

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE LA IMPLANTACIÓN Y LA PRODUCCIÓN INICIAL DE
DIFERENTES MEZCLAS FORRAJERAS**

por

Leandro MADRUGA FREITAS

Nicolás ALVEZ PINTOS

Rodrigo MILSEV PALLEIRO

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2022

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. María Elena Mailhos

Ing. Agr. PhD. Javier García Favre

Fecha: 5 de marzo de 2020

Autores:

Leandro Ricardo Madruga Freitas

Nicolás Alvez Pintos

Rodrigo Milsev Palleiro

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a todo el personal docente y no docente de Facultad de Agronomía quienes fueron parte de nuestra formación académica.

A nuestro director de tesis Ing. Agr. MSc. Ramiro Zanoniani e Ing. Agr. Felipe Casalás, por el apoyo brindado y por hacer posible esta tesis.

Al personal de la EEMAC por su ayuda a nivel de campo y de laboratorio.

A Sully Toledo y personal de la biblioteca por su guía en los aspectos formales en la presentación de la tesis y la búsqueda bibliográfica.

A nuestras familias, amigos y compañeros, por el apoyo durante toda la carrera.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
1.1. OBJETIVOS.....	2
1.1.1. <u>Objetivo general</u>	2
1.1.2. <u>Objetivos específicos</u>	2
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1. <u>IMPLANTACIÓN</u>	3
2.1.1. <u>Etapas de la implantación</u>	3
2.1.1.1. Germinación.....	3
2.1.1.2. Emergencia.....	6
2.1.1.3. Establecimiento.....	6
2.2. <u>FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLANTACIÓN</u>	7
2.2.1. <u>Época de siembra</u>	7
2.2.2. <u>Humedad</u>	8
2.2.3. <u>Temperatura</u>	9
2.2.4. <u>Densidad de siembra</u>	10
2.2.5. <u>Profundidad de siembra</u>	11
2.2.6. <u>Calidad de la semilla</u>	12
2.2.7. <u>Fertilización</u>	14

2.2.8. <u>Enmalezamiento</u>	16
2.2.9. <u>Enfermedades</u>	18
2.2.10. <u>Plagas</u>	20
2.3. DINÁMICA DEL CRECIMIENTO DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS.....	21
2.3.1. <u>Gramíneas</u>	21
2.3.2. <u>Clasificación de los tejidos meristemáticos según su ubicación y función</u>	24
2.3.3. <u>Morfogénesis de gramínea forrajera y estructuras de las pasturas</u>	24
2.3.4. <u>Crecimiento de leguminosas</u>	26
2.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES.....	27
2.4.1. <u>Festuca arundinacea</u>	27
2.4.1.1. Cultivar INIA Fortuna.....	29
2.4.2. <u>Trifolium repens</u>	29
2.4.2.1. Cultivar LE Zapicán.....	31
2.4.3. <u>Cichorium intybus</u>	31
2.4.3.1. Cultivar Puna II.....	32
2.4.4. <u>Dactylis glomerata</u>	33
2.4.4.1. Cultivar INIA Perseo.....	35
2.4.5. <u>Medicago sativa</u>	35
2.4.5.1. Cultivar Estanzuela Chaná.....	37
2.5. MEZCLAS FORRAJERAS.....	37
2.6. PRODUCCIÓN INICIAL DE DIFERENTES MEZCLAS FORRAJERAS.....	39
2.7. HIPÓTESIS DEL TRABAJO.....	39
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	40

