su germinación. Como consecuencia se producen fallas en la emergencia, muerte de plántulas una vez emergidas, o se observan plántulas con escaso vigor; el establecimiento de las leguminosas puede verse severamente comprometido.

Tal como se mencionó anteriormente el conocimiento de la fertilidad del suelo resulta de suma importancia a la hora de implantar una pastura. Se debe conocer el estado actual del suelo para poder definir ciertas acciones que permitan lograr una buena producción de forraje y persistencia de las plantas. El fósforo es un nutriente primordial para el desarrollo de las leguminosas debido al alto porcentaje de proteína de las mismas en relación a las gramíneas. Por lo tanto, cuando se busca instalar una leguminosa exitosamente la fertilización fosfatada es primordial. Cuando se busca implantar una leguminosa en conjunto con una gramínea se deberían conciliar de la manera más eficiente posible tanto los efectos positivos del nitrógeno como del fósforo sobre ambas plantas. Cuando se busca la implantación de una pastura se recomienda la utilización de fertilizantes binarios en el surco (Carámbula, 2007).

2.4 VÍAS DE DEGRADACIÓN DE LAS PASTURAS

Muchos factores afectan en la vida de una pastura y provocan un descenso en la productividad de la misma a partir del tercer año, agravado o amortiguado en base a las variables de manejo aplicadas (UdelaR. FA, 1997).

Cuando ocurre esto, ya sea por manejo o variables ambientales, la vegetación puede dirigirse en diferentes direcciones, fundamentalmente de acuerdo con el banco remanente de material genético presente en el tapiz del suelo (Carámbula, 2007).

Según Bates (1948), 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 las mismas, muchos de ellos desfavorables y que condicionan en cierta medida la existencia de un proceso de degradación natural.

Según Carámbula (2007) los aspectos involucrados en el proceso de degradación de las pasturas son: a) aumentos progresivos en la densidad de macollos, las cuales a su vez presentan pesos individuales menores y sistemas radiculares más superficiales; b) acumulación progresiva de un mantillo de materia orgánica sobre el horizonte superficial del suelo; c) desarrollo de un horizonte superficial del suelo compactado principalmente por pisoteo y una mayor sensibilidad en los períodos de déficit hídrico y de incremento del número de áreas de sitios vacíos que promueven un grado de enmalezamiento mayor y un aumento en la población de gramíneas ordinarias generalmente gramilla.

Las vías de degradación son diferentes según la historia previa del suelo, el nivel inicial de gramilla y el tipo de mezcla forrajera sembrada. En base a esto es posible distinguir las correspondientes situaciones contrastantes de degradación (García et al. 1981, García et al. 1988).

La tendencia que tienen las leguminosas a desaparecer originará pasturas de diferentes características según el tipo de suelo e historia previa del potrero y constitución e implantación de la mezcla. En función de esto, se pueden distinguir tres situaciones contrastantes de degradación: evolución a campo natural, evolución a dominancia de gramíneas perennes, principalmente festuca, evolución hacia la dominancia de gramilla (UdelaR. FA, 1997).

2.4.1 Evolución a campo natural

Este proceso ocurre en aquellos suelos que no tienen historia agrícola previa, tales como en las regiones ganaderas donde las praderas se instalan

sobre campo natural o con muy pocos cultivos previos generalmente algún verdeo invernal (UdelaR. FA, 1997).

En la mayoría de los casos se rompe campo y se siembra un avenal, para recién al segundo año sembrar una pastura. Por esto, muchos órganos subterráneos de las especies pratenses residentes permanecen vivos lo que permite que luego se recuperen sin dificultades y a los pocos años dominen nuevamente la vegetación junto con algunas malezas de los géneros *Baccharis* o *Eryngium* (Carámbula, 2007).

Esta regeneración se registra tanto, más rápido, cuanto más alta sea la frecuencia de géneros nativos agresivos como *Axonopus* y *Paspalum* sp. en suelos arenosos y *Stipa* sp. 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., 1981).

2.4.2 Evolución a dominancia de gramíneas perennes, principalmente festuca

Según Carámbula (2007) los denominados “festucales” se generan a partir de praderas donde se consigue una buena implantación de la gramínea perenne y se da por lo general en suelos de fertilidad media a alta.

La gramínea perenne, en este caso festuca, es favorecida por el aumento de la fertilidad y por el incorrecto manejo del pastoreo, por lo cual tiende a endurecerse y a formar maciegas las cuales son rechazadas por los animales, los que persiguen a las pocas leguminosas presentes (Carámbula, 2007).

2.4.3 Evolución hacia la dominancia de gramilla (gramillares)

Las regiones del litoral y litoral-Sur del país, por su previa y actual intensidad de uso del suelo en explotaciones agrícolas o lecheras, tienen una alta incidencia de gramilla. La instalación de praderas permanentes sobre chacras que conservan rizomas y estolones de gramilla, traen como consecuencia la sustitución de la pradera por un gramillar (UdelaR. FA, 1997).

Estas situaciones llevan a que en muchos establecimientos sea frecuente al final del segundo año de la pastura encontrar 80% del área cubierta por gramilla, con los consiguientes decrementos en cantidad y calidad del forraje producido anualmente, así como una nula producción invernal (García et al., 1981).

La evolución de pasturas hacia gramillares se debe fundamentalmente a diversas causas, todas ellas con registro de alta probabilidad de ocurrencia:

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 manejo del pastoreo desacertado, particularmente en los meses de verano (Carámbula, 2007).

2.5 RENOVACIÓN DE PASTURAS

El objetivo primero de la renovación, entendida como una herramienta de manejo, es el de restaurar la productividad de las pasturas en vías de degradación. Se busca lograr la reimplantación de nuevas plantas y/o revigorizar las existentes a través del uso de laboreos superficiales con distintos tipos de implementos, pudiendo haber agregado de semillas dependiendo de la situación particular (García et al., 1981).

Noya (1990) define la intersiembra de pasturas como una metodología donde se implantan especies forrajeras sobre una pradera deprimida, con el fin de que las mismas sean más productivas, equilibradas y adquieran menor estacionalidad.

Comúnmente se utiliza la renovación cuando la pastura ya presenta síntomas serios de deterioro, buscando así que la acción correctiva aplicada le aporte productividad y estabilidad a la misma. Sin embargo, se debería entender a la renovación como un rol casi normal o de rutina (Carámbula, 2007).

La renovación de pasturas posee ciertas ventajas frente a la siembra tradicional como son una rápida respuesta en producción de forraje y utilización, menor costo de establecimiento, una menor alteración de las características químicas del suelo, etc. (Torres y Cisternas, citados por Keim, 2009).

La producción de forraje y la calidad de una pastura decrecen a medida que ésta envejece (proceso de degradación). Es así que este proceso debe ser enfrentado por el proceso de renovación a los efectos de retrotraer la vegetación a las primeras etapas de una sucesión vegetal. En muchos casos, se hace necesaria la resiembra de las leguminosas en mezcla con gramíneas para poder ofrecer una pastura con un buen balance forrajero en cantidad y calidad (Carámbula, 2007).

2.5.1 Criterios generales a tener en cuenta en la renovación de pasturas

Previo a la decisión de renovar o revitalizar el mejoramiento se deben realizar ciertas observaciones que permitan diagnosticar en forma clara y precisa el estado actual de la pastura. A tales efectos se deberán considerar

aspectos relacionados a la composición botánica (presencia de especies introducidas, malezas) así como las condiciones del suelo (fertilidad, compactación). En este sentido es posible que por las distintas condiciones que se puedan llegar a presentar en cada situación haya soluciones o técnicas planteadas que sean muy diferentes entre sí (Carámbula, 2007).

Según Amadeo (2001) este sistema de mejoramiento es recomendable en distintas situaciones: En suelos que no permitan labranzas convencionales por sus limitaciones edáficas, cuando se desea prolongar la vida de una pastura cultivada o se pretende incrementar la producción total de forraje incorporando especies de mejor calidad y más resistente a enfermedades. También, si es necesario mejorar la fijación del nitrógeno incorporando leguminosas con rizobios seleccionados, si no existe buena cobertura vegetal, cuando se busca proteger la semilla de los factores ambientales (temperatura, humedad, etc.) en la implantación, cuando la cantidad de malezas perennes o las especies de verano impiden o reducen la producción de pasto invernal y luego de una sequía, incendio o sobrepastoreo.

Existe una gran variabilidad de respuestas ante la aplicación de iguales criterios en diferentes suelos y pasturas. Hay interacción entre estos dos componentes lo que determina que cada combinación tenga características particulares, requiriendo así técnicas específicas para cada proceso de degradación. Tal es así que por ejemplo sobre una pradera de festuca no se hallaron respuestas a las distintas técnicas empleadas mientras que en situaciones de una pradera vieja de alfalfa o una pradera invadida por *Cynodon dactylon* si las hubo. Esto puede deberse a las características propias de las plantas de festuca, tales como el sistema radicular y la tendencia a formar maciegas las cuales deberían ser tomadas en cuenta en trabajos de renovación para lograr aumentos sustanciales de producción (Arrospide, 1980).

2.5.2 Factores asociados a la eficiencia de la renovación

2.5.2.1 Elección de especies

Dentro de las decisiones más importantes cuando se trata de instalar o renovar una pastura es elegir correctamente las especies y sus cultivares. El conocimiento de los rendimientos, la producción estacional y la calidad del forraje que es posible obtener con las diferentes especies y cultivares son importantes atributos a la hora de decidir cuáles usar (García, 2003).

Es de suma importancia que las especies a introducir posean una muy buena habilidad para escapar de las condiciones iniciales de sombra. Es por esto que deberían presentar un grado alto de plasticidad morfológica, a través de la extensión rápida de sus órganos aéreos tales como hipocótilo,

entrenudos, pecíolos y láminas, lo que les permitirá, con menos dificultades, competir con las plantas residentes. A su vez sugiere como de carácter fundamental que las plántulas extiendan velozmente sus radículas y raíces primarias, ya que este comportamiento impedirá que las pequeñas plantas en crecimiento sucumban en situaciones de disponibilidad restringida de humedad o ante la factibilidad de registrarse sequías (Carámbula, 2007).

Hertel et al., citados por Vega (1983) afirman que *Trifolium pratense* es una de las especies que presenta una baja susceptibilidad al sombreado. A su vez menciona que el mismo también ha mostrado buen comportamiento cuando se incluye en tapices de *Festuca arundinacea*.

Trifolium pratense cultivar Estanzuela 116 tiene 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. Siendo así muy apropiada para renovación de pasturas (García et al., 1991).

Diversos estudios en mejoramiento de campo natural realizados por Bermúdez et al. (1996) determinaron la implantación para cuatro diferentes gramíneas (*Lolium* sp. *Holcus* sp. *Dactylis* sp. y *Festuca* sp.) donde se utilizaron diferentes métodos de acondicionamiento del tapiz (pastoreo, disquera y herbicida). Los mismos, obtuvieron los mejores resultados de implantación con el uso de disquera y en el caso del pastoreo los mejores resultados se obtuvieron para *Lolium* sp. y *Dactylis* sp.

2.5.2.2 Condiciones del ambiente a la siembra

Carámbula (2007), pone de manifiesto la importancia de pequeños espacios, “nichos”, fundamentales para que las especies pratenses puedan extenderse y colonizarnos. Los mismos deben proveer luz, temperatura y humedad apropiada que facilite la generación y sobrevivencia de plantas. Una de las características importantes de un nicho es dar las condiciones en que la competencia haya sido reducida convenientemente o que simplemente esté ausente por un periodo de tiempo prudencial.

Álvarez y Apolinario (2012) en estudios realizados en la tesis de grado manifiestan que debido a condiciones ambientales poco favorables por una época de siembra tardía, la renovación no tuvo éxito ya que las especies no pudieron implantarse de forma correcta. Esto se debió a que presentaron un vigor inicial bajo por lo que no pudieron competir con el tapiz, el cual estaba dominado por *Trifolium repens* y malezas, las que aprovecharon con más eficiencia la fertilización realizada.

Con respecto al periodo a realizar las intersembras, otoño se muestra como lo más conveniente, siendo a su vez lo más temprano que las lluvias lo permitan. Esto es importante ya que el suelo posee altas temperaturas posibilitando así un rápido desarrollo inicial. Por otro lado también es importante que haya buenos niveles de humedad y que la superficie del suelo se mantenga húmeda (Amadeo, 2001).

Según Bermúdez et al. (1996) atrasos en la fecha de siembra desencadenan condiciones que enlentecen la germinación y el crecimiento inicial de las especies sembradas además del riesgo de heladas. Sin embargo, siembras muy tempranas posee el inconveniente de que el tapiz estival se encuentra en activo crecimiento y existe riesgo de déficit hídrico.

La etapa de germinación e implantación de las especies a introducir es crítica, ya que la alta mortalidad de plántulas se debe a la acción de varias causas, como competencia por el tapiz ya establecido, así como la depredación, la ocurrencia de enfermedades y plagas, microorganismos o sustancias alelopáticas (Bermúdez et al., 1996).

Según Formoso (2007), estudios realizados en La Estanzuela (2001 al 2005) y evaluando la implantación de diferentes especies forrajeras sobre suelos compactados, contrastándolo con suelos no compactados, registra que *Lolium multiflorum* cv. LE 284 fue la única especie que no alteró el área cubierta debido a la compactación del suelo, entre los tratamientos extremos de siembra sobre suelos compactados en comparación con los sin compactar se verificaron diferencias muy importantes en el área cubierta: 63% en trigo y 52% en *Festuca arundinacea*, 69%, 38% y 23% para *Medicago sativa*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* respectivamente. Las depresiones de rendimiento fueron de 79%, 66%, 34%, 91%, 80% y 92% para *Festuca arundinacea*, *Dactylis glomerata*, *Trifolium repens*, *Trifolium pratense*, *Lotus corniculatus* y *Medicago sativa* respectivamente. La compactación puede alterar drásticamente la precocidad, por lo tanto, cuando se estiman las producciones de forraje, por lo menos en predios intensivos este factor debería ser ponderado especialmente, *Trifolium pratense* especie muy utilizada por su precocidad, deprime fuertemente su producción inicial por compactación.

2.5.2.3 Incidencia de la fertilización fosfatada

La condición en que se encuentra una pastura en un momento dado determinará a posterior su respuesta a la fertilización con fósforo. Esta realidad resulta ser de gran incidencia muy especialmente en los casos en que el objetivo sea renovar una pastura en vías de degradación (Carámbula, 2007).

Ciertos niveles de fósforo no muy altos permiten una buena implantación de las leguminosas, no existiendo grandes diferencias en la persistencia de estas por dosis iniciales mayores a 80 - 120 kg/ha de P₂O₅ siempre que se refertilice. La respuesta a la fertilización inicial en producción de materia seca continua hasta niveles mayores, tendiendo a estabilizarse en años posteriores para todos los niveles cuando se hacen refertilizaciones anuales (Castro et al., 1981).

Según Carámbula (2007) al no elevarse el nivel del fósforo al adecuado provoca una mala implantación, a su vez la ausencia de refertilizaciones es marcada como una de las causantes de la falta de persistencia de las pasturas, así como de no crear un mejor ambiente para la inclusión por interseembra de gramíneas en una segunda etapa de los mejoramientos.

La respuesta a la refertilización fosfatada por si sola es cada vez menor a medida la pastura envejece. Sin embargo, de decidirse por la renovación de dicha pastura, la respuesta a la refertilización de la misma será mucho mayor (García et al., 1981).

Estudios realizados sobre diferentes leguminosas con densidades y fertilizaciones crecientes en un mejoramiento denotan que existe una respuesta en el aumento de la densidad de siembra y en la fertilización fosfatada inicial, generando esto establecimientos más uniformes y precoces y un mayor rendimiento inicial de forraje. Por lo tanto, esto es de carácter fundamental para resolver las malas condiciones que deben afrontar las plántulas de las especies introducidas en la renovación, como también brindar forraje en forma temprana (Risso, 2005).

2.5.2.4 Métodos de renovación para el control del tapiz e interseembra de especies

Cuando se desea realizar una renovación, es necesario determinar el porcentaje de la pastura degradada que debe ser suprimido, para controlar la competencia de la vegetación existente y favorecer la implantación de la resiembra. Al suprimirse totalmente la pastura degradada, si bien se elimina la competencia de la vegetación residente, también la protección que puede ejercer la misma sobre las semillas germinando y las pequeñas plántulas introducidas, ya que las mismas quedan en suelo desnudo y expuestas a grandes variaciones de temperatura y humedad. En contraposición cuando no se suprime la pastura, ésta puede ejercer una alta competencia sobre las pequeñas plántulas, aunque su función protectora pueda ofrecer ventajas muy importantes. Es por ello que, entre estos extremos, es factible la aplicación de ciertos métodos de resiembra intermedios exitosos para las condiciones de la región (Carámbula, 2007).

Métodos mecánicos: según Risso, citado por Frontini y Miller (1999), el utilizar herramientas mecánicas logra disminuir la competencia, favoreciendo así los nichos y asegurando un mejor contacto semilla - suelo. La siembra con máquinas de zapatas o de siembra directa permite ubicar a la semilla y el fertilizante en una banda angosta, lo cual favorece un mejor contacto semilla - suelo y una mejor cercanía semilla - fertilizante. Así mismo los distintos órganos de estas máquinas ejercen una función positiva a romper la compactación superficial, desagregar el suelo en la línea de siembra y compactar el suelo desagregado alrededor de la semilla.

En aquellos lugares donde domina un tapiz muy denso es necesario la implementación de laboreo mínimo para provocar la destrucción de porcentajes variables del tapiz, de acuerdo con la densidad de la vegetación, el tipo de implemento y la efectividad que se desee lograr por parte de este método, a través del peso del equipo, del trabazón y la velocidad de trabajo. Por lo general con destruir entre el 30 y el 40% del tapiz es satisfactoria la respuesta. (Carámbula, 2007).

Bermúdez et al. (1996) en un experimento sobre un mejoramiento de *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens* de tres años en el que se sembraron cuatro gramíneas, evaluando diferentes herbicidas y métodos de implantación (cobertura y siembra directa a discos y a zapatas), encontraron que los mejores resultados en población de plantas, peso de la parte aérea y raíces de gramíneas se encontraron en la utilización de máquinas de siembra directa, correspondiéndole a la máquina de abre surcos a zapatas muy buen comportamiento.

Según otros estudios realizados en INIA La Estanzuela, no se detectaron diferencias entre las distintas maquinarias utilizadas (cincel con púas renovadoras, excéntricas, zapatas, zapatas cruzadas) en la renovación de una pradera de festuca. Por otra parte, se observó que los laboreos iniciales con cincel y excéntrica se mostraron como los más adecuados para la renovación de la pradera engramillada. Además, el empleo de disqueras para promover la resiembra natural en el tercer año no tuvo un efecto claro. Su uso parecería ser favorable para *Lotus corniculatus* no así para *Trifolium pratense* (Vega, 1983).

Herbicidas: para lograr el éxito en la utilización del herbicida para la resiembra de una pastura es necesario que la misma sea sometida a un pastoreo intenso de acondicionamiento y esperar su rebrote luego de las primeras lluvias otoñales, así se asegura que la pastura se encuentre en pleno crecimiento vegetativo por lo que se evitaren crecimientos acumulados con cantidades importantes de restos pajizos y macollos en floración (Carámbula, 2007).

Terra y García (1998) realizaron estudios sobre una pradera, por medio de diferentes dosis de glifosato, fertilización y resiembra de especies. Los mismos, encontraron que es posible renovar con aplicaciones de glifosato, refertilización y resiembra sobre una pradera engramillada. Más allá que la duración del efecto en el ensayo fue menor que una siembra con laboreo convencional, si se considera que la situación inicial era la de una pradera con muy baja producción y engramillada en exceso, se deberían esperar buenos resultados en praderas bien manejadas, cuando comienza a aparecer gramilla, alrededor del tercer año y poniendo el foco sobre las zonas con alta infestación de gramilla.

A su vez Terra y García (1998) concluyen que con dosis bajas de glifosato se logró mejorar la competitividad de las leguminosas a corto plazo, mientras que a dosis altas se elimina todo el tapiz existente lo que permite en el largo plazo un aumento del área ocupada por especies valiosas y por lo tanto mayor producción de forraje en momentos críticos y de mejor calidad.

Pastoreo: tiene como objetivo principal limitar la cobertura vegetal y la competencia al momento de siembra y en los primeros estadios luego de la misma. Además debe permitir la efectiva llegada de la semilla al suelo y generar nichos adecuados. Se debe tener en cuenta que puede ser utilizado para potencializar otros tratamientos ya que aumenta la eficiencia del herbicida, y facilita los laboreos mecánicos (Frontini y Miller, 1999).

Se recomienda efectuar tratamientos de debilitamiento, mediante pastoreos intensos de verano y principios de otoño, así mismos no se realizan con muchos meses de anticipación ni se prolongan por mucho tiempo. Con este manejo se busca debilitar momentáneamente la vegetación, por lo tanto de realizarse por mucho tiempo, puede promover la formación de un tapiz vegetal rastroso que competirá en mayor grado sobre las semillas germinadas (Carámbula, 2007).

Según estudios citados por Carámbula (2007) las gramíneas y leguminosas se comportan de forma diferente frente a diferentes niveles de debilitamiento del tapiz. Por lo general las leguminosas se ven favorecidas por los debilitamientos intensos del tapiz mientras que las gramíneas por el uso de herbicidas.

En aquellos casos donde mayoritariamente hay especies de porte postrado, se deberá dejar descansar a las pasturas para que compitan por luz y se desarrollen en sentido vertical, de modo que luego del arrase pre siembra dejen áreas con suelo desnudo sin perder el efecto beneficioso de la cobertura gracias a los restos secos que quedan (Milot, citado por Fernández et al., 1994).

En la mayoría de los casos no se requiere un arrase extremo del tapiz vegetal, 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 (Risso, 2005).

Quema: al ser un método muy agresivo para eliminar la competencia del tapiz, se utiliza en casos en que la pastura esté endurecida o cuando otros métodos no tengan efecto (pastoreo y herbicida), teniendo en cuenta el nulo costo de su aplicación (Fernández et al., 1994).

Más allá de que se ha demostrado muchas veces que la quema bajo ciertas circunstancias presenta características favorables, básicamente cuando se llega al momento de la siembra con excesos de forraje, es evidente que su aplicación puede presentar serios inconvenientes de practicidad y manejo, y en particular problemas de promoción de malezas agresivas como *Eryngium horridum* y *Baccharis coridifolia* (Carámbula, 2007).

2.5.2.5 Métodos de siembra

Tanto la intersiembra como las coberturas son técnicas que deben ser utilizadas en suelos con limitaciones en su uso agrícola y suelos no agrícolas donde puede usarse maquinaria. Las dos opciones mejoran el tapiz sin provocar alteraciones graves (Noya, 1990).

Siembras en cobertura: debería aplicarse principalmente para aquellas pasturas poco densas y con buena disponibilidad de humedad sobre todo en la época en que realiza la resiembra. Por lo general se obtiene un menor porcentaje de implantación aunque si se cuenta con condiciones favorables, el mismo puede ser aceptable dado el bajo costo de implementación. La mayor dificultad de este método es que las semillas no tienen un buen contacto con el suelo y muchas de ellas caen en la vegetación residente, o sobre restos secos que las mantienen aisladas del suelo. Es por esto que se deberá ser cuidadoso y siempre se tratará de controlar previamente lo mejor posible, la mayoría de la pastura en proceso de degradación. Por último, se debe tener en cuenta que aunque se alcance el éxito con una resiembra en cobertura, las plántulas logradas serán menos vigorosas que con los otros métodos (Carámbula, 2007).

Siembras con máquinas a zapatas o siembra directa: con este método se permite lograr con más éxito la implantación sobre todo en casos en que se busca la renovación con gramíneas, que se cuenta con alto grado de compactación y que posee una capa de residuos vegetales que se busca mantener. Como se mencionó anteriormente estos métodos permiten mejorar el contacto semilla – suelo y a su vez mejor cercanía de la semilla con el fertilizante. En cuanto al comportamiento de ambas máquinas, se debe destacar

que la siembra a zapatas normalmente no requiere la aplicación de herbicidas previo a su pasaje y alcanza con realizar previamente pastoreos rasantes, mientras que la siembra directa requiere necesariamente la aplicación de un herbicida (Carámbula, 2007).

2.6 PERSISTENCIA DE LAS PASTURAS

La persistencia como concepto agronómico se traduce en la constancia de los rendimientos y de la calidad de especies sembradas dentro de un equilibrio dinámico de balance entre las mismas y la vegetación residente (Carámbula, 2007).

La instalación de una pradera genera un cambio drástico en el medio ambiente, produciéndose la sustitución de un conjunto de especies en equilibrio natural por una mezcla de pocas especies (Arrospide, 1980).

La base de las pasturas sembradas en todo el mundo, se compone por un número limitado de especies forrajeras, que se encuentran en una gran diversidad de escenarios y ambientes, debiéndose adaptar a suelos y condiciones climáticas muy diferentes a las de su lugar de origen. Especies a las cuales se les ha hecho un proceso de selección basado en el aumento de producción y no siempre en la persistencia. Así es que éstas deben enfrentarse a especies autóctonas adaptadas a permanecer en ese ambiente (Arrospide, 1980).

La falta de persistencia en las pasturas perennes generalmente se presenta con una disminución de las leguminosas sembradas, mientras que las gramíneas permanecen en poblaciones poco variables, aunque ofreciendo rendimientos menores a medida que aumenta la edad de la pastura. Al ir desapareciendo las leguminosas, sus nichos van siendo ocupados progresivamente por plantas invasoras tales como malezas y gramíneas ordinarias, muchas veces anuales (Carámbula, 2007).

Cuando se da una pérdida de persistencia en especies sembradas, comienza con la disminución de la persistencia de leguminosas, seguido de un posible enmalezamiento. El grado y el tiempo en que esto ocurre varían según la región, el manejo y factores ambientales, causando en todos los casos una reducción en la producción y calidad de forraje (Formoso, 1983).

Existen tres componentes principales que afectan la longevidad y productividad de una pastura sembrada: el medio ambiente, el manejo y los recursos genéticos. Éstos están operando constantemente y tienen una fuerte interacción entre sí (García et al., 1981).

2.6.1 Efecto de los factores climáticos en la persistencia

El crecimiento del forraje está gobernado por factores climáticos, principalmente la radiación solar, la temperatura media del ambiente y el agua (Colabelli et al., citados por Castaño, 2003).

Los factores climáticos actúan sobre los procesos fisiológicos y bioquímicos de la planta a nivel celular; éstos, a su vez, afectan el funcionamiento de aquellos órganos que modifican las respuestas de las plantas al medio ambiente haciendo que la pastura sufra modificaciones (Paladines y Lascano, 1983).

La enorme variación de temperaturas y lluvias de la región, las variaciones existentes de agua disponible en los suelos y el amplio rango de suelos con referencia a los riesgos posibles de sequía, originan un problema en la determinación de la persistencia de las pasturas (Castaño, 2003).

Las gramíneas a lo largo de la evolución han logrado colonizar un rango de hábitats con amplias variaciones en la disponibilidad de agua, y en todos los escenarios demostraron una gran persistencia. Por el contrario, las leguminosas ofrecen menores rangos de adaptación y para su persistencia exigen rangos más definidos hidrológicamente, así como medidas de manejo agronómicas más específicas que tiendan a hacer un uso más eficiente del agua (Carámbula, 2007).

Cuando se presenta una mezcla de gramíneas y leguminosas, un déficit hídrico podría afectar la síntesis de nitrógeno atmosférico en los nódulos de las leguminosas, y la cantidad de este nutriente se puede volver una limitante. Las leguminosas no solo dejarán de aportar este nutriente al suelo, sino que competirán con las gramíneas por el mismo que esté presente en el suelo. Las leguminosas son menos eficientes que las gramíneas en la absorción de nitrógeno del suelo, por lo que habrá cambios importantes en el balance de ambas especies en la mezcla, a favor de las gramíneas (Carámbula, 2007).

Esta menor capacidad de competir de las leguminosas frente a las gramíneas se da por una menor longitud de raíces por volumen de suelo y a una menor capacidad de reducir pérdidas por transpiración (Carámbula, 2007).

2.6.2 Efecto de los factores edáficos en la persistencia

Los suelos difieren ampliamente en cuanto a sus propiedades físicas y químicas, lo mismo que en profundidad y en condiciones topográficas. Todo esto se ve reflejado en la productividad y persistencia que establecen las especies forrajeras en ellos (Paladines y Lascano, 1983).

La carencia natural generalizada del nutriente fósforo, los niveles de pH por debajo del rango óptimo para el crecimiento de muchas leguminosas y la compactación superficial podrían ser los principales factores edáficos que afectan la persistencia de las pasturas (García, 1992).

2.6.2.1 Contenido de fósforo en el suelo

En el Uruguay los suelos en su condición natural contienen en su horizonte A en términos muy generales entre 100 y 1000 ppm de fósforo total. El mismo se reparte en proporciones aproximadamente iguales entre formas orgánicas e inorgánicas. Y es muy poco el que interviene en los ciclos que pasan por formas disponibles para las plantas. El fósforo inorgánico lábil, definido como aquel que está en un equilibrio rápido con la solución representa unas pocas ppm. El fósforo orgánico presente en los primeros 20 cm de suelo que se mineraliza anualmente y es vuelto a reciclar por las pasturas naturales es de aproximadamente 1 a 3 ppm (Morón, 1994).

La vegetación del campo natural está relativamente adaptada a ese ambiente con baja disponibilidad de fósforo. Sin embargo cuando se cambia hacia algún sistema de mayor productividad se trabaja con especies que para desarrollarse y mostrar su potencial productivo necesitan mayores disponibilidades de fósforo (Morón, 1994).

2.6.2.2 Efecto del pH en el establecimiento y fijación de nitrógeno en leguminosas

Las propiedades químicas de los suelos condicionan la supervivencia tanto de las plantas como de los microorganismos, creando ambientes más o menos favorables para los mismos (García Favre et al., 2017).

El nivel de pH en el suelo puede afectar el establecimiento de las pasturas, sin embargo hay una fuerte interacción con la especie. Algunas especies no se ven afectadas por niveles bajos de pH, por ejemplo en un estudio realizado por García Favre et al. (2017) se midió el porcentaje de establecimiento de gramíneas y leguminosas y se observó que variaciones en el pH del suelo sólo afectó a las leguminosas.

Un motivo que puede explicar la menor adaptación de las leguminosas a suelos ácidos es la aparición de problemas en la simbiosis que presentan estas especies con las bacterias *Rhizobium*. Esta dificultad se puede presentar en el proceso de nodulación, donde se forman rizobios inefectivos y/o también en la eficiencia del proceso de fijación de nitrógeno atmosférico. Esto puede ocurrir en muchas situaciones, dado que un proceso efectivo de simbiosis requiere un

rango de acidez pequeño, si se compara con el rango aceptado para crecer de la correspondiente leguminosa (Carámbula, 2007).

El pH del suelo afecta la concentración de nutrientes en la solución del suelo y la disponibilidad de los mismos. Suelos con bajos niveles de pH pueden restringir la disponibilidad de minerales básicos como Ca y Mg necesarios para la nodulación y supervivencia de los rizobios. También puede afectar la disponibilidad de Mo necesario para la fijación de nitrógeno (Carámbula, 2007).

Según Carámbula (2007) la mayoría de las leguminosas se desarrollan en suelos de mediana y ligera acidez, no obstante, es posible obtener, a través del género *Trifolium* sp. *Lotus* sp. y *Ornithopus* sp. muy buenos rendimientos en suelos con pH menores, en el cuadro 1 se detallan las diferentes adaptaciones de algunas leguminosas a desiguales rangos de pH.

Cuadro 1. Adaptación de algunas especies de leguminosas a las diferentes condiciones de pH del suelo

Especies	pH		
	4,5 a 5,4	5,4 a 5,8	5,8 o más
Lotus	<i>L. pedunculatus</i>	<i>L. subiflorus</i>	<i>L. corniculatus</i> y <i>L. tenuis</i>
Trifolium	<i>T. subterraneum</i>	<i>T. pratense</i>	<i>T. repens</i>
Medicago	<i>M. murex</i> y <i>M. spherucarpus</i>	<i>M. polymorpha</i>	<i>M. sativa</i>
Ornithopus	<i>O. compressus</i>		

Fuente: adaptado de Carámbula (2004).

2.6.2.3 Compactación del suelo y su efecto en la persistencia

Según Bowen (1981), la compactación es el proceso de aumento de la densidad aparente del suelo, como respuesta a la aplicación de una fuerza externa.

La compactación del suelo, es un proceso de degradación edáfica con importantes efectos ecológicos y económicos. Este proceso está asociado a la pérdida de los poros del suelo (en especial los macro poros), causando inconvenientes con el flujo de agua, transporte de iones, permeabilidad al aire y restricciones importantes para el crecimiento radicular. La compactación afecta los mecanismos de difusión, y flujos de masas, los movimientos de nutrientes

del suelo a la raíz. Cuando un suelo se compacta disminuye la cantidad de nutrientes que estarán disponibles para la planta (Kemper y Rosenau, 1971).

La reducción del tamaño de los poros, reduce marcadamente la velocidad de infiltración del agua de lluvia. Si un poro se reduce diez veces de tamaño, la cantidad de agua que puede fluir a través del mismo en un tiempo dado será 10000 veces menor que antes de ser reducido (Formoso, 2007).

Las raíces requieren de la presencia de oxígeno para su crecimiento. La porosidad del suelo afecta marcadamente la cantidad de oxígeno disponible en el perfil. La compactación, tal como se mencionó, afecta la porosidad, determinando una disminución importante en la cantidad de oxígeno. La susceptibilidad a la compactación del suelo, depende de la textura, estructura, porosidad, relación carbono/nitrógeno (C/N) y grado de humedad (Carrasco, 1989).

El pisoteo animal es uno de los factores más importantes en generar compactación, alterando principalmente la estructura del perfil. Altas cargas animales determinan mayor pisoteo (Formoso, 2007).

La respuesta del suelo al pisoteo de los animales depende del contenido hídrico que éste posea cuando es pastoreado. Cuando el suelo está seco, su capacidad de soportar presiones externas es máxima, y de este modo, la probabilidad de que sufra daño estructural es mínima. En cambio, cuando el suelo está húmedo, el suelo se vuelve propenso a sufrir compactación superficial (Maragenes y Nadal, 2015).

2.6.3 Efecto de los factores de manejo en la persistencia

“El objetivo principal del manejo de la pradera es asegurar la productividad animal a largo plazo manteniendo la estabilidad de la pradera y en ella, principalmente, las leguminosas, consideradas como el componente más valioso e inestable del sistema.” (Paladines y Lascano, 1983).

2.6.3.1 Manejo del pastoreo

El manejo apropiado del pastoreo puede optimizar el rendimiento y la persistencia de las especies forrajeras. Lo que se considere apropiado o inapropiado difiere según la especie y según las diversas áreas climáticas. En general las leguminosas son más sensibles al manejo del pastoreo que las gramíneas (Paladines y Lascano, 1983).

Las variables claves en el manejo del pastoreo son: la carga animal, la intensidad y la frecuencia de pastoreo. Estas variables influyen notablemente en la productividad de los pastos y en la persistencia de las leguminosas, y

cualquier especie forrajera puede reducir su producción prácticamente a cero por causa del sobrepastoreo (Paladines y Lascano, 1983).

Mantener el equilibrio poblacional entre especies forrajeras en una pastura compuesta por gramíneas y leguminosas es un desafío a tener en cuenta para determinar el manejo del pastoreo. Estas especies generalmente se adaptan a distintos manejos de pastoreo. Esa capacidad de tolerar distintas frecuencias e intensidades de defoliación se relaciona a las diferencias en las características morfológicas y fisiológicas que se presentan entre las mismas (Paladines y Lascano, 1983).

El pastoreo debe ser ajustado teniendo en cuenta la estación. Las condiciones climáticas dan lugar a períodos en que la producción de materia seca de las pasturas excede ampliamente los requerimientos de los animales y otros en que sucede lo contrario. Esto determina situaciones de sobre pastoreo y sub pastoreo que contribuyen al proceso de degradación (Brougham, 1960).

2.6.3.2 Incidencia de las malezas

Las pasturas cultivadas presentan diferentes malezas que provienen del banco de semillas y/u órganos perennes presentes en el suelo. Las diferentes sensibilidades que pueden tener las pasturas sembradas al enmalezamiento se dan por el aumento en la fertilidad debido al fósforo del fertilizante y el nitrógeno de la leguminosa y especialmente por los espacios libres que dejan éstas al disminuir su población en la época estival (Carámbula, 1991).

El grado de enmalezamiento de una pastura en el primer año de vida afecta negativamente su capacidad productiva y dificulta el manejo del pastoreo. También repercute en su longevidad y estabilidad lo cual conduce a una persistencia productiva corta. En los primeros años de vida de una pastura tienden a dominar las malezas arvenses anuales y gramíneas anuales agresivas, posteriormente las malezas perennes adquieren mayor importancia, entre ellas las de mediano porte y gramíneas agresivas como la gramilla (Carámbula, 2007).

La siembra de las praderas es realizada generalmente con especies templadas tipo C3 en un ambiente que naturalmente favorece a las subtropicales tipos C4 y pronto lleva a un desbalance. La inclusión de gramíneas estivales en las mezclas forrajeras como *Paspalum dilatatum* es una alternativa para controlar el aumento de malezas en el verano (Carámbula, 1991).

El *Cynodon dactylon* tiene un desarrollo menor y más lento cuando las mezclas contienen un componente gramínea activo durante el verano. Se

destaca el *Dactylis* INIA Oberón, que realiza una muy buena competencia con esta maleza. En cuanto al raigrás debido a su bajo o nulo crecimiento en verano se hace susceptible al engramillamiento (García et al., 1988).

Estudios realizados en La Estanzuela, citados por García et al. (1988) mostraron una muy buena asociación entre el contenido de malezas y los rendimientos de pasturas sembradas (mezclas de gramíneas y leguminosas), donde por cada 10 unidades porcentuales de incremento en las malezas, el rendimiento de las especies sembradas se redujo una tonelada de materia seca.

La precocidad de las especies sembradas tiene efecto en el enmalezamiento, donde las especies más precoces tendrán un menor grado de enmalezamiento que las de menor precocidad. Por otro lado el largo de período de reposo de las especies sembradas y los veranos secos aumenta la susceptibilidad de las pasturas a sufrir enmalezamientos. En estos casos es más necesario que nunca tomar las máximas precauciones para lograr un control eficiente de las malezas. La autodefensa de la pastura será mayor cuando la misma esté integrada por especies de ciclo complementario (Carámbula, 2007).

2.6.3.3 Incidencia de enfermedades y plagas

Las enfermedades y plagas que afectan a las especies forrajeras, dan lugar a problemas en el establecimiento además de provocar mermas en la producción y en la persistencia de las pasturas, las cuales muchas veces son difícilmente cuantificables a nivel productivo (Ayala, citado por Altier et al., 2010).