3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES.....	40
3.1.1. <u>Lugar y período experimental</u>	40
3.2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL.....	40
3.3. ANTECEDENTES DEL ÁREA EXPERIMENTAL.....	40
3.3.1. <u>Tratamientos</u>	40
3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL.....	41
3.4.1. <u>Metodología experimental</u>	41
3.4.2. <u>Variables determinadas</u>	41
3.4.3. <u>Porcentaje de implantación</u>	42
3.4.4. <u>Producción inicial de forraje</u>	42
3.4.5. <u>Composición porcentual de la fracción del suelo</u>	43
3.5. MORFOLOGÍA DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS.....	43
3.5.1. <u>Macollaje</u>	43
3.5.2. <u>Número de hojas de las leguminosas</u>	44
3.6. HIPÓTESIS.....	44
3.6.1. <u>Hipótesis estadística</u>	44
3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	44
3.7.1. <u>Modelo estadístico</u>	44
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	46
4.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS.....	46
4.2. IMPLANTACIÓN.....	48
4.3. ANÁLISIS DE LAS DIFERENTES VARIABLES.....	49
4.3.1. <u>Número de plantas de dactylis</u>	49
4.3.2. <u>Número de macollos de dactylis</u>	49
4.3.3. <u>Altura de dactylis</u>	50
4.3.4. <u>Número de plantas de alfalfa</u>	50

4.3.5. <u>Altura de alfalfa</u>	50
4.3.6. <u>Porcentaje de suelo desnudo</u>	50
4.3.7. <u>Porcentaje de malezas</u>	50
4.3.8. <u>Porcentaje de espontáneas</u>	50
4.4. PORCENTAJE DE SEMBRADAS.....	51
4.4.1. <u>Número de plantas de festuca</u>	52
4.4.2. <u>Número de macollos de festuca</u>	52
4.4.3. <u>Altura de festuca</u>	52
4.4.4. <u>Número de plantas de las que no gramíneas</u>	52
4.4.5. <u>Altura de las no gramíneas</u>	52
4.4.6. <u>Porcentaje de suelo desnudo</u>	53
4.4.7. <u>Porcentaje de malezas</u>	53
4.4.8. <u>Porcentaje de espontáneas</u>	53
4.4.9. <u>Porcentaje de sembradas</u>	53
4.5. PRODUCCIÓN INICIAL DE LAS DIFERENTES MEZCLAS.....	57
5. <u>CONCLUSIONES</u>	63
6. <u>RESUMEN</u>	64
7. <u>SUMMARY</u>	65
8. <u>BIBLOGRAFÍA</u>	66
9. <u>ANEXOS</u>	73

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Porcentaje de germinación de otros trabajos.....	5
2. Peso en gramos de 1000 semillas de otros trabajos.....	5
3. Porcentaje de implantación de las diferentes especies.....	48
4. Análisis del promedio de las diferentes variables en el tratamiento de dactylis y alfalfa.....	49
5. Análisis del promedio de las diferentes variables en el tratamiento festuca, trébol blanco y achicoria.....	51
6. Porcentaje de implantación de las distintas mezclas en la última fecha de medición.....	54
7. Porcentaje de implantación de gramíneas en la última fecha de medición.....	55
8. Porcentaje de implantación de las no gramíneas en la última fecha de medición.....	55
9. Porcentaje de implantación de alfalfa y achicoria en la última fecha de medición.....	56
10. Porcentaje de implantación de las leguminosas en la última fecha de medición.....	56
11. Producción en Kg. de materia seca de las mezclas en la última fecha de medición.....	59
12. Producción en Kg. de materia seca de gramíneas en la última fecha de medición.....	59
13. Producción en Kg. de materia seca de no gramíneas en la última fecha de medición.....	60
Figura No.	
1. Relación entre las variables morfogénicas y características estructurales de la pastura.....	25
2. Croquis de distribución de bloques y tratamientos.....	41
3. Precipitaciones medias del año de evaluación y registro histórico.....	46
4. Temperaturas medias del año de evaluación y registro histórico.....	47

5. Evolución del porcentaje implantación de los diferentes tratamientos por fecha.....	54
6. Biomasa acumulada en función de los días post siembra.....	57
7. Biomasa acumulada en función de la suma térmica.....	58
8. Biomasa acumulada según el número de plantas.....	61
9. Biomasa acumulada según el porcentaje de implantación de las mezclas.....	62

1. INTRODUCCIÓN

El principal recurso forrajero del Uruguay es el campo natural, que a pesar de poseer muchas bondades presenta una limitante muy importante, una marcada estacionalidad, obteniéndose así durante el año períodos de muy baja producción, tanto en cantidad como en calidad de las pasturas.