Hay varias formas en la que los insectos pueden dañar las pasturas. Ya sea de forma directa consumiendo follaje, raíces o sabia, o indirectamente por transmisión de diversos patógenos. Estos daños pueden medirse en la cantidad y calidad del forraje producido, la cantidad de nitrógeno fijado por parte de leguminosas y la propia longitud de vida de las mismas (Alzugaray et al., 2000).

Es frecuente encontrar un grupo de lagartas defoliadoras en aquellas praderas sembradas con leguminosas. Los mismos están compuestos por *Anticarsia gemmatalis*, *Rachiplusia nu*, y otras *Plusiinae*, *Colias lesbia* y varias especies del género *Spodóptera* (Altier et al., 2010).

Según Alzugaray y Ribeiro, citados por Altier et al. (2010) por debajo de la superficie del suelo se encuentran poblaciones de varias especies de isocas y gorgojos. Mientras que afectando las partes área de las plantas, se

encuentran las lagartas defoliadoras y barrenadoras, chinches y pulgones así como hormigas, lagartas y grillos.

A partir del tercer estadio larval comienzan los daños causados por *Piezodorus guildinii*. Según Ribeiro et al. (2008) fundamentalmente succionan la savia, lo que con frecuencia origina deformaciones y marchitamiento. También suelen inyectar durante su alimentación ciertas cantidades de saliva con toxinas lo que provoca la necrosis de los tejidos vegetales. También puede provocar daños aún de mayor importancia de forma indirecta. Este estilo de alimentación de esta chinche es un excelente medio para la transmisión de enfermedades a virus o bien para la penetración de hongos y bacterias patógenas (Bentancourt, 2004).

Una vez que las especies forrajeras ya están implantadas, se puede dar un complejo de enfermedades que se agrupan de acuerdo a la parte de la planta afectada: órganos aéreos y órganos subterráneos o ubicados a nivel del suelo (Altier et al., 2010)

Según Altier et al. (2010) las enfermedades del sistema radicular y estolones son causadas por patógenos del suelo con mecanismos alternativos y eficientes de sobrevivencia. Los mismos infectan temprano en la vida de las plantas y van progresando de forma gradual con el desarrollo de las plantas. Es así que poseen un desarrollo lento con una dependencia clara hacia las condiciones ambientales y de manejo de las pasturas, tal es así que cualquier condición de estrés en el cultivo puede acelerar su evolución. Los patógenos más frecuentes son del género *Fusarium*, *Colletotrichum* y *Sclerotinia*.

Las enfermedades foliares son en su mayoría policíclicas y el desarrollo de sus síntomas se ve favorecido por las condiciones de humedad y temperatura predominantes durante el otoño y la primavera. Existe un amplio rango de patógenos (diversos géneros de hongos) asociados al complejo de enfermedades de hojas y tallos (Altier et al., 2010).

Los virus pueden afectar la fisiología de las plantas con diversos mecanismos: incrementando la susceptibilidad a otros patógenos y la vulnerabilidad a estreses climáticos y edáficos, reduciendo el crecimiento foliar y radicular, e interfiriendo con los procesos de nodulación y fijación simbiótica de nitrógeno (Altier et al., 2010).

En algunos estudios realizados por INIA La Estanzuela se determinó que mientras en *Lotus corniculatus* por causa de las enfermedades de corona solo un 15% de las plantas sobrevivieron en el tercer año, en *Trifolium pratense* sobrevivieron al segundo año entre un 7% y un 43%, según la variedad. La mortalidad de las plantas debido a las enfermedades de raíz y corona alcanzó a

82% y entre 73% y 100%, respectivamente, para cada una de las especies citadas (Altier, 1996).

Diversos estudios, citados por Altier et al. (2005) indican que para *Trifolium pratense* se han alcanzado reducciones en la producción de semillas de un 89% y en la producción de forraje de 25% a 75%. Mientras que para *Trifolium repens* se observó una disminución en la floración de 20% a 40%, en la producción de semillas de 29% a 54% y en la producción de forraje de 23% a 55%.

2.6.4 Efecto de los recursos genéticos en la persistencia

En ciertos casos, la siembra de variedades inadecuadas suelen ser una causa de poca persistencia. En el Uruguay se utilizan mayoritariamente variedades de origen nacional. Esto se debe a que suelen tener mejores comportamientos frente a las variedades más importantes del mercado internacional (García, 1992).

En la selección de un cultivar a utilizar para la siembra de una pastura, es importante que el germoplasma elegido se adapte al ecosistema y a los factores limitantes de la producción. También debe ser evaluado respecto a su capacidad de tolerar defoliaciones frecuentes bajo diferentes intensidades de pastoreo (Paladines y Lascano, 1983).

Resulta destacado y de suma importancia la predominancia de las especies perennes en las pasturas desde un punto de vista ecológico, ya que otorgan a estas, estabilidad y su presencia puede llegar a excluir totalmente a las especies anuales. Mientras que, desde el punto de vista agronómico, las especies perennes ofrecen alternativas muy interesantes para producir forraje en forma estable, y eficiente, fundamentalmente en ambientes con estaciones extremas de crecimiento (Carámbula, 2007).

En especies como *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* o *Lotus pedunculatus*, en las que se registran períodos variables entre la muerte y el reemplazo de estolones y rizomas, la persistencia muchas veces descansa en la reposición de nuevos órganos a través de crecimientos secundarios. Mientras que en otras especies como *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* y otras gramíneas perennes la persistencia está definida fundamentalmente por la densidad inicial de plantas. No obstante, cuando ambos grupos de especies perennes habitan en ambientes en los que ocurren disturbios generales importantes como sequía, o locales como sobrepastoreos, se debe confiar siempre en la semillazón y resiembra natural para mantener su persistencia (Carámbula, 2007).

2.7 PRINCIPALES NUTRIENTES QUE LIMITAN LA PERSISTENCIA

2.7.1 El fósforo

El fósforo es un nutriente esencial, debido a que es un componente de la estructura energética de todo ser vivo. La instalación de las pasturas generalmente se realiza entrado el otoño y las bajas temperaturas que se registran en este período limitan la disponibilidad de fósforo, por lo tanto se debería favorecer la presencia de niveles apropiados de este nutriente en la primera etapa del crecimiento de las leguminosas (Carámbula, 2007).

2.7.1.1 El fósforo en las plantas

Dentro de las numerosas funciones que cumple en los vegetales, el fósforo tiene un rol fundamental en la transferencia de energía. El nucleótido ATP contiene tres enlaces fosfato, constituyendo el mecanismo fundamental en el almacenamiento de energía en las células (Whitehead, 2000).

Además es componente de los ácidos nucleicos ADN y ARN, y de intermediarios en la respiración y la fotosíntesis (Taiz y Zeiger, 2010).

Otros procesos que involucran al fósforo en la planta son la estimulación del crecimiento celular, floración, fructificación y formación de semillas (Hernández, 1999).

2.7.1.2 Efectos de la deficiencia de fósforo

Un síntoma que aparece temprano es la reducción del área foliar y se debe a un menor aporte de agua a las hojas como resultado de una reducción de la conductancia hidráulica de las raíces (Radin, citado por Mengel y Kirkby, 2001).

Otro síntoma es que disminuye la relación tallo/raíz en peso seco de las plantas, y esta disminución se correlaciona generalmente con un incremento en el flujo de carbohidratos hacia las raíces (Kamis et al., Marschner, citados por Ferrés et al., 2003).

Esta respuesta de la planta a favor del crecimiento de las raíces ante una deficiencia de fósforo permite una exploración mayor del suelo y una mayor absorción de fosfatos, y esto viene acompañado de cambios morfológicos y fisiológicos que ocurren en las raíces (Mengel y Kirkby, 2001).

Entre estos cambios está el aumento en la cantidad y longitud de raíces finas, un mayor número y longitud de pelos radiculares y una estimulación en la actividad de la enzima fosfatasa que se encuentra en la superficie de las raíces

(Anghinoni y Barber, Fohse y Jungk, Tarafdar y Jungk, citados por Mengel y Kirkby, 2001).

Por otro lado, se reduce la capacidad de asimilar dióxido de carbono fotosintético, aunque es éste un efecto menos importante que la reducción en el crecimiento vegetal, debido a que puede haber una compensación por parte del vegetal al aumentar el contenido de clorofila en las hojas nuevas (Rao y Terry, citados por Mengel y Kirkby, 2003).

2.7.1.3 Manejo del fósforo

El bajo nivel de fósforo en el suelo disminuye la implantación, las tasas de crecimiento, y la concentración del nutriente en las pasturas. Por lo tanto la corrección de los niveles de fósforo es fundamental para lograr un mejoramiento productivo y persistente (Carámbula, 1996).

Una manera de aumentar el rendimiento y calidad de forraje de las pasturas nativas es mediante el agregado de leguminosas en el tapiz. Para un establecimiento apropiado de las mismas es necesario contar con una disponibilidad adecuada de fósforo (P) en el suelo. Dados los niveles deficientes de este nutriente en muchos suelos, es necesario su aporte a través de la fertilización (Silveira, 2015).

Un estudio realizado por Bermúdez (2007) sobre el efecto del agregado de fósforo en las pasturas mostró una importante respuesta de las especies forrajeras sembradas al agregado del nutriente fósforo. Se hicieron tres mejoramientos: trébol blanco y lotus común (TB+ L), Lotus el Rincón y Lotus Maku y se fertilizaron inicialmente. Hubo respuestas de 16, 19 y 28 kg de leguminosa por kg de P₂O₅ agregado respectivamente (cuadro 2). En el caso del Lotus Maku mostró una clara sustitución del aporte del campo natural por la especie introducida, en los otros dos casos prácticamente se observa un aporte adicional de las especies introducidas.

Cuadro 2. Respuesta a la fertilización inicial entre 0 y 80 kg/ ha de P₂O₅ con fosforita natural y en el segundo año entre 0 y 30 kg/ha de P₂O₅ en distintos mejoramientos

	1er. año		2do. año	
	MST	Leg	MST	Leg
Lotus el Rincón	20	18	51	32
Lotus Maku	0	28	0	33
TB+L	20	16	s/d	s/d

Las respuestas se expresan en kg de materia seca total (MST) y materia seca de leguminosa (Leg) por kg de P₂O₅ agregado.

Fuente: Bermúdez (2007).

La refertilización en el segundo año muestra respuestas mayores aún que las registradas en el primer año para el caso de los mejoramientos con Lotus el Rincón y TB+L, mientras que para Lotus Maku las respuestas obtenidas fueron menores pero importantes. El aporte del campo natural fue promovido por la inclusión de Lotus el Rincón y TB+L y no fue afectado por la inclusión de Lotus Maku (Bermúdez, 2007).

La respuesta a P en pasturas está condicionada por los niveles bajos de disponibilidad de P del suelo y a la presencia importante de leguminosas en las pasturas. El agregado de P en la instalación de especies con altos requerimientos de P, como las leguminosas, tiene un efecto positivo tanto en el aumento de los rendimientos de forraje, así como en la calidad del mismo (Hernández, 2008).

2.7.2 Nitrógeno

El nitrógeno en los seres vivos tiene como principal función formar parte de las moléculas de aminoácidos y proteínas. A su vez también forma parte de otros compuestos como vitaminas, coenzimas, clorofila y ácidos nucleicos (ADN, ARN). Por lo general, para la mayoría de los países, se considera al nitrógeno como el nutriente más limitante para el crecimiento de las plantas. Desde el enfoque agronómico, económico y ambiental es necesario que los procesos de intensificación estén seguidos de un uso eficiente del nitrógeno (Morón, 1994).

2.7.2.1 El nitrógeno en los suelos

El porcentaje de nitrógeno total en el horizonte superficial de los suelos del país, por lo general está en el rango de 0.1 a 0.3 %, dependiendo de la textura de los suelos. Del 98 al 99% del N total que se encuentra en el suelo está en forma orgánica. El N disponible para las plantas se encuentra en forma inorgánica como amonio (NH_4^+) y nitrato (NO_3^-). Las formas orgánicas e inorgánicas en el suelo se relacionan a través de procesos biológicos que son realizados fundamentalmente por la biomasa microbiana, tales como la mineralización que es el proceso biológico que transforma N orgánico en N inorgánico y la inmovilización que es el proceso inverso (Morón, 1994).

Según Morón (1994) es claro que el N puede limitar el rendimiento de las pasturas mezcla, por esto, hay varias opciones como alternativas: incrementar la fijación biológica de nitrógeno (FBN), esto puede ser realizado a través del mejoramiento en productividad y persistencia de las leguminosas; disminuir las pérdidas, aunque parece difícil cambiar el impacto de los animales, las formas de pastoreo que permitan una distribución más uniforme podrían ser una opción; por último, determinar el balance óptimo entre FBN y fertilizante nitrogenado en diferentes sistemas de producción.

2.7.2.2 Fijación biológica de nitrógeno y clima

Según Morón (1994), en aquellas mezclas forrajeras sobre clima templado, el factor que más afecta la simbiosis *Rhizobium* – leguminosa es la disponibilidad de N del suelo. En los meses de invierno, cuando la tasa de mineralización de N del suelo está limitada por las bajas temperaturas y lo que determina que la cantidad de N mineral presente en el suelo es baja, el porcentaje de N derivado de la fijación es alto llegando a valores cercanos al 100 por ciento.

Morón (1994) midieron para las condiciones de Uruguay, las cantidades de N fijado por las cuatro especies de leguminosas más utilizadas: trébol blanco, lotus, trébol rojo y alfalfa. En este trabajo se concluyó que a excepción del verano las leguminosas obtienen un 90 % del N de la atmósfera, valor similar al promedio para dos años reportado por Danso et al. (1991) de 88 y 91 % de N proveniente de la fijación para trébol blanco y *Lotus corniculatus* respectivamente. A pesar de que cada especie posee valores de producción diferentes, puede considerarse que en promedio, por cada tonelada de MS de leguminosa producida, se fijan alrededor de 30 kg de nitrógeno.

2.7.2.3 Manejo de nitrógeno

Las condiciones climáticas durante y después de la fertilización y las tasas de crecimiento de la pastura determinarán la respuesta de las mismas a la fertilización nitrogenada. Es así que aquellas aplicaciones en superficie son relativamente ineficientes si se dan en condiciones secas u ocurren lluvias excesivas luego de su aplicación. A su vez las menores tasas de crecimiento en invierno, debido a bajas temperaturas y menor luminosidad, reducen la respuesta potencial. Junto a estos factores, el estado y composición botánica de la pastura inciden marcadamente en la respuesta (Rebuffo, 1994).

Las pasturas mezcla en Uruguay están dominadas por leguminosas que a su vez representan entre 30 a 80% del rendimiento, dependiendo de la edad de la pastura y de la estación del año. Cuando las mismas dominan el tapiz no se esperan respuestas importantes a la fertilización nitrogenada es por ello que es incuestionable evaluar la composición botánica a la hora de seleccionar los potreros a fertilizar con nitrógeno. La respuesta de las gramíneas está dada por su capacidad para incrementar el número de macollos y/o aumentar el tamaño de los mismos. Mientras que la capacidad de macollaje tiene una variación estacional significativa, siendo alta en otoño, cuando las plantas permanecen vegetativas, y muy baja en primavera, cuando comienza el ciclo reproductivo (Rebuffo, 1994).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1 Lugar y período experimental

El siguiente trabajo se realizó 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) durante el período comprendido entre mayo y septiembre del 2018.

3.1.2 Información meteorológica

Uruguay presenta un clima templado a subtropical, con un promedio de precipitaciones de 1200 mm anuales, y una distribución de 30% en el verano, 28% en el otoño, 18% en invierno y 24% en la primavera (Durán, 1985).

Según Berreta, citado por Fariña y Saravia (2010) en Uruguay las temperaturas oscilan entre 16 °C y 19°C para el sureste y el norte respectivamente. Mientras que para enero, el mes más cálido del año, las temperaturas varían entre 22 °C y 27 °C y julio que es el mes más frío oscilan entre 11 °C y 14 °C respectivamente para cada región.

Si bien en forma general, Uruguay no se identifica con una región con climas extremos de temperaturas muy frías o muy calurosas, ni de extremos hídricos muy áridos o muy húmedos, en su territorio ocurren fluctuaciones importantes. Esto se observa a través de los cambios climáticos año a año, estación a estación y aún hasta cambios diarios, que identifican a esta región como una de las más variables e impredecibles del mundo, bajo un clima impreciso que es transición entre el subtropical y el templado (Carámbula, 2000).

Según IICA. FSB mediante trabajos efectuados en la región, se demostró que el coeficiente de variación en los valores de las precipitaciones, alcanzó muchas veces registros superiores al 100%. Al analizar 70 años de información local, se determinó que existe una gran variación "histórica" en las precipitaciones en los meses de verano y otoño (Olmos, 1997).

3.1.3 Descripción del sitio experimental

Según la Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay, escala 1:1.000.000 (Altamirano et al., 1976) el área experimental se encuentra sobre la Unidad de suelos San Manuel, desarrollado sobre la formación Fray Bentos. Los suelos dominantes son Brunosoles Éutricos típicos (Háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcillosa (limosa). En asociación

con estos se encuentran Brunosoles Éútricos Lúvicos de textura limosa y Solonetz Solodizados Melánicos de textura franca.

3.1.4 Antecedentes del área experimental

La renovación fue realizada sobre una mezcla forrajera en su cuarto año de vida. Según datos de Laluz et al. (2015), la fecha de siembra de las mismas fue el 23 de mayo de 2014. La densidad de siembra fue a razón de 15 kg/ha de *Festuca arundinacea* (cv. Brava, Tacuabé y Tuscany II), 2 kg/ha de *Trifolium repens* cv. Zapicán y 8 kg/ha de *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel. A la siembra se fertilizó la pastura con 100 kg/ha de 7-40-0. Y luego se refertilizó en agosto de 2014 con 100 kg/ha de urea; también se realizaron dos refertilizaciones más con 100 kg/ha de 7-40-0 y 70 kg/ha de urea, correspondientes al año 2015. En el período de evaluación no se realizó aplicaciones de herbicidas.

La siembra se realizó sobre rastrojo de una pradera vieja, compuesta de gramíneas y leguminosas perennes. El método de siembra empleado para las leguminosas fue al voleo, en cambio para las gramíneas se utilizó la siembra directa en líneas. La emergencia de plántulas ocurrió aproximadamente a los 15 días posteriores a la siembra.

3.2 MANEJO DEL EXPERIMENTO

Se procedió a la renovación de la pastura sembrada, mediante la intersiembra de una mezcla forrajera, realizándose el 6 de junio de 2018. A la siembra también se fertilizó con 100 kg/ha-1 de 7-40-0 (P2O5). El control del tapiz antes de la siembra se realizó por medio de pastoreo con animales, con una alta carga instantánea por períodos cortos de tiempo. La mezcla utilizada para la renovación de la pastura original es 15 kg/ha-1 de *Lolium multiflorum* cv. Winterstar 2 y 6 kg/ha-1 de *Trifolium pratense* cv. E 116. La mezcla se sembró en línea por medio de siembra directa. El 21 de junio se produjo la emergencia y el 6 de agosto de 2018 se realizó una fertilización nitrogenada con urea a razón de 70 kg/ha-1.

3.2.1 Tratamientos

Se realizaron 4 tratamientos con la variable de fertilización de fósforo y nitrógeno. T1: el primer tratamiento, o tratamiento testigo, consistió en la no resiembra de la mezcla. T2: siembra de la mezcla de *Lolium multiflorum* y *Trifolium pratense*. T3: siembra de la mezcla de *Lolium multiflorum* y *Trifolium pratense* con fertilización de 40 unidades de fósforo por hectárea a la siembra. T4: siembra de la mezcla de *Lolium multiflorum* y *Trifolium pratense* con

fertilización de 40 unidades de fósforo por hectárea a la siembra y 32 kg/ha-1 de N en macollaje.

3.2.2 Diseño experimental

El diseño fue en bloques completos al azar, el área utilizada para el experimento abarca unas 3,9 hectáreas, la cual fue dividida tres bloques, de 1,3 hectáreas cada uno, a su vez cada bloque fue dividido en cuatro parcelas de 0,325 hectárea cada una, definiéndose 12 unidades experimentales, luego se procedió a aleatorizar cada tratamiento de la intersembra con su correspondiente repetición. La aleatorización y las repeticiones de cada tratamiento, son características fundamentales para poder llevar a cabo el modelo estadístico a utilizar.



Figura 3. Croquis del sitio experimental

Como se puede apreciar en los cuadros de anexo no existen diferencias significativas entre los tratamientos previos a realizar la intersembra.

3.3 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.3.1 Variables medidas

A continuación, se describe el procedimiento utilizado para la medición de las variables de interés.

3.3.1.1 Porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación tiene como objetivo poder evaluar la calidad de la semilla. Se procedió a realizar dos germinadores con cien semillas cada uno, uno por cada especie. Se introdujeron en una cámara a 20 °C, el procedimiento siguiente es hacer un conteo a las 48 horas de las semillas germinadas, para evaluar el poder germinativo de las mismas y luego a las 96 horas se cuantifica el total de semillas germinadas.

3.3.1.2 Peso de mil semillas

Esta variable es cuantificada para poder ajustar la densidad de siembra de las especies correspondientes, y también es una medida para poder estimar la calidad de la semilla. Se procedió a pesar cien semillas de cada especie, posteriormente se calculó el peso de mil semillas.

3.3.1.3 Disponibilidad de materia seca

Para medir la disponibilidad de materia seca se realizaron cortes destructivos con un rectángulo de 20cm x 50cm. Se marcaron cinco lugares representativos a lo largo y ancho de cada parcela con una estaca, y de allí se extrajeron una muestra por cada estaca con una tijera, obteniéndose 5 muestras por parcela en cada fecha de muestreo. La primer fecha se extrajo la muestra del lado norte de la estaca, la segunda vez del lado sur, luego del este y finalmente del lado oeste de la misma, para nunca extraer del mismo lugar, y así poder visualizar la evolución en la disponibilidad de materia seca. Las muestras de forraje recogidas en todos los muestreos se pesaron para obtener el peso fresco y luego se secaron a estufa de aire forzado durante 48 horas a 60° C para determinar el peso seco de las mismas. Luego del proceso de secado y con los datos obtenidos se procedió al cálculo de la disponibilidad de forraje por hectárea. Las fechas de extracción de muestras fueron el 11 de junio, 24 de julio, 15 de agosto y 24 de setiembre de 2018.

3.3.1.4 Producción de forraje

La producción de biomasa, kg de materia seca por hectárea, se calculó mediante la diferencia en la materia seca presente entre dos mediciones consecutivas. En el periodo de estudio no hubo pastoreo en ninguna de las parcelas.

3.3.1.5 Tasa de crecimiento promedio

La tasa de crecimiento promedio diaria de forraje se calculó como, la producción de materia seca durante dos cortes, sobre el número de días transcurridos entre ambos.

3.3.1.6 Composición botánica

Es el porcentaje de las fracciones de gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos en relación a la mezcla forrajera. Para las fracciones gramíneas y leguminosas se cuantificó la proporción de cada una de las especies utilizada en el experimento. La composición botánica se estimó mediante el uso del método por estimación de biomasa visual (Brown, 1954) haciendo una apreciación visual de las distintas fracciones (restos secos, malezas, gramíneas naturales, especies sembradas) y suelo descubierto. El área analizada por determinación se limitó utilizando un rectángulo de 0,2m x 0,5m. Se realizaron 30 determinaciones por parcela.

3.4 HIPÓTESIS PROPUESTAS

3.4.1 Hipótesis biológica

Los tratamientos que contienen la renovación muestran una superioridad en la producción de materia seca frente al tratamiento sin renovar.

Los tratamientos que contienen la renovación muestran diferencias en la composición botánica frente al tratamiento sin renovar.

3.4.2 Hipótesis estadística

Ho: $T_1=T_2=T_3=T_4=0$

Ha: existe algún tratamiento distinto de 0.

3.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

La información se procesó mediante el paquete estadístico INFOSTAT, las variables medidas se analizaron por medio del análisis de varianza y separación de medias. El nivel de DMS usado fue de 10%.

3.5.1 Modelo estadístico

Modelo estadístico

$$Y = \mu + \beta_i + T_j + \alpha_k + T_j * \alpha_k + \epsilon_{ijk}$$

Dónde:

- Y - es el valor del i -ésimo bloque, en el j -ésimo tratamiento
- μ - media poblacional
- β_i - efecto bloque
- T_j - efecto tratamiento
- α_k - efecto fecha
- ε_{ij} - error experimental entre U.E
- j - 1; 2; 3; 4 tratamientos
- i - 1; 2; 3 bloques
- k - fechas: 11/6; 24/7; 15/8; 24/9

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DATOS METEOROLÓGICOS

A continuación, se presenta los datos de precipitaciones correspondientes al registro histórico (1961-1990) proveniente de INUMET para el departamento de Paysandú, en comparación a lo registrado en el año 2018 para el período correspondiente al experimento realizado.

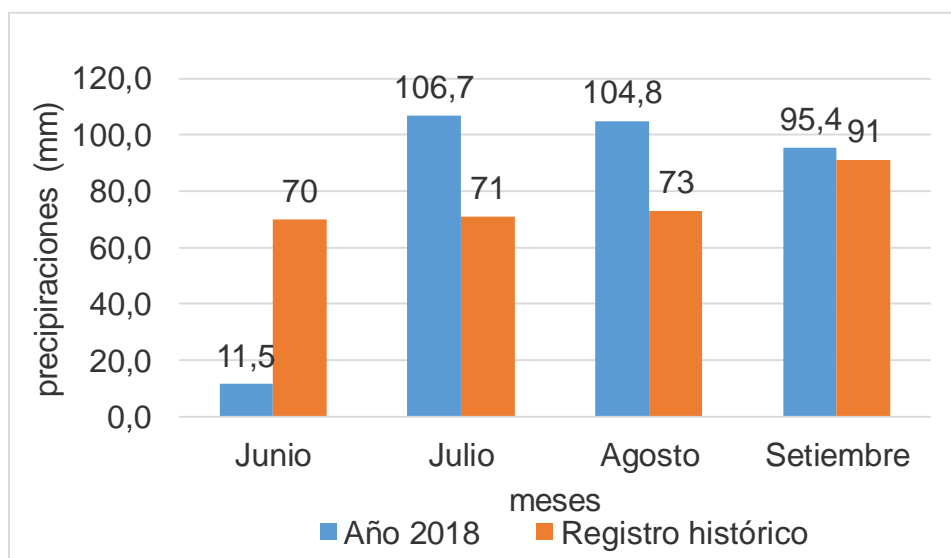


Figura 4. Registro de precipitaciones media

Tal como se puede observar la intersembra comenzó con condiciones desfavorables del punto de vista hídrico ya que el mes de junio tuvo precipitaciones muy por debajo del promedio histórico. Estas condiciones podrían haber afectado en la germinación y emergencia de las semillas lo que afectaría posteriormente el desarrollo de las plantas. Sin embargo para especies como *Lolium multiflorum* que manifiesta muy buen establecimiento (Scheneiter, 2014) y *Trifolium pratense* que se caracteriza por tener alto vigor inicial y rápido establecimiento (INIA e INASE, 2016) estas características pueden no afectarlas en gran medida.

Luego de junio no se destacan limitaciones hídricas para el crecimiento vegetal, pero las altas precipitaciones de los meses de julio y agosto combinadas con una baja demanda atmosférica podrían generar en algunos casos situaciones de anegamiento perjudiciales para la pastura. Sin embargo, estas situaciones no fueron observadas en el campo en los momentos de medición por lo que se descartan ciertos problemas.

En la siguiente figura se presentan los datos de temperatura media registrados en el período experimental en el año 2018 para la estación experimental Mario Alcides Cassinoni en comparación con la media histórica.

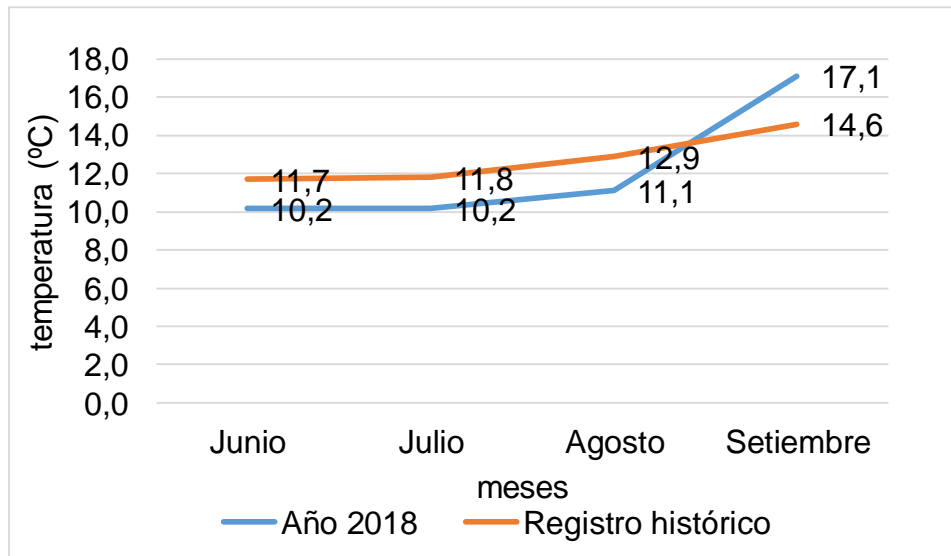


Figura 5. Registro de temperatura media

Como se puede apreciar en la figura 5 las temperaturas correspondientes al periodo estudiado no presentaron diferencias importantes respecto al promedio histórico. En el periodo experimental fueron estables alrededor de 11°C estando por debajo del registro histórico hasta el mes de setiembre.

El notorio aumento de temperatura a partir de la primavera provoca mayores tasas de crecimiento de las plantas como se observará posteriormente en los resultados obtenidos. Sin embargo, en los meses de invierno donde se realizaron las distintas mediciones, las temperaturas estuvieron un poco por debajo del promedio histórico y fuera del rango óptimo para el crecimiento de las especies C3. Según Formoso (1983) una correcta implantación es fundamental para lograr la persistencia de cualquier pastura, ya que no puede haber persistencia si las plantas no se establecen. Se puede apreciar que al sembrarse de forma tardía la inter siembra puede provocar un lento establecimiento que combinado con bajas temperaturas y bajos niveles de precipitaciones en el mes de junio pueden comprometer el desarrollo de las plántulas.

4.2 PESO DE MIL SEMILLAS Y GERMINACIÓN

Estas variables fueron medidas para las especies a sembrar en la renovación, y así poder evaluar la calidad de la semilla a utilizar en la misma.

Cuadro 3. Peso de mil semillas según especies

Especies	Peso de mil semillas (gramos)	
	Laboratorio	Otros*
<i>Lolium multiflorum</i>	3,6	2,4
<i>Trifolium pratense</i>	1,73	1,916

*Zarza y Messa (2000), García (2003)

Teniendo en cuenta lo observado en el cuadro 3 y lo que manifiesta Formoso (2007), el peso de mil semillas y su variabilidad es muy importante ya que el tamaño individual de las semillas tiene efectos muy importantes sobre el comportamiento posterior de las plántulas. De esta manera hay ventajas de las semillas grandes sobre las chicas, de tal manera que el crecimiento de las plántulas será directamente proporcional al peso de las semillas.

Para *Trifolium pratense* se observa un peso de mil semillas levemente inferior en el ensayo que en los datos de la bibliografía. Mas allá de esto, sabemos que esta especie posee como una de sus principales características un rápido vigor inicial por lo que el peso determinado en el laboratorio no sería una limitante para tener un buen desempeño para la germinación y establecimiento.

En el caso de *Lolium multiflorum* el peso obtenido fue superior al detallado por García (2003) lo que indica que el vigor de las mismas no sería una limitante a la hora de implantarse.

Cuadro 4. Germinación según especies

Especies	Germ. laboratorio	Germ. INASE*
<i>Lolium multiflorum</i>	85%	80%
<i>Trifolium pratense</i>	92%	80%

*Estándares específicos de cultivares para semillas comerciales (INASE)

Tal como se observa en el cuadro 4, las especies evaluadas en el laboratorio presentaron porcentajes de germinación superiores a los indicados en los estándares específicos para cada especie.

Más allá de que las condiciones de laboratorio no son las mismas que se dan en el experimento, dado que en el mismo es de esperar que se disminuya la germinación debido a condiciones más rigurosas para las semillas, estos

datos obtenidos y detallados anteriormente nos aseguran que las semillas presentan buena calidad y su comportamiento a la hora de germinar será bueno siendo esto algo importante a la hora de considerar el establecimiento de las especies en el campo.

Como conclusión general del punto de vista de la calidad de las semillas (pureza), no habría limitantes, lo que provoca según Carámbula (2007) una mejor instalación de la pastura, un mejor comportamiento durante su desarrollo, una mayor resistencia a enfermedades y adversidades climáticas y una mayor producción de forraje.

4.3 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

4.3.1 Evolución del disponible y altura a través del experimento

A continuación, se presenta el disponible promedio (kg MS/ha) para los diferentes tratamientos.

Cuadro 5. Forraje disponible promedio (kg de MS/ha) y altura (cm) según tratamiento

Tratamiento	Disponible (kg MS/ha)	Altura (cm)
1	1111b	10, 4 a
2	1440 ab	11,6 a
3	1460 ab	10,0 a
4	1909 a	13,2 a

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$)

En cuanto al disponible, se puede observar un comportamiento diferencial para los diferentes tratamientos. El tratamiento 1 posee un disponible promedio marcadamente inferior, esto se debe a que predominaban especies gramíneas del tipo C4 como *Paspalum notatum* y *Paspalum dilatatum*, *Bothriochloa sp.* y hierbas como *Gamochoeta spicata*, etc, de escaso crecimiento en condiciones invernales. Tal como decía Risso (1995), las praderas mezclas como las de trébol blanco, lotus y festuca sufren una pérdida de producción luego del segundo año de vida, produciendo en su cuarto año de vida 5 tt MS/ha (14 % en el invierno).

Luego se aprecian el tratamiento 2 y 3 con disponibles muy similares sin diferencias significativas entre ellos y con el tratamiento 1. Sin embargo, el

agregado de especies como raigrás y trébol rojo con o sin fertilización fosfatada permitió un incremento en la biomasa disponible que, aunque no alcanzó a ser significativo, es numéricamente importante. Este aumento es consecuencia del ciclo de producción invernal de ambas especies que tuvieron mayor crecimiento que las estivales presentes en el tratamiento 1, por estar más adaptadas a las condiciones climáticas. Esto corresponde con la información de que pasturas de ciclo corto formadas por raigrás y trébol rojo permiten alcanzar una alta producción en el primer otoño-invierno (Rebuffo, 1988).

Si bien la mezcla fue sembrada de forma tardía se pueden apreciar algunos efectos en la producción durante el invierno. Sin embargo, no existe efecto por la inclusión de la fertilización fosfatada del punto de vista estadístico. Hernández (2008) comenta que la respuesta a P en pasturas está condicionada por los niveles bajos de disponibilidad de P del suelo y a la presencia importante de leguminosas en las pasturas. Es por esto que quizás el fósforo no era un factor limitante en la chacra lo que permitió similares respuestas entre los tratamientos o también como será comentado más adelante el efecto del P puede no haberse manifestado todavía en términos de MS. También se debe tener en cuenta que la temperatura pudo haber limitado el crecimiento de las especies implantadas, y las mismas, tienen bajo crecimiento dificultando su diferenciación en producción contra especies ya instaladas en la pradera que a su vez poseen mayor porcentaje de materia seca.

Por último, se encuentra el tratamiento 4 que si bien no difiere significativamente del 2 y 3 sí lo hace del tratamiento 1. Estos resultados mencionados denotan el efecto de la renovación de la pradera a través de la inclusión de especies en primer lugar y luego a través de la inclusión de la fertilización nitrogenada que provoca un pequeño aumento en la disponibilidad promedio de MS.

Cabe destacar esto último, ya que esta información coincide con la de Rebuffo (1994) en que la respuesta de las gramíneas a la fertilización nitrogenada en macollaje (raigrás en este caso) está dada por su capacidad para incrementar el número de macollos y/o aumentar el tamaño de los mismos. Estos resultados también se explican por la información de Mazzanti et al. (1997) quienes comentan que además de la densidad y el peso medio de los macollos, otras variables morfológicas como el tamaño final de hojas, largo del pseudotallo y tallo, también contribuyen a estos incrementos de producción. Los trabajos realizados por el mismo autor, sobre raigrás anual y avena mostraron la capacidad de incrementar la tasa de elongación foliar (TEF) en respuesta al agregado de nitrógeno. En este sentido también Zanoniani y Noel (1997) definieron para verdeos de invierno diferentes grados de respuesta que van de 25 a 5 kg de MS por kg de N agregado.

Para el caso de la variable altura promedio, si bien la misma no posee diferencias significativas entre los tratamientos 1 y 4, sí observamos diferencias numéricas entre los mismos.

En el siguiente cuadro se puede observar la evolución en la disponibilidad de materia de seca presente en las fechas de medición.

Cuadro 6. Forraje disponible promedio (kg de MS/ha) y altura (cm) según fecha

Fecha	Disponible (kg MS/ha)	Altura (cm)
11/6/2018	1011 b	7,8 b
24/7/2018	1066 b	8,5 b
15/8/2018	1368 b	10,3 b
24/9/2018	2475 a	18,6 a

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,10$)

Como se observa en el cuadro 6 no hay diferencias significativas entre las primeras tres fechas del experimento para el promedio de los 4 tratamientos, habiendo si únicamente para la última fecha medida hacia fines de septiembre. Esto puede deberse a varios factores, pero entre otros, puede explicarse por los procesos fisiológicos o morfogenéticos de las plantas. Coincidiendo con Agnusdei (1999) el aumento de la temperatura provoca un aumento en la tasa de elongación foliar y largo final de hoja, generando incrementos en la tasa de crecimiento de la pastura sin modificar la senescencia.

Cabe destacar que el raigrás es una especie que concentra su producción en invierno-primavera y al ser sembrado de forma tardía se explica su mayor contribución a partir del mes de setiembre donde se elevan las temperaturas como se vio anteriormente. Agnusdei (1999) expresa que la longitud de hoja tiende a ser menor en las estaciones de otoño e invierno debido a la disminución de la temperatura y luego se ve incrementada progresivamente con los aumentos de primavera y verano. El ambiente es capaz de modificar las relaciones mencionadas, variando el número de hojas vivas en una macolla de 3 a 6, de acuerdo con las especies y el medio ambiente (Ryle, citado por Carámbula, 2007).

En el caso del trébol rojo pasaría algo similar dado que por más que su contribución invernal sea alta, en julio y agosto no tuvo suficiente tiempo para generar producción de sus plantas (plántulas en crecimiento) viendo sí su

efecto positivo en conjunto con el del raigrás para la primavera. Sin embargo, Ayala et al. (2010) destacan la alta precocidad y alta producción total e invernada del cultivar E116, característica que lo diferencia de otros que poseen latencia. A su vez destaca que su pico de máxima producción se presenta en noviembre lo que no se puede ver reflejado en el experimento, pero sí el comienzo del mismo para fines de septiembre.