El avance de la agricultura de secano en particular la soja, y en menor medida la forestación, es un tema que genera preocupaciones en la cadena cárnica ya que estas actividades se transformaron en los últimos años en un creciente competidor por la tierra. Como consecuencia los precios de compra/venta y de arrendamiento se incrementaron y la superficie dedicada al pastoreo se redujo.

Frente a esta reducción de superficie de pastoreo, se buscan alternativas que permitan una mayor producción de forraje, así como una mayor eficiencia en su utilización para mantener y/o aumentar los niveles de producción en el sector. El manejo correcto del pastoreo es de vital importancia para lograr la máxima producción de la pastura y maximizar la producción animal. Para ello es necesario entender la variación de las características morfológicas y fisiológicas de las distintas especies forrajeras a lo largo del año.

Las pasturas cultivadas mixtas suponen la sustitución total de la vegetación presente, la preparación de una buena sementera, el agregado de nutrientes y la siembra de mezclas forrajeras compuestas por gramíneas y leguminosas. Uno de los objetivos más importantes es lograr de ellas los máximos rendimientos de materia seca por hectárea explotando las ventajas y bondades que ofrecen ambas familias.

Actualmente es muy común el uso de mezclas forrajeras tipo multipropósito formadas por tres o cuatro especies complementarias, intentando una buena distribución estacional (Carámbula, 2004).

Se considera que las praderas artificiales permiten levantar dichas restricciones otorgándole un forraje de buena calidad con mejor producción en otoño-invierno, ya que tanto a nivel de investigación como de producción comercial los datos muestran que las pasturas cultivadas permiten superar altamente la productividad y calidad del campo natural (Carámbula, 2010a), pero para que esto se de hay que asegurar una correcta implantación y por ende una buena persistencia de la pradera mezcla.

La implantación se considera la etapa más crítica, pues las plantas en sus etapas iniciales son muy vulnerables a los factores del ambiente, pudiéndose alcanzar un 90 % de mortandad (Silverstown y Dickie, citados por Carámbula, 2002b).

Tomar la decisión de sembrar una pradera con especies perennes es una inversión a mediano plazo, lo cual mejora la producción de los sistemas.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo general

El objetivo general de este trabajo consiste en analizar el porcentaje de implantación y producción inicial de dos mezclas forrajeras perennes con distinta distribución estacional.

1.1.2. Objetivos específicos

El objetivo específico es analizar las diferencias de implantación de las distintas especies que componen la mezcla, considerando las siguientes variables:

- No. de plantas de gramíneas
- No. de plantas de leguminosas
- altura promedio de la gramínea
- altura promedio de la leguminosa
- No. de macollos de la gramínea
- No. de hojas desarrolladas de la leguminosa
- % de suelo desnudo
- % de malezas
- % de especies espontáneas
- % de especies sembradas

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. IMPLANTACIÓN

Durante la implantación de praderas se da la germinación, emergencia y establecimiento. El porcentaje de establecimiento se define en las primeras etapas de vida de la pradera (período de desarrollo), y finaliza entre 10 y 12 semanas luego de la siembra, donde se implantan la mayoría de las plántulas que contribuirán positivamente a formar la pastura. Para que los tres procesos se cumplan de manera eficiente, es crucial respetar aspectos que logren el éxito en la implantación de una pradera. Algunos de ellos son la calidad de la semilla, las especies a sembrar, la preparación del suelo, el contenido de nutrientes del suelo y los inoculantes, la época, densidad, método y profundidad de siembra, etc. (Romero, s.f.).

El establecimiento o porcentaje de establecimiento se refiere al número de plántulas que se establecen en la pastura y se expresa como porcentaje del número de semillas viables sembradas (Carámbula, 2002b). La fase de implantación de una pastura es particularmente crítica y de sus resultados depende que se utilice el medio ambiente en su totalidad por un lapso considerable (Carámbula, 2010a). Cuando se trata de puntualizar los principales aspectos en la instalación de una pradera resulta importante tener en cuenta las etapas involucradas.