Por lo tanto, se puede concluir que se observa un claro efecto primaveral en la producción de forraje que posee diferencias significativas de las restantes fechas. De esta manera es notoria la influencia de la estación del año en la producción de la pastura, de manera que se logran pobres producciones invernales pero mejores primaverales, ya que en este período, donde hay incrementos de temperatura como se describió anteriormente, el balance entre crecimiento y senescencia se torna positivo y se obtiene una alta eficiencia de utilización de forraje (Agnusdei, 1999).

En lo que corresponde a la altura promedio los datos coinciden con la información del disponible promedio, habiendo las mismas diferencias entre las fechas explicadas por el análisis hecho anteriormente.

En las siguientes figuras se visualizará la evolución del disponible en los diferentes tratamientos en Kg de materia seca por hectárea a través de los días de evaluación del experimento.

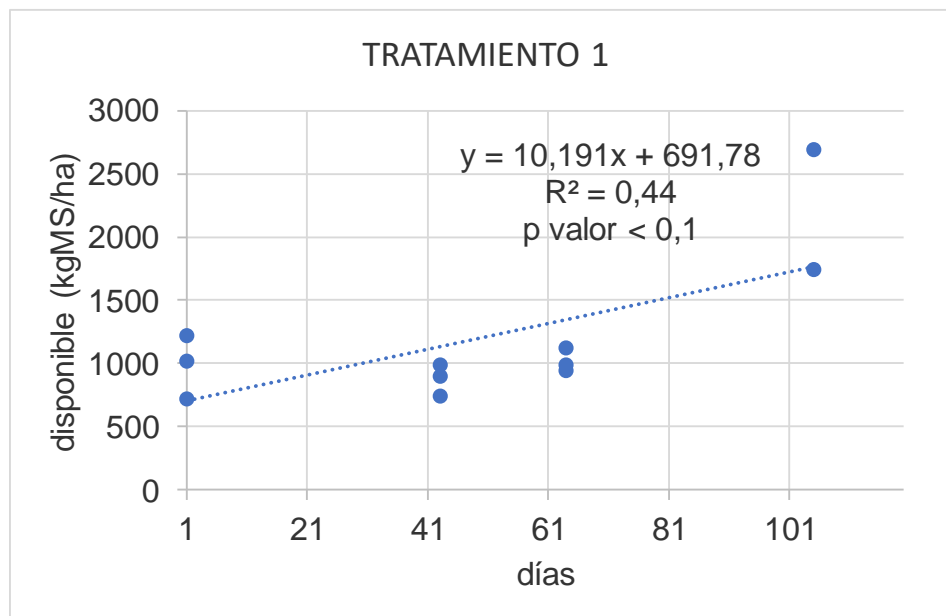


Figura 6. Producción de materia seca a lo largo del período para el tratamiento 1

Cabe destacar en primer lugar para el tratamiento testigo una baja producción de materia seca en general alcanzando valores máximos entorno a los 2500 kg MS/ha para los últimos días de evaluación. Sí se observa, cómo se verá luego con todos los experimentos, un aumento del disponible con el correr de los días tal como es esperable, pero con la menor pendiente en el caso de este tratamiento.

Los aumentos en el disponible son explicados en un 44% por los días transcurridos para el caso del tratamiento 1 teniendo además diferencias entre fechas (ver anexo análisis de varianza). El resto del porcentaje se explica por otra serie de variables que pueden estar influyendo tales como la baja productividad de las especies presentes. Las mismas en su mayoría eran del tipo C4 y malezas estivales que contribuyen de forma muy baja en los meses de invierno a la producción de la pastura. Esta información coincide con la expresada por Carámbula (1991) que si bien se sabe que la vida o duración de una pastura cultivada no puede ser mantenida por tiempo indefinido, como regla general las pasturas sembradas en Uruguay se pierden a temprana edad. A partir del tercer año comienzan a desaparecer las especies sembradas, determinando espacios libres en el tapiz donde avanzan malezas y gramilla.

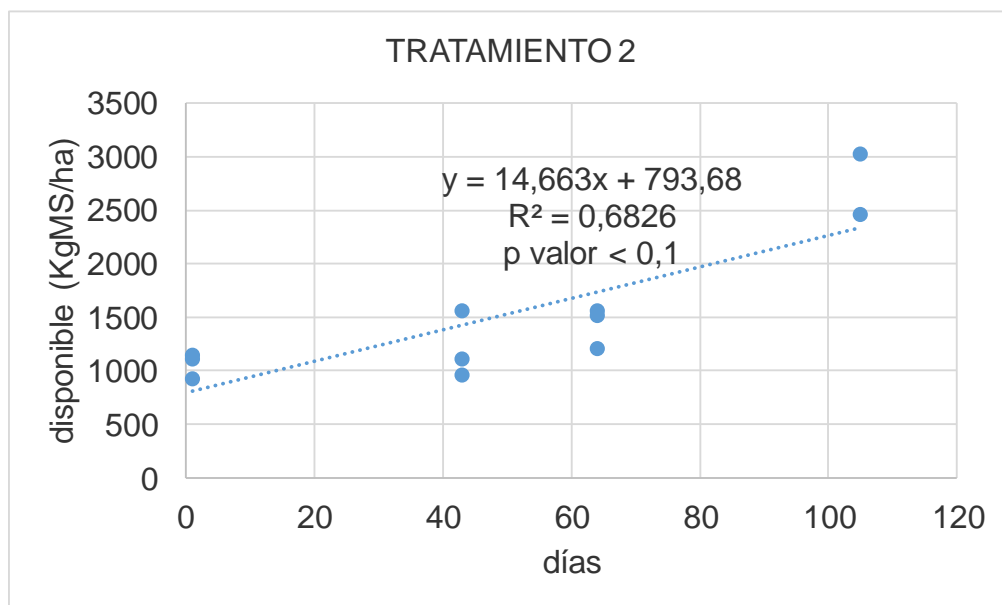


Figura 7. Producción de materia seca a lo largo del período para el tratamiento 2

Como se visualiza en la figura 7 si bien el experimento comienza con los mismos valores de materia seca que el tratamiento 1, existe luego un mayor aumento del disponible a medida que pasan los días obteniéndose un

disponible mayor hacia el final del experimento. Esto se debe a la inclusión del raigrás y trébol rojo en este tratamiento con el objetivo de renovar la pastura y aumentar su productividad; tal como define Noya (1990) la intersiembra de pasturas se aplicó como metodología donde se implantan especies forrajeras sobre una pradera deprimida, con el fin de que las mismas sean más productivas, equilibradas y adquieran menor estacionalidad.

Cabe destacar un aumento en el R cuadrado, lo que explica mejor el aumento del disponible a medida que transcurren los días. A su vez existen diferencias entre disponibles para las diferentes fechas de medición como ocurría en el caso del primer tratamiento (ver anexo análisis de varianza).

Por otro lado es importante resaltar la baja materia seca disponible durante el invierno del tratamiento pudiendo deberse esto a una época de siembra tardía de las especies a introducir. Esta información coincide con Fraser et al., citados por Carámbula (2007) que resaltan que durante el proceso de renovación no solo intervienen las características innatas de la especie en cuestión, sino además las condiciones ambientales que se registran en el momento en que se produce el reclutamiento de sus plántulas. Colabelli et al. (1998) expresan que las temperaturas tienen efecto sobre las principales variables morfogénicas y nos ayudan a comprender la evolución estacional de forraje como se mencionó anteriormente. La misma está explicada por el balance entre crecimiento y senescencia, siendo el resultado la cantidad de forraje cosechable de una pastura.

Si bien existe competencia invernal hacia las especies introducidas, la misma la ejercían especies estivales de bajo crecimiento en esta época (mucho materia seca) y de esta manera la competencia fue más que nada espacial y no nutricional. El menor crecimiento comentado anteriormente puede deberse a los procesos de germinación, establecimiento, etc. que están ocurriendo en esos momentos al sembrarse de forma tardía las especies.

Sin embargo, el disponible de MS se eleva entrando la primavera como es esperable para este tipo de mezclas que componen especies como *Lolium multiflorum* de gran crecimiento primaveral. Estas producciones pueden estar explicadas entre otras cosas por variables morfológicas y su relación con las condiciones climáticas. Las relaciones entre TEF y temperatura según Agnusdei (1999) son aproximadamente exponencial de 12 a 20 °C para especies de tipo C4 y de 5 a 17 °C para especies C3.

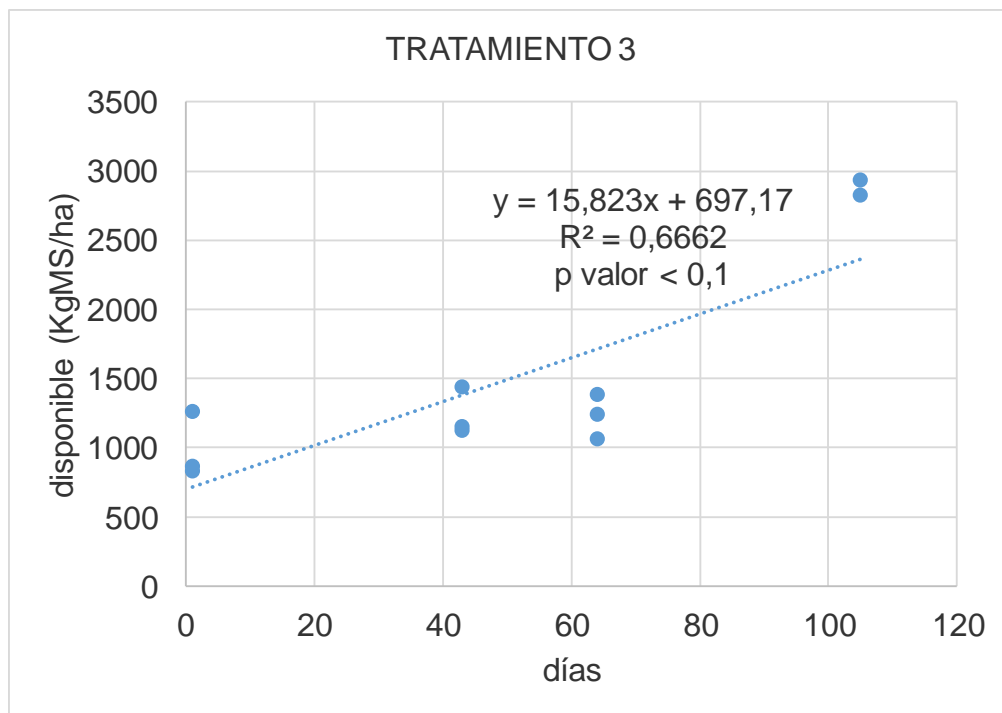


Figura 8. Producción de materia seca a lo largo del período para el tratamiento 3

Para el tratamiento 3 no se observan grandes diferencias en relación a lo observado en el tratamiento 2 (pendientes muy similares y se mantienen las diferencias en el disponible a través del tiempo). De esta manera, sí se mantienen las diferencias con el tratamiento testigo, pero no se refleja el efecto de la fertilización fosfatada en la renovación en un aumento en la productividad de la pradera a lo largo del tiempo (cantidad de MS disponible).

Como expresa Carámbula (2007) la condición en que se encuentra una pastura en un momento dado determinará a posterior su respuesta a la fertilización con fósforo. Esto puede haber tenido incidencia en este caso donde se quiso renovar una pastura vieja en vías de degradación de manera que quizás la baja presencia de leguminosas fuese la limitante a la hora de responder al agregado de fósforo. Teniendo en cuenta lo expresado por Santiñaque et al. (1985) la fertilización fosfatada podría afectar más el crecimiento inicial a través del peso individual de las plántulas más que la población obtenida de las mismas. Es por esto que tales resultados podrían manifestarse más adelante en el crecimiento de la pastura y no en el lapso estudiado (hasta comienzos de primavera).

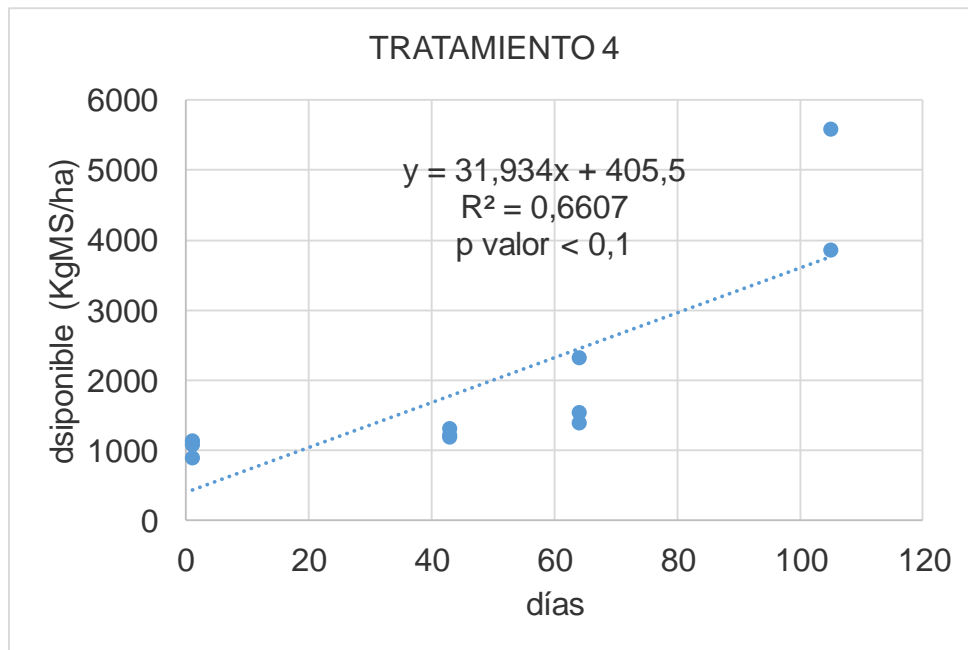


Figura 9. Producción de materia seca a lo largo del período para el tratamiento 4

En el tratamiento 4 se observa el aumento más notorio de la producción de materia seca (pendiente muy elevada) a través de los días del experimento siendo estadísticamente significativo. Si bien experimenta un R cuadrado muy similar a los demás tratamientos los valores del disponible son elevados alcanzando aproximadamente 5000 kg MS/ha.

En correspondencia con lo estudiado por Mazzanti et al. (1997) se observa que, entre otros factores, la capacidad de incrementar la tasa de elongación foliar en raigrás en respuesta a la fertilización nitrogenada es uno de los que explica estos aumentos de materia seca. El nitrógeno modifica variables como tamaño final de hojas, largo del pseudotallo y tallo, densidad y peso promedio de los macollos como se mencionó anteriormente. Sus trabajos sobre raigrás anual y avena en concordancia con estos mostraron que la tasa de elongación foliar evolucionó en forma exponencial con la temperatura para las dos especies en todos los niveles de fertilización. A su vez la respuesta de la TEF a la fertilización nitrogenada tiende a ser limitada cuando la temperatura media diaria del aire es menor a 8°C.

Por lo tanto, hubo un efecto importante en la inclusión del nitrógeno a este último tratamiento asegurando de esta manera mayores valores de productividad de la pastura, sobre todo entrando en la primavera como ocurría en los restantes casos. Coincidiendo con Rebuffo (1994) cuando no dominan

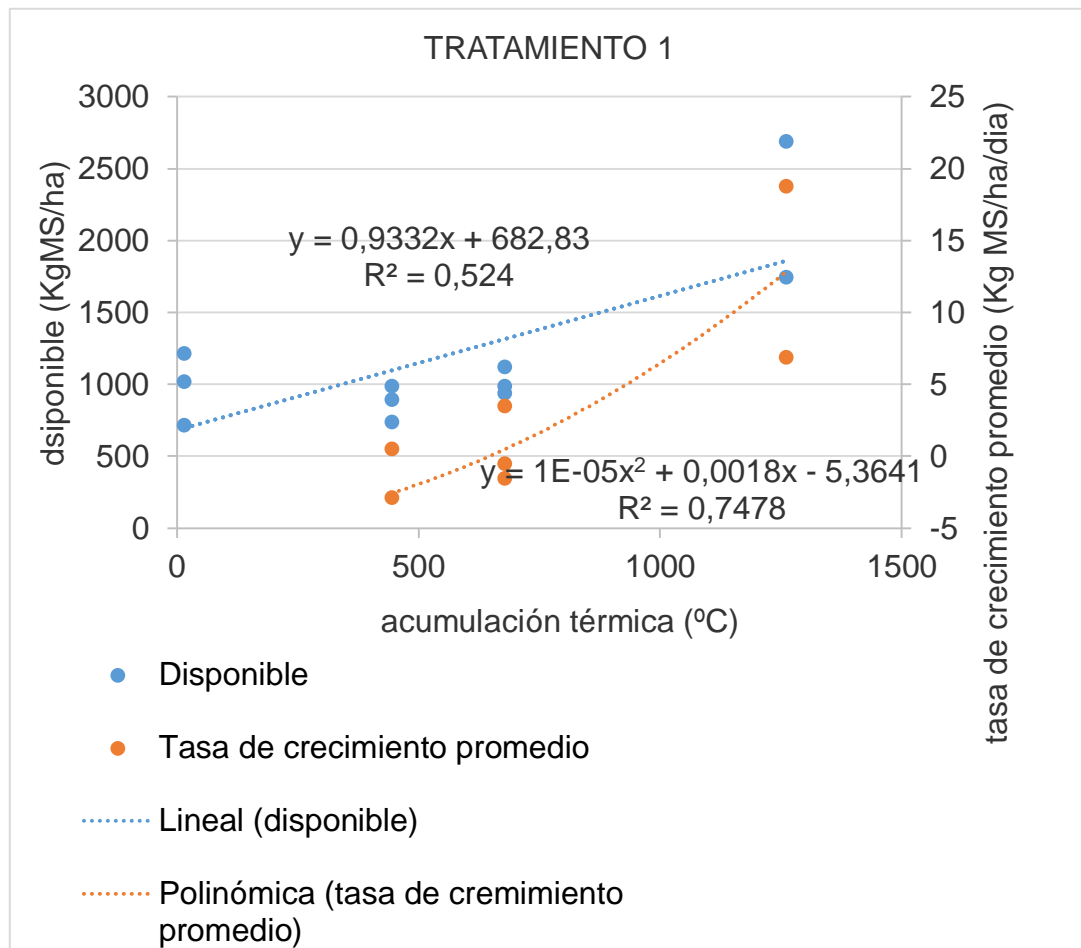
leguminosas el tapiz se esperan respuestas importantes a la fertilización nitrogenada, es por ello que es incuestionable evaluar la composición botánica a la hora de la seleccionar los potreros a fertilizar con nitrógeno.

Para los 60 días del experimento, todavía en el invierno, este tratamiento ya había alcanzado valores de disponible similares a los de la primavera del tratamiento 2 y 3 lo que refleja con claridad el aporte de la fertilización nitrogenada a la producción invernal de la pradera. En la etapa del macollaje al realizarse un aporte de nitrógeno, es aprovechado por las plantas de raigrás que poseen alto nivel de respuesta y permiten mayores niveles de disponibilidad de MS. Entre otras implicancias, una entrada más temprano a pastorear la pradera en una etapa de déficit de forraje como es fines de invierno podría realizarse.

En caso de este tratamiento se cumple el objetivo primario de la renovación de pasturas según Carámbula (2002) de restaurar la productividad de las pasturas en vías de degradación.