2.1.1. Etapas de la implantación

En la etapa de crecimiento inicial se distinguen tres fases fundamentales en la vida de una plántula: germinación, emergencia y establecimiento.

2.1.1.1. Germinación

Según Moliterno (2000), *“los factores de mayor relevancia que afectan la germinación y la emergencia son las características innatas de cada familia y especie, y la incidencia del ambiente a través de la temperatura y la humedad”*. La semilla viable para germinar necesita absorber agua, para esto se requiere que el suelo tenga buena disponibilidad de la misma y aparte un buen contacto semilla suelo, la semilla debe estar ubicada lo más próxima posible al frente de humedad. Esto se regula dentro de ciertos límites con la profundidad de siembra en función del tamaño de la semilla (Formoso, 2010).

En las gramíneas la germinación comprende el crecimiento del germen, la ruptura de la semilla y la aparición de la radícula y el coleóptile. En las leguminosas esto se logra solo con la aparición de la radícula. Esta primera etapa depende de factores externos como temperatura, luz, humedad, y oxígeno y de factores intrínsecos de la semilla como permeabilidad y madurez fisiológica (Carámbula, 2010a). A partir de la germinación de la semilla, la plántula pasa por tres fases de desarrollo: fase heterótrofa, fase transicional y fase autótrofa (Whalley et al., citados por La Paz et al., 1994).

Qualls y Cooper, citados por Bologna y Hill (1993), explican que la fase heterótrofa comienza con la imbibición e incluye la germinación, emergencia de la radícula y primeras hojas, hasta el comienzo de la actividad fotosintética. Y que en cierta forma existe independencia de las condiciones ambientales, dado que, durante esta fase, el embrión solo depende de la transferencia de reservas para su crecimiento.

“La emergencia, consiste en la aparición de la plántula sobre la superficie del suelo. La velocidad de emergencia resulta muy importante desde que, en esta etapa no fotosintética, el crecimiento de la plántula depende exclusivamente de las reservas de la semilla, que está expuesta a infinidad de factores desfavorables” (Carámbula, 2002b).

Según Carámbula (2002b) los porcentajes de emergencia de leguminosas como de gramíneas son afectados sensiblemente por la profundidad de siembra de las semillas.

A continuación, se presentan los Cuadros No. 1 y No. 2, en los que se puede observar algunos datos de germinación y peso de mil semillas de diferentes autores que realizaron trabajos de investigación en pasturas.

Cuadro No. 1. Porcentaje de germinación de otros trabajos

Especie	Hare et al. (1987).	Gonzales et al. (1999).	Fariña y Saravia (2010).	Gomes de Freitas y Klassen (2011).
<i>Cichorium intybus</i>	90			
<i>Festuca arundinacea</i>		75	92	86
<i>Trifolium repens</i>		90	72,7	89
<i>Dactylis glomerata</i>				72
<i>Medicago sativa</i>				91

Cuadro No. 2. Porcentaje de germinación de otros trabajos

Especie	Hare et al. (1987).	Gonzales et al. (1999).	Fariña y Saravia (2010).	Gomes de Freitas y Klassen (2011).
<i>Cichorium intybus</i>	1.4			
<i>Fest. arundinacea</i>		2,5	2,7	2,17
<i>Trifolium repens</i>		0,7	1	0,5
<i>Dactylis glomerata</i>				0,67
<i>Medicago sativa</i>				2

2.1.1.2. Emergencia

Una vez superada la germinación, comienza la etapa de emergencia que consiste en la aparición de la plántula sobre la superficie del suelo. La velocidad de emergencia resulta muy importante, ya que, desde esta etapa no fotosintética, el crecimiento de la plántula depende exclusivamente de las reservas de la semilla.

Los porcentajes de emergencia tanto de leguminosas como de gramíneas son afectados por la preparación del suelo, las semillas y los nutrientes; así como la época, densidad, método y profundidad de siembra. Al producirse encostramiento en los primeros centímetros del suelo debido a la sequía, se torna limitante la penetración radicular. Pequeños incrementos en la resistencia del suelo, reducen marcadamente el porcentaje de penetración de la radícula y por lo tanto aumenta la exposición de esta al desecamiento (Campbell y Swain, 1973).

Con respecto al proceso de penetración radicular, las gramíneas superan a las leguminosas incluso en condiciones desfavorables tales como superficies encostradas, compactación, etc. Esto se debe a que las gramíneas poseen, gracias a los pelos gelatinosos, un mejor anclaje, una rápida penetración radicular, menor diámetro de la coleorriza y mayor número de raíces por semilla (Carámbula 1977, Bayce et al. 1984, La Paz et al. 1994).

2.1.1.3. Establecimiento

El establecimiento se refiere al número de plántulas saludables que se establecen en la pastura y se expresa como el porcentaje del número de semillas viables sembradas. Está limitado a las primeras etapas de vida en la cual se hallan implantadas la mayoría de las plántulas (Carámbula, 2002b).

En el crecimiento inicial de gramíneas y leguminosas al comenzar la etapa heterotrófica durante la etapa de establecimiento, la disponibilidad de nutrientes en el suelo, en especial nitrógeno y fósforo tienen una gran importancia en el desarrollo de las plántulas ya que las cantidades disponibles de estos nutrientes pueden determinar la dominancia de algunas especies sobre otras.

“Se puede afirmar en general, que si bien en las primeras etapas, el crecimiento de las gramíneas es más lento que el de las leguminosas, en las etapas subsiguientes, las gramíneas presentan normalmente una tasa de crecimiento más importante con mayor macollaje y producción de hojas” (Carámbula, 2002b).

El establecimiento exitoso de una pradera requiere tanto o mayor cuidado que los cultivos tradicionales, en términos de preparación de suelos. Esto se debe a que las especies forrajeras presentan menor tamaño de semilla, una emergencia menos agresiva, lo que es caracterizado por una menor área foliar, haciéndola poco competitiva en sus inicios (Oriella, s.f.).

Dado que el porcentaje de establecimiento es la sumatoria de los porcentajes de germinación y mortandad, resume la habilidad de cada especie o cultivar para contribuir a la composición de la pradera (Carámbula, 1977).

2.2. FACTORES QUE AFECTAN LA IMPLANTACIÓN

El enmalezamiento temprano, las fechas de siembras tardías, la inestabilidad de las mezclas, el cultivo antecesor, el inadecuado establecimiento y el mal manejo de las praderas son las causas de su baja producción y persistencia, desincentivando la siembra de praderas (Zanoniani, 2010).

2.2.1. Época de siembra

En general lo que se busca es hacer coincidir la siembra con las condiciones climáticas más favorables para la implantación. Otoño y primavera son los períodos de siembra más comunes, siendo más favorecido a principios de otoño (Langer, 1981a).

Según Stepler, citado por Carámbula (1977) uno de los objetivos al fijar la época de siembra es lograr que las plántulas alcancen un estado de desarrollo tal, que les permita sobrevivir períodos anticipados de “estrés” provocados por condiciones ambientales desfavorables.

Según Muslera y Ratera (1984), las fechas de siembra deben adelantarse, a fin de conseguir una buena germinación y establecimiento, previo al rápido desarrollo de las malezas. Por otro lado, un exceso de agua (más probable en siembras tardías) puede promover la muerte de las semillas, fundamentalmente por falta de oxígeno.

2.2.2. Humedad

La humedad disponible es el factor dominante en todo el proceso de germinación y emergencia, ya que la semilla deberá embeberse, germinar e introducir la radícula en el suelo (Risso, 1991). La germinación rápida y uniforme de las semillas se logra cuando el suelo presenta un contenido adecuado de humedad (Carámbula, 1977).

En la mayoría de los casos, la cantidad y distribución de las lluvias registradas inmediatamente después de las siembras ha sido juzgada como el factor físico ambiental que más afecta la implantación de las pasturas, además de las temperaturas favorables si se pretende alcanzar el éxito (Carámbula, 2010a).