4.3.2 Forraje disponible y tasa de crecimiento promedio en función de acumulación térmica

En el siguiente gráfico observamos como varía el disponible y la tasa de crecimiento promedio para el tratamiento 1 tomando como variable independiente la acumulación térmica en °C.



Resultados estadísticamente significativos ($p < 0,1$)

Figura 10. Acumulación de materia seca y tasa de crecimiento promedio en función de la acumulación térmica para el tratamiento 1

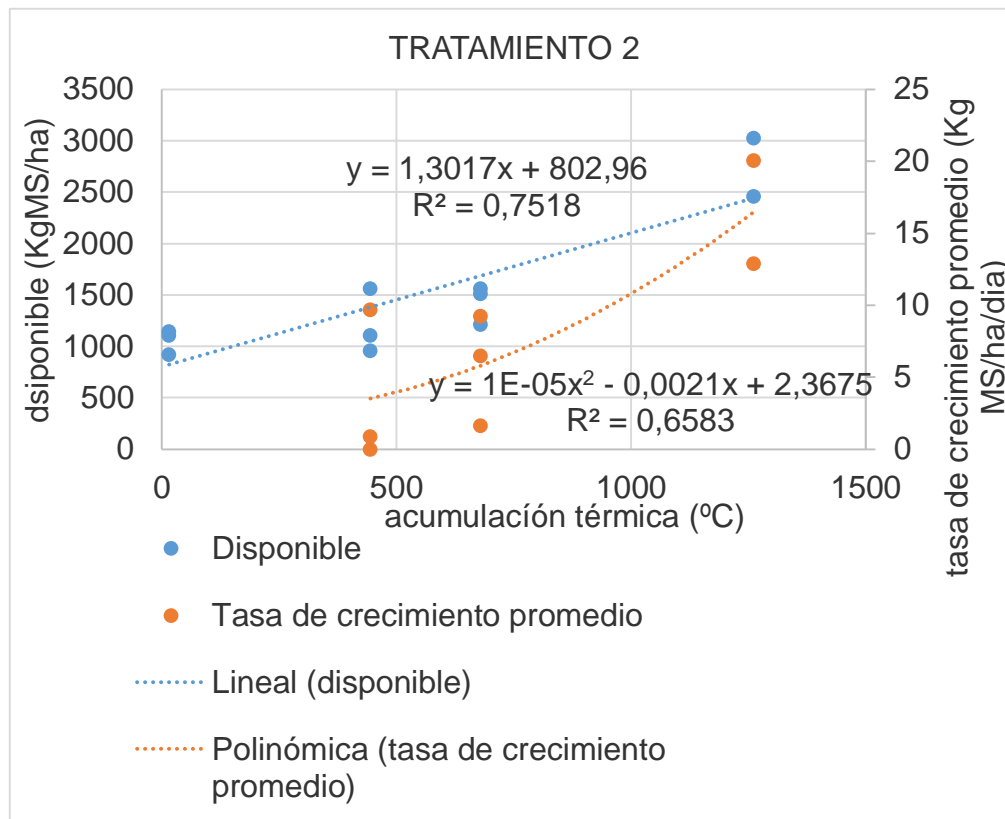
Es de suma importancia destacar un bajo crecimiento de la pastura en los meses de invierno reflejado en tasas de crecimiento cercanas a cero con acumulaciones térmicas entre 400 y 800 °C. Esto puede estar explicado por el bajo aporte de especies de contribución significativa a la productividad de una pastura y por lo tanto de una predominancia de malezas y restos secos que no contribuyen a la misma.

La correlación entre la acumulación de materia seca y la acumulación térmica es la más baja de todos los tratamientos. De esto se desprende que al ser un tratamiento testigo sin inclusión de especies valoradas en aporte de productividad invernal, y a su vez, teniendo en cuenta que es una pradera vieja y ya no tiene aporte de trébol blanco, lotus y festuca, la producción no solo es

baja si no que no aumenta de forma notoria con la acumulación térmica la pendiente más baja.

Esto es explicado por la degradación de la pastura tal como lo manifiesta Formoso (1983), que cuando se da una pérdida de persistencia de las especies sembradas, primero se comienza con disminución de persistencia de leguminosas seguido de un aumento de las malezas. Variando esto según algunos factores pero derivando al fin en una reducción de la producción y calidad del forraje, lo que determina un bajo resultado productivo en el caso de que no se renueve.

Estos resultados a su vez son similares a observados en La Estanzuela y citados por García et al. (1988) donde se obtuvo una muy buena asociación entre el contenido de malezas y los rendimientos de pasturas sembradas (mezclas de gramíneas y leguminosas), donde por cada 10 unidades porcentuales de incremento en las malezas, el rendimiento de las especies sembradas se redujo una tonelada de materia seca. Estos datos hacen referencia a lo descrito más adelante en la composición botánica del tratamiento.



Resultados estadísticamente significativos ($p < 0,1$)

Figura 11. Acumulación de materia seca y tasa de crecimiento promedio en función de la acumulación térmica para el tratamiento 2

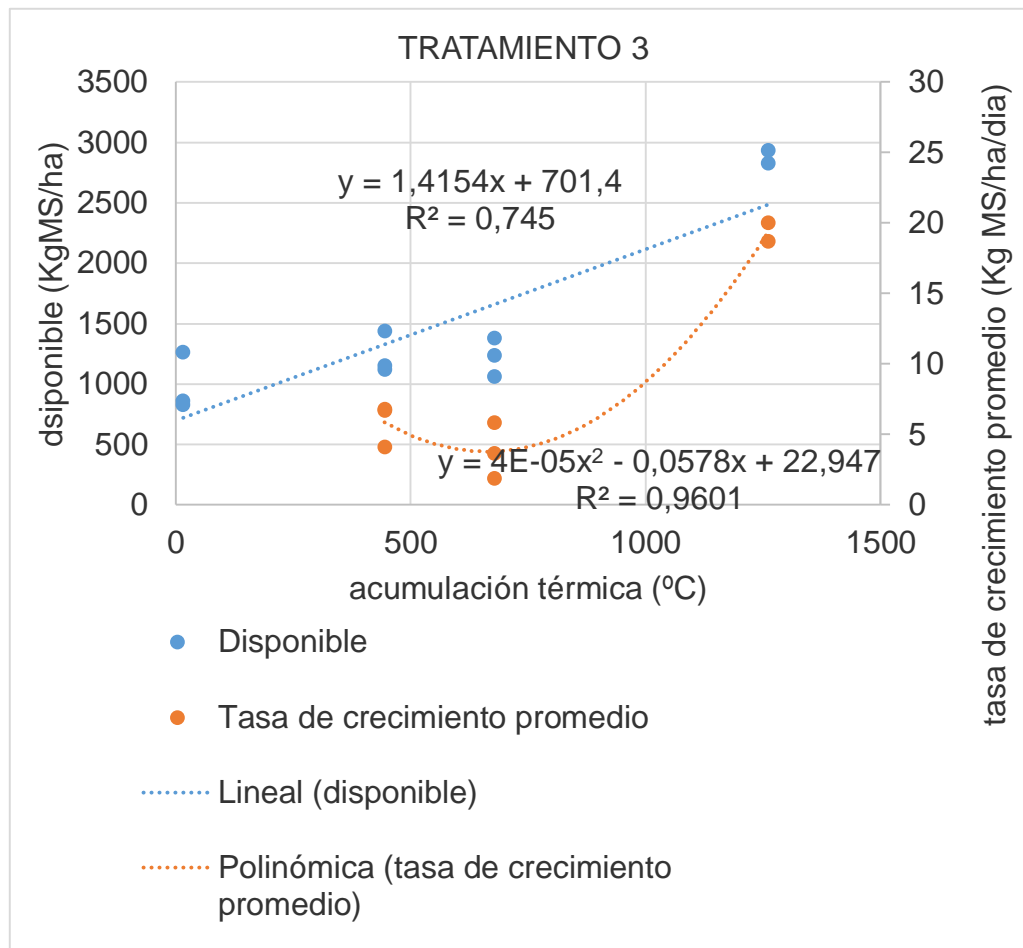
Como se puede visualizar en la figura 11, la inclusión de *Trifolium pratense* y *Lolium multiflorum* permite alcanzar tasas de crecimiento más altas que el tratamiento testigo. Al comienzo no alcanza buenas tasas de crecimiento promedio, concordando con la información de Agnusdei (1999) que en invierno se da una muy baja eficiencia de utilización del forraje ya que las hojas producidas en otoño senescen y son reemplazadas por hojas de menor tamaño, producidas a menores temperaturas. Después de los 600°C llega a los 5-10 Kg MS/ha/día lo que luego se acentúa más al llegar al doble de acumulación térmica. Esto se debe a que la tasa de elongación foliar tiene una respuesta rápida a los cambios de temperatura y se ve reflejado en la producción de tejido aéreo estacional (Agnusdei, 1999).

Esto concuerda con el modelo de Chapman y Lemaire (1993) que expresa un acercamiento de la pastura a su índice de área foliar óptimo a medida que se acumulan °C. De manera que a través de la inclusión del raigrás

a la pastura, se obtienen hacia la primavera valores de TEF, tasa de aparición foliar y vida media foliar que potencien las características estructurales de las plantas como número de hojas, densidad de macollos y tamaño de hojas que luego se manifiestan en mayor IAF y crecimiento de la pastura. Si se toma en cuenta los °C acumulados en el experimento y que el intervalo de aparición de hojas para el raigrás es de 140 °C (Colabelli et al., 1998) la producción de hojas nuevas es de 8 a 9, lo que indica que las plantas llegarían a su IAF óptimo (sabiendo a su vez que el número máximo de hojas vivas por macollo es 3 para raigrás según los mismos autores).

Por más que las diferencias no son muy notorias las existen y se explican por el aporte de *Lolium multiflorum* y *Trifolium pratense* a la pastura. Concordando con la información aportada por Scheneiter (2014) el raigrás anual se destaca por establecerse bien y manifestar buena producción de forraje en pleno invierno cuando otras especies anuales declinan en sus tasas de crecimiento.

El cuanto al disponible se destaca un mejor comportamiento manifestado en una pendiente y un R cuadrado numéricamente superior al tratamiento 1 (aumentando a mayor ritmo los kg MS/ha a medida que se acumula temperatura con diferencias estadísticamente significativas), correspondiéndose estos datos con los vistos anteriores para las tasas de crecimiento mayores (ver anexo análisis de varianza).

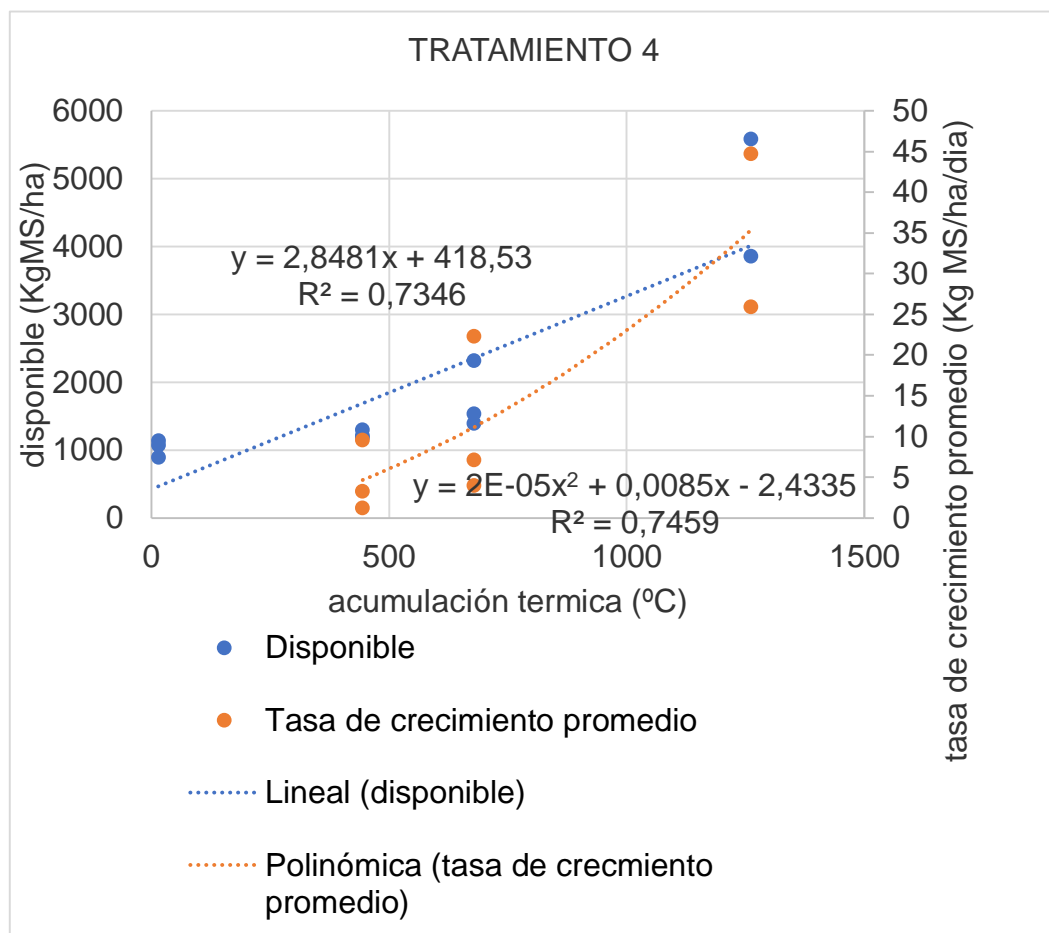


Resultados estadísticamente significativos ($p < 0,1$)

Figura 12. Acumulación de materia seca y tasa de crecimiento promedio en función de la acumulación térmica para el tratamiento 3

Para el caso del tratamiento 3 se puede apreciar un comportamiento similar al tratamiento 2. Entre los 400 y 600°C se produce una leve caída en la tasa de crecimiento promedio y por lo tanto del disponible, para luego sí tener un aumento notorio hacia la primavera. Esto se debe a que disminuye la producción las gramíneas nativas por ser de tipo C4, mientras que a su vez el crecimiento de las especies sembradas (*Trifolium pratense* y *Lolium multiflorum*) todavía no es notorio para compensar esta caída. Sin embargo, no observamos un efecto de la inclusión de fertilización fosfatada en términos de tasas de crecimiento de la pastura así como tampoco se observó anteriormente en términos de disponibilidad de MS.

Las características climáticas de la implantación y establecimiento de las especies sembradas (fecha de siembra tardía y bajas precipitaciones en el mes de junio), tal como se describieron anteriormente, podrían explicar el porqué de la demora en obtener altas tasas de crecimiento promedio. Si se tiene en cuenta lo dicho por Bermúdez et al. (1996), atrasos en la fecha de siembra desencadenan condiciones que enlentecen la germinación y el crecimiento inicial de las especies sembradas. Amadeo (2001) también da motivos para ello ya que con respecto al periodo a realizar las intersembras de especies señala a otoño como lo más conveniente.



Resultados estadísticamente significativos ($p < 0,1$)

Figura 13. Acumulación de materia seca y tasa de crecimiento promedio en función de la acumulación térmica para el tratamiento 4

En este último caso se observan los valores más altos tanto de disponible como de la tasa de crecimiento promedio. A medida que se acumula temperatura el aporte de las especies sembradas se vuelve más significativo disminuyendo a su vez el de las gramíneas nativas estivales. También existe una mayor pendiente para el caso de la línea de tendencia del disponible, lo que marca la importancia de la introducción de las especies sembradas acompañadas de la fertilización nitrogenada. Como expresaban Colabelli et al. (1998) es de suma importancia conocer el efecto que genera la temperatura sobre las principales variables morfogénicas a fin de comprender la evolución estacional de forraje. La misma según los autores es explicada por el balance entre crecimiento y senescencia, siendo el resultado la cantidad de forraje cosechable de una pastura. En este caso podemos observar que los aumentos de temperatura provocan un balance positivo que se refleja en las mayores tasas de crecimiento promedio con pendientes muy elevadas.

Para la tasa de crecimiento promedio se encuentra una suba clara a partir de los 800°C tal cual pasaba para los otros tratamientos, pero alcanzando en este caso valores máximos de 30-40 Kg MS/ha/día. Este crecimiento por día muy alto de la pastura se justifica por el aporte de nitrógeno que favorece a especies como *Lolium multiflorum* que poseen un alto nivel de respuesta al mismo explicado principalmente a través del modelo morfogénico como fue explicado anteriormente. Como señalaba Rebuffo (1994) las condiciones climáticas durante y después de la fertilización y las tasas de crecimiento de la pastura determinarán la respuesta de las mismas a la fertilización nitrogenada, siendo en este caso las condiciones normales del invierno (bajas temperaturas y déficit de nitrógeno) sumado a una presencia de raigrás con gran crecimiento invernal lo que potencia esta respuesta.

El IAF presenta un valor crítico en el que la tasa de crecimiento se hace máxima según expresa Watson, citado por Langer (1981). La máxima tasa de crecimiento en la información recopilada por García (2003) para raigrás anual es de 50 kg MS/ha/día. Estos resultados contrastándolos con la información mencionada denotan que la pastura hacia el final del experimento alcanza valores cercanos al IAF óptimo para el caso del tratamiento 4. Si bien no alcanza tasas similares a las de raigrás esto es previsible ya que la pastura la componen variedad de especies que explican estos resultados.

4.4 COMPOSICIÓN BOTÁNICA

A continuación, se presentan los datos de composición botánica en kg/ha de MS para cada tratamiento a lo largo del experimento en días.

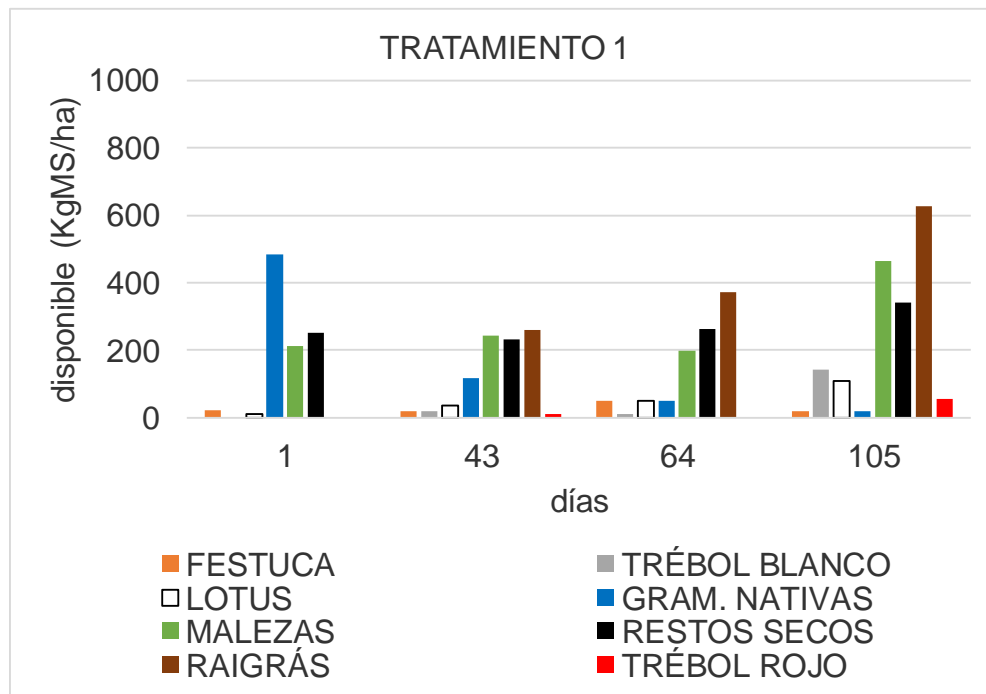


Figura 14. Composición botánica del tratamiento 1

En la figura 14 se puede observar que las especies sembradas originalmente ya no poseen espacio (mínimamente el lotus), por lo tanto son ocupados al comienzo por gramíneas nativas, diferentes malezas y restos secos a lo largo del tiempo y raigrás hacia el final. Esta información demuestra una concordancia con la bibliografía en donde Carámbula (2007) sostiene que una pastura degradada es aquella donde existe una falta de persistencia de las especies sembradas principalmente de leguminosas; donde las gramíneas son poco variables, aunque decrecen su rendimiento con el tiempo; y estos nichos libres que van dejando las leguminosas son colonizados por especies invasoras tales como malezas y gramíneas ordinarias, muchas veces anuales.

Cabe destacar la presencia de las gramíneas nativas (en su mayoría C4) al comienzo del experimento ya que allí es cuando todavía encuentran las condiciones ambientales propicias para su desarrollo, pero luego desaparecen. De esta manera el aporte a la pastura al comienzo está dado por gramíneas estivales como paspalum y hacia el final por el raigrás de crecimiento espontáneo lo cual mejora un poco el valor nutritivo de la pastura en el invierno,

pero esto perjudicaría en el verano ya que dejaría espacios libres que seguramente sean ocupados por diversas malezas.

Este tratamiento testigo permite observar la necesidad de renovar la pastura vieja, es decir de cumplir con el objetivo de la renovación que expresan García et al., citados por Carámbula (2007) de restaurar la productividad de las pasturas en vías de degradación (aportando especies que contribuyan a aumentar tanto la producción como calidad de la pastura). Desde un primer punto de vista la decisión de renovación sería acertada e hipotéticamente permitiría la mejora necesaria de efectuarse de forma correcta y con los recaudos necesarios, ya que de permitir que siga la pastura anterior la contribución de especies valoradas sería mínima.

En la siguiente figura se observa la composición botánica a través del experimento para el tratamiento 2.

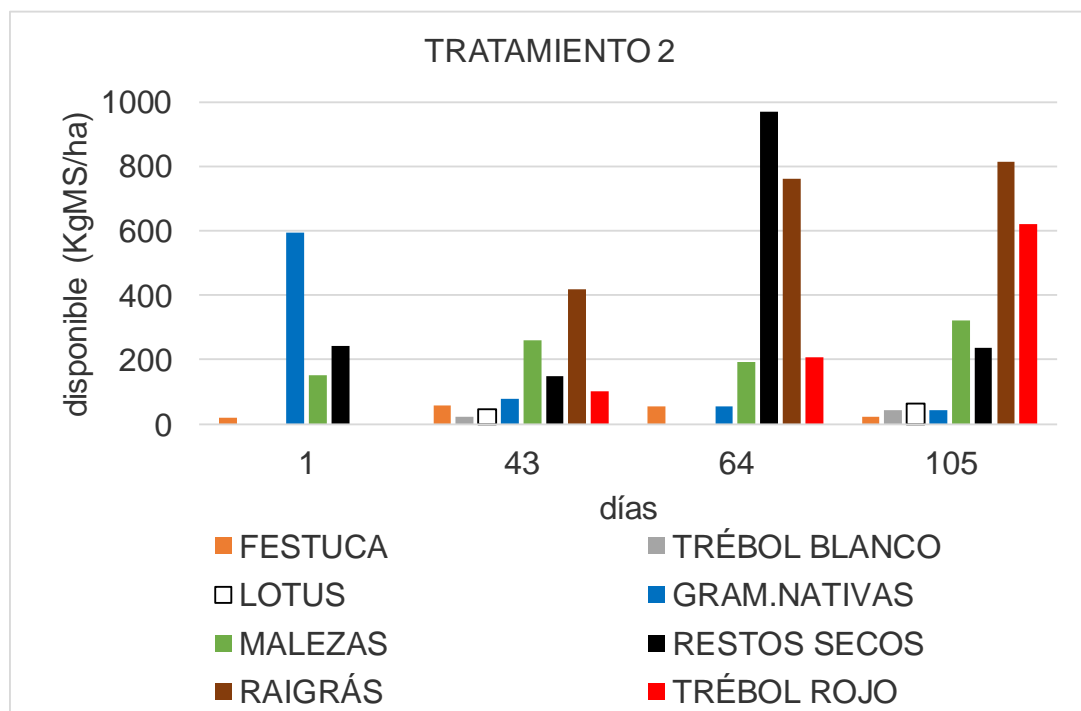


Figura 15. Composición botánica del tratamiento 2

El tratamiento 2 muestra el aporte de las especies introducidas a partir del invierno. Se observa una predominancia del raigrás, restos secos y luego un aporte significativo de trébol rojo hacia el final. La figura 15 muestra que el aumento en la materia seca que se observó anteriormente es explicado por

raigrás, trébol rojo y restos secos y no por las malezas que se encontraban con gran estabilidad en el tratamiento testigo.

Tal como describían García et al. (1991) el cultivar utilizado para trébol rojo (LE 116) posee buena implantación tanto en siembras puras como asociadas, en un rango de épocas muy amplio que comprende otoño, invierno y primavera y es de carácter agresivo en altas densidades lo que lo caracteriza como apropiado para renovación de pasturas. Esto se observa ya que más allá de ser sembrado en forma tardía logra desarrollarse y alcanzar 600 kg MS/ha para la primavera. Correspondido con esto, Hertel et al., citados por Vega (1983) afirmaban que trébol rojo presenta una baja susceptibilidad al sombreado permitiéndolo de esta manera adaptarse a la renovación y expresarse en el tapiz a pesar de la variedad de especies que componen la composición botánica.

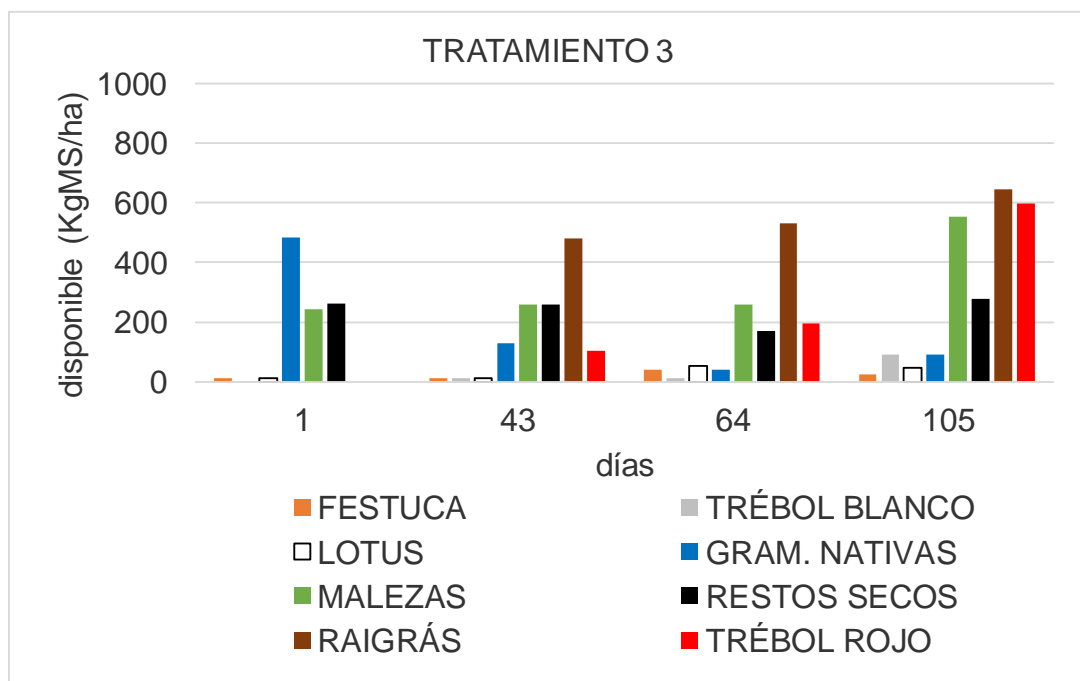


Figura 16. Composición botánica del tratamiento 3

La fertilización fosfatada sumada a la inclusión de especies a la pastura no parece tener un efecto claro o demostrar un comportamiento muy diferente a lo que se venía observando en el tratamiento 2 del punto de vista de la composición botánica. El trébol rojo se comportó igualmente que el tratamiento 2 teniendo un aumento progresivo y el raigrás sigue siendo el que mayor aporta una vez que entra el invierno, aunque con valores absolutos no tan altos, desplazando a las gramíneas nativas.

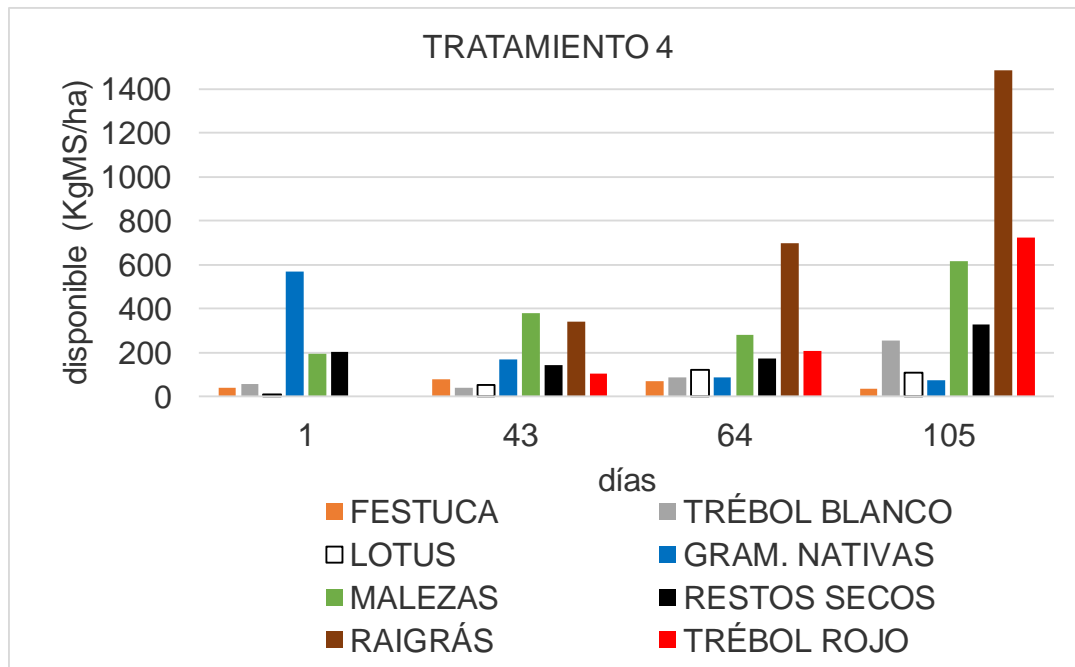


Figura 17. Composición botánica del tratamiento 4

Al igual que en lo analizado en la evolución de la producción de forraje a través de los días o de la acumulación térmica, y al igual que en las tasas de crecimiento promedio, el tratamiento 4 es el que mejor responde en términos de composición de especies valoradas en calidad y producción de forraje contribuyendo positivamente a la pastura.

A partir de los 43 días existe un aporte del raigrás progresivo desplazando a las gramíneas nativas y alcanzando valores máximos en comparación con los restantes tratamientos sobre el final. Esto se manifestó en la primavera en las parcelas como grandes manchones los cuales se puede esperar que en parte sean ocupados por trébol rojo en el verano y no queden como espacios libres para malezas como lo harán en el tratamiento testigo con el raigrás espontáneo.

Las diferencias radican en una baja proporción de restos secos siendo superada por el trébol rojo, en la aparición entrando en la primavera de especies como el trébol blanco que no tenían aportes prácticamente en los restantes tratamientos y en una mínima aparición de festuca, todos estos promovidos seguramente por la fertilización nitrogenada.

Las malezas también se vieron promovidas por la fertilización nitrogenada lo cual se podría definir como un efecto negativo de la misma sobre

la pastura ya que además de promover las especies valoradas también lo hace así con las invasoras. Esta información coincide con la dada por Carámbula (1991) que expresa que las diferentes sensibilidades que pueden tener las pasturas sembradas al enmalezamiento se dan por el aumento en la fertilidad y especialmente por los espacios libres que dejan las leguminosas al disminuir su población en la época estival.

Si se compara con el tratamiento testigo el raigrás alcanza valores de más del doble de materia seca y el trébol rojo seis veces por encima, por lo que se puede observar un efecto positivo a través de la presencia de las especies introducidas en la mezcla junto con la fertilización más allá de que esto provocó en simultáneo un aumento en las malezas.

4.5 CONSIDERACIONES FINALES

El tratamiento que incluyó la intersembrado de las especies más la fertilización nitrogenada fue el que mejor se comportó en las distintas variables.

Se debe tener en cuenta a la hora del análisis una fecha de siembra tardía (junio) o fuera del óptimo con precipitaciones en esta fecha muy por debajo de la media histórica. Luego para invierno y comienzo de primavera se dieron altas precipitaciones lo que permitieron un mejor comportamiento de la pastura en general sobre todo hacía comienzos de primavera.

No hubo limitantes por parte de la calidad de la semilla en cuanto al peso de las mismas y porcentaje de germinación en el laboratorio, descartándose algún factor de las mismas hacia la implantación o establecimiento de las especies.

En cuanto al forraje disponible promedio de los 4 tratamientos se encuentran diferencias significativas entre el tratamiento testigo y el que incluyó la fertilización nitrogenada, siendo los tratamientos de la intersembrado y el de la intersembrado más fósforo no diferentes significativamente a los restantes. Esto marca un escalón a la hora de diferenciarse de la pastura vieja cuando se siembran nuevas especies y a su vez son fertilizadas con nitrógeno.

En cuanto a la producción de materia seca, el tratamiento 4 permite obtener mayores disponibles a medida que pasan los días lo que a su vez permite llegar a la primavera con valores absolutos mayores a los demás tratamientos.

A modo general no se encontró un efecto diferencial de fertilizar con fósforo además de la intersembrado de especies. Esto puede deberse hipotéticamente a varios factores, ya sea la baja presencia de leguminosas

siendo estas las que tienen mayor respuesta o a que el efecto del mismo podría demorarse en el tiempo viéndose mayoritariamente hacia fines de primavera.

Las tasas de crecimiento promedio observadas tienen una alta correlación con la acumulación térmica en todos los casos lo que marca claramente la dependencia de acumulación de temperaturas en los días para lograr mayor crecimiento de la pastura hacia la primavera. Las mayores tasas son para el tratamiento 4 influenciada por el gran crecimiento primaveral del raigrás a razón de la inclusión de la fertilización nitrogenada.

La presencia del raigrás en la composición botánica es la más importante para todos los tratamientos destacándose en el 4 ya que se ve potenciado por el nitrógeno al macollaje. La presencia de las especies de la pastura vieja es prácticamente nula en todos los tratamientos salvando aquel en que la fertilización nitrogenada les permitió un poco de crecimiento. El trébol rojo aparece con mayor presencia para la primavera manteniendo niveles bajos en el invierno lo que puede deberse a la tardía fecha de siembra.

5. CONCLUSIONES

En un análisis a corto plazo la pastura se ve beneficiada por el aporte de especies, ya que aumenta su producción en el invierno hacia la primavera gracias a las especies incluidas. Dejando la pastura sin modificaciones, las producciones son muy bajas durante el invierno y comienzos de primavera y la proporción de especies valoradas también, teniendo la presencia únicamente del raigrás espontáneo.

Al incluir las especies, la pastura mejora en términos de disponible y crecimiento y al sumarle a esto la fertilización nitrogenada la misma toma los máximos valores de forraje disponible y tasas de crecimiento promedio, por lo que se concluye como una buena alternativa la renovación del punto de vista productivo.

Hipotéticamente a largo plazo podría no ser tan bueno ya que al no haber tanto trébol rojo como raigrás no se fijaría mucho N al suelo y a su vez podría comprometerse la pastura en el verano ya que el raigrás anual dejara espacios libres que podrían ser ocupados por malezas en la medida que el trébol rojo no se haya establecido de buena manera.

6. RESUMEN

Con el objetivo de evaluar la producción forrajera de pasturas renovadas, se realizó un experimento, llevado a cabo en la Estación Experimental “Dr. Mario. A. Cassinoni” (Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay), durante el período de tiempo comprendido entre junio y septiembre de 2018. El experimento consistió en la renovación de una pradera degradada compuesta por *Trifolium repens* cv. Zapicán, *Festuca arundinacea* cv. Tacuabé y *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel. La renovación fue realizada con la mezcla de *Lolium multiflorum* cv. Winterstar 2 y *Trifolium pratense* cv. E 116. Se realizaron 4 tratamientos donde las variables fueron: inclusión de especies a la pastura, inclusión más fertilización fosfatada, inclusión más fertilización nitrogenada y un tratamiento testigo sin renovación. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, donde cada uno de los tres bloques propuestos fue dividido en cuatro tratamientos, formando doce unidades experimentales. Se observaron diferencias significativas en el forraje disponible mostrando una superioridad el tratamiento con fertilización nitrogenada por sobre el testigo. En cuanto al disponible a través del tiempo, se encontraron diferencias significativas a favor de la última fecha de medición en septiembre.

Palabras clave: Pasturas; Renovación; Producción.

7. SUMMARY

With the objective of evaluating the forage production of renewed pastures, an experiment was carried out in the Experimental Station “Dr. Mario A. Cassinoni” (Agronomy School, Universidad de la Republica, Paysandú, Uruguay), during the period between June and September 2018. The experiment consisted in the renewal of a degraded meadow composed of *Trifolium repens* cv. *Zapicán*, *Festuca arundinacea* cv. *Tacuabé* and *Lotus corniculatus* cv. San Gabriel. The renewal was carried out with the mixture of *Lolium multiflorum* cv. Winterstar 2 and *Trifolium pratense* cv. E 116. Four treatments were carried out with the variables inclusion of pasture species, inclusion plus phosphate fertilization, inclusion plus nitrogen fertilization and a control treatment without renewal. The experimental design used was randomized complete blocks, where each of the three proposed blocks was divided into four treatments, forming twelve experimental units. Differences in available forage were observed showing superiority in the treatment with nitrogen fertilization over the control. As for the available one, significant differences were found over time in favor of the last measurement date in September.

Keywords: Pastures; Renewal; Production.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agnusdei, M. G. 1999. Analyse de la dynamique de la morphogènese foliare et de la défoliation de plusieurs espèces de graminées soumises à un pâtunaje continudans une communauté végétale de la Pampa huméde (Argentine). (en línea). Thèse de Doctorat. Spécialité Sciences Agronomiques. Lorraine, France. Institut National Polytechnique de Lorraine/INRA. Lusignan Unite d'Ecophysiologie des Plantes Fourrageres. 101 p. Consultado 14 jul. 2019. Disponible en http://docnum.univ-lorraine.fr/public/INPL_T_1999_AGNUSDEI_M.pdf
2. _____; Colabelli, M. R.; Fernández Greco, R. C. 2001. Crecimiento estacional de forraje de pasturas y pastizales naturales para el sud este bonaerense. INTA Balcarce/UNMdP. Facultad de Ciencias Agrarias. Boletín técnico no. 152. 47 p.
3. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos del Uruguay. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
4. Altier, N. 1996. Producción y manejo de pasturas. *In*: Risso, D, F.; Berreta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 47-56 (Serie Técnica no. 80).
5. _____; Maeso, D. 2005. Enfermedades virales de *Trifolium pratense* en Uruguay. *In*: Bao, L.; Maeso, D.; Altier, N. eds. Avances de la investigación en el período 1994-2004. Montevideo, INIA. pp. 1-2 (Serie Técnica no. 150).
6. _____. 2010. Enfermedades en pasturas. *In*: Altier, N.; Rebuffo, N.; Cabrera, K. eds. Enfermedades y plagas en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 19-35 (Serie Técnica no. 183)
7. Álvarez, N.; Apolinario, J. 2012. Evaluación de la productividad de mezclas forrajeras utilizadas en la renovación de praderas degradadas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 109 p.
8. Alzugaray, R.; Ribeiro, A. 2000. Insectos en pasturas. *In*: Zerbino, S.; Riveiro, A. eds. Manejo de plagas en pasturas y cultivos. Montevideo, INIA. pp. 13-30 (Serie Técnica no. 112).

9. Amadeo, C. A. 2001. Intersiembras (en línea). Buenos Aires, Argentina, s.e. 3 p. Consultado 17 feb. 2019. Disponible en <http://www.elsitioagricola.com>
10. Arrospide, C. G. 1980. Estudio sobre el rejuvenecimiento de praderas sembradas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 173 p.
11. Ayala, W.; Bembaja, M.; Cotro, B.; Do Canto, J.; García, J.; Olmos, F.; Silva, J. 2010. Forrajeras: catálogo de cultivares 2010. Montevideo, INIA. 131 p.
12. 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.
13. Bentancourt, C. M. 2004. Manual de entomología. Montevideo, Facultad de Agronomía. 256 p.
14. Bermudes, R.; Carámbula, 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).
15. Bermúdez, R. 2007. El fósforo en las pasturas: un insumo a manejar para mejorar el retorno económico. Revista INIA. no. 12: 11-13.
16. Bowen, H. D. 1981. Alleviating mechanical impedance. Modifying the root environment to reduce crop stress. American Society of Engineers (ASAE). Monograph no.4. 5 p.
17. Brito del Pino Gruss, G.; Colella Ortíz, A.; Crosta Berrutti, D.; Morales Balparda, C. J. 2008. Relevamiento de implantación de pasturas con gramíneas perennes en basamento cristalino. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 125 p.
18. Brown, D. 1954. Methods of surveying and measuring vegetation. Hurley, Berks, Commonwealth Bureau of Pastures and Field Crops. pp. 42-79 (Bulletin no. 42).
19. Carámbula, M. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).

20. _____. 2007a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
21. _____. 2007b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.2, 371 p.
22. _____. 2007c. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
23. Castaño, J. 2003. Adaptación y manejo de especies forrajeras y técnicas para optimizar su producción. *In*: Jornada de Actualización Ganadera (2003, Balcarce). Trabajos presentados. Balcarce, INTA. pp. 7-12.
24. Castro, E.; De Zamuz, E.; Barboza, S. 1981. Fertilización de pasturas en el litoral Oeste de Uruguay. (en línea). Investigaciones Agronómicas. 2(1): 56-67. Consultado 23 mar. 2019. Disponible en <http://www.inia.org.uy>
25. Chapman, D.; Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. *New Zealand Journal of Agricultural Research* (Wellington). 26: 159-168.
26. Ciaelli, E.; Ottonello, E. 1998. Inclusión de gramíneas en mejoramientos extensivos. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 122 p.
27. Colabelli, M.; Agnusdei, M.; Mazzanti, A.; Labreveux, M. 1998. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. INTA. Boletín Técnico no. 148. 21 p.
28. Díaz, J. E.; Moor, J. 1980. Estudio sobre densidades y métodos de siembra de praderas. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 125 p.
29. _____.; García, J. A.; Rebuffo, M. 1996. Crecimiento de leguminosas en la Estanzuela. Montevideo, INIA. pp. 1-9 (Serie Técnica no. 71).
30. Durán, A.; Préchac, F. G. 1985. Los suelos del Uruguay: origen, clasificación, manejo y conservación. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. v.1, 398 p.

31. 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. 110 p.
32. 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.
33. Ferrés, S.; Queheille, P.; Riet, I. 2003. Fertilización fosfatada en mejoramientos de campo en la región Este. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 151 p.
34. Formoso, F. 1983. Efecto de los animales sobre las pasturas. In: Reunión Técnica sobre Persistencia de Pasturas Mejoradas (3ª., 1983, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, IICA/BID. pp. 53-69 (Diálogo no. 5).
35. _____. 2007. Manual para la siembra directa. Montevideo, INIA. pp. 83- 90 (Serie Técnica. no. 161).
36. Frontini, F.; Miller, A. 1999. Renovación de un mejoramiento de campo de *Lotus corniculatus* - *Trifolium repens* de cinco años. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 80 p.
37. Gallero, J. J. 2015. Verdeos invernales: su nuevo rol en los sistemas ganaderos de los valles norpatagónicos. (en línea). INTA. Valle Inferior Informa. 8(63):1-10. Consultado 27 abr. 2019. Disponible en https://repositorio.inta.gob.ar/bitstream/handle/20.500.12123/3181/INTA_CRPatagoniaNorte_EEAValleInferior_Gallego_JJ_Verdeos_invernales.pdf?sequence=1&isAllowed=y
38. García, J. A.; Formoso, F. A.; Risso, D. F.; Arrospide, C. G.; Ott, P. 1981. Factores que afectan la productividad y estabilidad de las praderas. Miscelánea CIAAB. no. 29. 23 p.
39. _____.; _____.; Astor, D. 1988. Performance de variedades forrajeras en La Estanzuela: variedades forrajeras II. Miscelánea CIAAB. no. 68. 15 p.

40. _____.; Rebuffo, M.; Formoso, F. 1991. Las forrajeras de la Estanzuela. (en línea). Montevideo, INIA. pp. 7-11. Consultado 20 mar. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/2768/1/111219240807154155.pdf>
41. _____. 1992. Persistencia de leguminosas. (en línea). Revista INIA. Investigaciones Agronómicas. 1 (1):143-156. Consultado 23 feb. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/8843/1/15630031207140751.pdf>
42. _____. 2003. Crecimiento y calidad de gramíneas forrajeras en La Estanzuela. Montevideo, INIA. 35 p. (Serie Técnica no. 133).
43. García Favre, J.; Zanoniani, R.; Cadenazzi, M.; Boggiano, P. 2017. Incidencia de variables biológicas y edáficas en el establecimiento de mezclas forrajeras. (en línea). In: Reunión Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur (24^a., Tacuarembó, 2017). Tomando un camino de oportunidades para la producción ganadera sustentable. Montevideo, INIA. pp. 24-37. Consultado 26 jul. 2019. Disponible en <http://www.ainfo.inia.uy/digital/bitstream/item/7112/1/Grupo-Campo-2017.pdf>
44. Hernández, J. 2008. Respuesta al agregado de fósforo en pasturas con leguminosas en las planicies del este. In: Seminario de Actualización Técnica (2008, Treinta y Tres). Fertilización fosfatada de pasturas en la región Este. Montevideo, INIA. pp. 121-128 (Serie Técnica no. 172).
45. INIA; INASE (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY; Instituto Nacional de Semillas, UY). 2017. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras. (en línea). La Estanzuela, Uruguay, INIA. 95 p. Consultado 5 mar. 2019. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/Evaluacion_EF/Ano2017/PubForrajerasPeriodo2017.pdf
46. Keim, J. P. 2009. Mejoramiento de una pastura permanente degradada, a través de establecimiento de especies y de la fertilización. Tesis Ing. Agr. Valdivia, Chile. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. 76 p.

47. Kemper, W.; Rosenau, R. 1971. Aggregate stability and size distribution. 1 (2): 425 – 442.
48. Langer, H. L. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. 524 p.
49. Maranges Bordabehere, M.; Nadal Fiandra, A. 2015. Efecto de la carga animal y mezcla forrajera sobre parámetros físico-químicos del suelo y la productividad de la pastura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 82 p.
50. Mazzanti, A.; Wade, M. H.; García, M. C. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada de invierno sobre el crecimiento y la composición química del forraje de raigrás anual. Revista Argentina de Producción Animal. 17: 25-33.
51. Mengel, K.; Kirkby, E. A. 2001. Principles of plant nutrition. Dordrecht, Kluwer. 849 p.
52. MGAP. DIEA (Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Dirección de Investigaciones Estadísticas Agropecuarias, UY). 2013. Anuario estadístico agropecuario. (en línea). Montevideo. 270 p. Disponible en <http://www.mgap.gub.uy>
53. Morón, A. 1994. Fósforo: disponibilidad y dinámica en el suelo. In: Morón, A.; Martino, D.; Restaino, E. eds. Manejo y fertilidad de suelos. Montevideo, INIA. pp. 27-31 (Serie Técnica no. 42).
54. Noya, R. 1990. Intersiembra de pasturas. Revista del Plan Agropecuario. no. 18: 36-37.
55. Olmos, F. 1997. Efectos climáticos sobre la productividad de pasturas en la región Noreste. Montevideo, INIA. pp. 1-3 (Boletín de Divulgación no. 64).
56. Paladines, O.; Lascano, C. 1983. Germoplasma forrajero bajo pastoreo en pequeñas parcelas. Cali, Colombia, CIAT. pp. 165-185.
57. PGG Wrightson Seeds. s.f. Pasturas, gramíneas, anuales, Winterstar II. (en línea). s.l. s.p. Consultado 5 jul. 2019. Disponible en https://www.pgw.com.uy/uploads/seeds/W2_web152086936784.pdf

58. Risso, D. F.; Berreta, E. J.; Morón, A. 1995. 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).
59. _____. 2005. Mejoramientos de campo: asegurando una instalación exitosa. Revista INIA. no. 2:2-5.
60. Santiñaque, F.; Argelaguet, R.; Irazoqui, A. 1985. Fertilización fosfatada en la introducción de leguminosas en pasturas naturales. In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 269–277 (Serie Técnica no. 13).
61. Scheneiter, J. O. 2014. El raigrás anual en las regiones Pampeana y Sur de la Mesopotamia. (en línea). Buenos Aires, INTA. 38 p. Consultado 5 jul. 2019. Disponible en [https:// www.inta.gov.ar](https://www.inta.gov.ar)
62. Silveira, D. 2015. Efecto de la fertilización fosfatada sobre la composición química de *Lotus tenuis* y *Trifolium repens*. Agrociencia (Uruguay). 19 (2): 49-58.
63. Taiz, L.; Zeiger, E. 2010. Plant physiology. Sunderland, Sinauer. 782 p.
64. Terra, J.; García Préchac, F. 1998. Uso de tecnología de siembra directa en renovación de pasturas degradadas con gramilla (*Cynodon dactylon*). In: Jornada Anual de Producción Animal (1998, Montevideo). Resultados experimentales 1997-1998. Montevideo, INIA. pp. 67-76 (Actividades de Difusión no. 172).
65. UdelaR. FA (Universidad de la República. Facultad de Agronomía, UY). 1997. Forrajeras. Montevideo. t.2. 153 p.
66. Vega, J. 1983. Renovación de pasturas dominadas por *Festuca arundinacea* o *Cynodon dactylon*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 103 p.
67. Whitehead, D. C. 2000. Nutrient elements in grassland: soil-plant-animal relationships. Wallingford, CABI. 369 p.
68. Zanoniani, R. A.; Noël, S. 1997. Verdeos de invierno. UEDY (Unidad Experimental y Demostrativa de Young). Cartilla no. 2. s.p.

9. ANEXOS

ALTURA (CM)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	1200,96	17	70,64	2,68	0,089
FECHA	893,08	3	297,69	11,29	0,0001
BLOQUE	99,04	2	49,52	1,88	0,1704
TRATAMIENTO	72,42	3	24,14	0,92	0,4452
FECHA*TRATAMIENTO	136,42	9	15,16	0,57	0,8067
Error	790,96	30	26,37		
Total	1991,92	47			

SUELO DESNUDO (%)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	764,52	17	44,97	1,02	0,4696
FECHA	232,4	3	77,47	1,75	0,1780
BLOQUE	254,04	2	127,02	2,87	0,0724
TRATAMIENTO	123,23	3	41,08	0,93	0,4393
FECHA*TRATAMIENTO	154,85	9	17,21	0,39	0,9311
Error	1327,96	30	44,27		
Total	2092,48	47			

MS (KG/HA)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	25631550,48	17	1507738,26	2,9	0,0052
FECHA	16720201,23	3	5573400,41	10,74	0,0001
BLOQUE	1597910,17	2	798955,08	1,54	0,2311
TRATAMIENTO	3866170,06	3	1288723,35	2,48	0,08
FECHA*TRATAMIENTO	3447269,02	9	383029,89	0,74	0,6717
Error	15573924,5	30	519130,82		
Total	41205474,98	47			

FESTUCA (KG/HA)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	16345,44	17	961,5	0,65	0,8224
FECHA	8292,73	3	2764,24	1,87	0,1554
BLOQUE	58,63	2	29,31	0,02	0,9803
TRATAMIENTO	4094,73	3	1364,91	0,93	0,4407
FECHA*TRATAMIENTO	3899,35	9	433,26	0,29	0,9711
Error	44265,38	30	1475,51		
Total	60610,81	47			

TRÉBOL BLANCO (KG/HA)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	39146,71	17	2302,75	1,38	0,2146
FECHA	18031,17	3	6010,39	3,6	0,0247
BLOQUE	8243,37	2	4121,69	2,47	0,1017
TRATAMIENTO	5567,17	3	1855,72	1,11	0,3598
FECHA*TRATAMIENTO	7305	9	811,67	0,49	0,8722
Error	50081,29	30	1669,38		
Total	89228	47			

LOTUS (KG/HA)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	35954,71	17	2114,98	1,68	0,1043
FECHA	7532,33	3	2510,78	1,99	0,1361
BLOQUE	15057,38	2	7528,69	5,98	0,0065
TRATAMIENTO	5515,5	3	1838,5	1,46	0,2452
FECHA*TRATAMIENTO	7849,5	9	872,17	0,69	0,7099
Error	37771,29	30	1259,04		
Total	73726	47			

GRAMÍNEAS NATIVAS (KG/HA)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	2169539,6	17	127619,98	23,54	0,0001
FECHA	2060407,06	3	686802,35	126,71	0,0001
BLOQUE	69649,29	2	34824,65	6,42	0,0048
TRATAMIENTO	5590,4	3	1863,47	0,34	0,7938
FECHA*TRATAMIENTO	33892,85	9	3765,87	0,69	0,7082
Error	162613,38	30	5420,45		
Total	2332152,98	47			

MALEZAS (KG/HA)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	140295,94	17	8252,7	1,2	0,3242
FECHA	18416,23	3	6138,74	0,89	0,4576
BLOQUE	54151,29	2	27075,65	3,92	0,0306
TRATAMIENTO	27880,4	3	9293,47	1,35	0,2778
FECHA*TRATAMIENTO	39848,02	9	4427,56	0,64	0,7526
Error	206956,04	30	6898,53		
Total	347251,98	47			

RESTOS SECOS (KG/HA)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	238964,79	17	14056,75	1,11	0,3923
FECHA	83204,75	3	27734,92	2,18	0,1107
BLOQUE	22605,54	2	11302,77	0,89	0,4214
TRATAMIENTO	99467,42	3	33155,81	2,61	0,0698
FECHA*TRATAMIENTO	33687,08	9	3743,01	0,29	0,9709
Error	381215,13	30	12707,17		
Total	620179,92	47			

RAIGRÁS (KG/HA)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	1548388,35	17	91081,67	12,06	0,0001
FECHA	1409808,73	3	469936,24	62,2	0,0001
BLOQUE	15908,37	2	7954,19	1,05	0,3615
TRATAMIENTO	38203,23	3	12734,41	1,69	0,1911
FECHA*TRATAMIENTO	84468,02	9	9385,34	1,24	0,3077
Error	226656,96	30	7555,23		
Total	1775045,31	47			

TRÉBOL ROJO (KG/HA)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	564069,04	17	33180,53	4,99	0,0001
FECHA	259921,58	3	86640,53	13,03	0,0001
BLOQUE	107495,79	2	53747,9	8,08	0,0016
TRATAMIENTO	121353,42	3	40451,14	6,08	0,0023
FECHA*TRATAMIENTO	75298,25	9	8366,47	1,26	0,2992
Error	199476,88	30	6649,23		
Total	763545,92	47			

PREVIO A INTERSIEMBRA:

FESTUCA (KG/HA)

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	1931,42	5	386,28	0,68	0,6556
BLOQUE	137,17	2	68,58	0,12	0,8884
TRATAMIENTO	1794,25	3	598,08	1,05	0,4356
Error	3409,5	6	568,25		
Total	5340,92	11			

TRÉBOL BLANCO (KG/HA)

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	13,75	5	2,75	1,48	0,3215
BLOQUE	8,17	2	4,08	2,19	0,1927
TRATAMIENTO	5,58	3	1,86	1	0,4547
Error	11,17	6	1,86		
Total	24,92	11			

Lotus corniculatus (KG/HA)

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	712,08	5	142,42	0,69	0,6504
BLOQUE	533,17	2	266,58	1,29	0,3422
TRATAMIENTO	178,92	3	59,64	0,29	0,8325
Error	1240,83	6	206,81		
Total	1952,92	11			

MALEZAS (KG/HA)

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	30550,92	5	6110,18	1,41	0,3406
BLOQUE	13304	2	6652	1,53	0,2895
TRATAMIENTO	17246,92	3	5748,97	1,33	0,3504
Error	26005,33	6	4334,22		
Total	56556,25	11			

ANÁLISIS DE VARIANZA

Cuadro de análisis de la varianza (SC Tipo III)

F.V	SC	gl	CM	F	P-valor
Modelo.	96310,55	5	19262,11	0,19	0,5132
BLOQUE	36817,34	2	18408,67	0,91	0,4531
TRATAMIENTO	59493,21	3	19831,07	0,98	0,4638
Error	121919,22	6	20319,87		
Total	218229,77	11			

ANÁLISIS DE VARIANZAS GRÁFICAS No. 6 A 9

ANÁLISIS DE VARIANZA T1					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	1532536,6	1532536,6	7,72308793	0,02143422
Residuos	9	1785921,58	198435,731		
Total	10	3318458,18			
ANÁLISIS DE VARIANZA T2					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	3132743,29	3132743,29	21,4810674	0,00122834
Residuos	9	1312536,71	145837,413		
Total	10	4445280			
ANÁLISIS DE VARIANZA T3					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	3418785,63	3418785,63	17,3936344	0,00240959
Residuos	9	1768984,55	196553,839		
Total	10	5187770,18			
ANÁLISIS DE					

VARIANZA T4					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	15041030,6	15041030,6	18,3255608	0,00204744
Residuos	9	7386910,35	820767,817		
Total	10	22427940,9			

ANÁLISIS DE VARIANZA GRÁFICAS No. 10 A 13.

ANÁLISIS DE VARIANZA T1					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	1788826,921	1788826,921	10,52505	0,010090057
Residuos	9	1529631,261	169959,029		
Total	10	3318458,182			
ANÁLISIS DE VARIANZA T2					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	3448282,345	3448282,345	31,128	0,000343282
Residuos	9	996997,6545	110777,5172		
Total	10	4445280			
ANÁLISIS DE VARIANZA T3					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	3825538,984	3825538,984	25,2746	0,000711896
Residuos	9	1362231,197	151359,0219		
Total	10	5187770,182			
ANÁLISIS DE VARIANZA T4					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F

Regresión	1	16687667,25	16687667,25	26,16408	0,000632154
Residuos	9	5740273,654	637808,1838		
Total	10	22427940,91			