Si bien la falta de humedad impide la germinación y expone las semillas al ataque de insectos, o un microambiente tal que provoca fallas graves en el proceso de modulación de las leguminosas a causa de la muerte de rizobios, un exceso de agua puede promover muerte de semillas fundamentalmente por falta de oxígeno (Carámbula, 2010a).

El contenido de humedad de los suelos normalmente varía a lo largo del año. A fines de verano el suelo por lo general presenta deficiencias de agua por la evapotranspiración alta que ocurre en dichos meses. A medida que avanza el otoño, este efecto disminuye, lo cual conjuntamente con las primeras lluvias de marzo y abril contribuyen a incrementar el almacenaje de agua en los suelos. En pleno invierno el suelo se satura de agua, produciéndose un descenso en la actividad biológica originada por la falta de oxígeno y bajas temperaturas (Carámbula, 1977).

En cuanto a las necesidades de agua para la germinación, existen diferencias importantes entre especies. En general, las leguminosas requieren niveles de humedad menores que las gramíneas, ya que no solo la imbibición es más rápida, sino que alcanza en menor tiempo un contenido más alto de agua (Mc William et al., citados por Carámbula, 1977).

Según Carámbula (1977) las leguminosas poseen mayores adaptaciones para germinar en ambientes con niveles restringidos de humedad debido a una mayor absorción de humedad, esta alta velocidad de absorción se correlaciona con altas velocidades de deshidratación, con las consiguientes desventajas.

2.2.3. Temperatura

En cuanto a la influencia de la temperatura, tanto la temperatura del suelo como la del aire, afectan el comportamiento de las semillas (Herriot, citado por Carámbula, 1977).

En la latitud Sur la temperatura mínima media del suelo disminuye desde enero hasta junio, para luego aumentar lentamente y alcanzar los valores más altos en diciembre. A fines de verano, la temperatura máxima puede ser muy alta, alcanzando niveles excesivamente altos lo que causa efectos negativos en la germinación. A partir de marzo una temperatura media de 25 °C contribuye a un mejor establecimiento de las pasturas.

Si las siembras se realizan en mayo puede que las temperaturas mínimas sean muy bajas, en torno a los 5 °C, por lo que se producen pérdidas de plántulas y se registre un crecimiento muy lento (Carámbula, 2010a).

Sin embargo, Formoso (2007a) establece que siembras tempranas (fines de febrero), con el objetivo de disponer de más forraje a fines de otoño e invierno según las especies, puede determinar en algunas forrajeras pérdidas importantes de la población. Esto debido a la ocurrencia de temperaturas muy altas durante la primera semana de abril, que determinó un calentamiento foliar excesivo de las forrajeras más sensibles durante cuatro días seguidos, que provocó un número importante de plantas muertas. Según Langer (1981a) las siembras otoñales deben finalizarse antes del comienzo de las heladas invernales para obtener un buen establecimiento y crecimiento.

Cada especie posee temperaturas óptimas para germinar, la mayoría de ellas aceptan rangos de temperaturas variables. No obstante, es importante aclarar que los límites inferiores de las temperaturas afectan mayormente las gramíneas perennes y a las leguminosas de ciclo estival como alfalfa, mientras que las gramíneas anuales invernales y los tréboles se muestran capaces de germinar a temperaturas más bajas (Carámbula, 2010a).

2.2.4. Densidad de siembra

La dosis óptima de siembra es aquella que permite obtener una cobertura rápida del suelo lo antes posible, permitiendo alcanzar rápidamente el área foliar más apropiada para el crecimiento (Muslera y Ratera, 1984), explotando mejor la energía disponible y logrando así niveles más altos de materia seca (Carámbula, 2010a).

Cuanto más rápido se obtenga la cobertura completa del suelo con la o las especies sembradas no sólo comenzará a funcionar más temprano la autodefensa de la pastura contra la aparición de malezas, el pisoteo y la selectividad animal, sino que además la entrega de forraje será más importante desde el primer año (Carámbula, 2010a).

Según Muslera y Ratera (1984) la dosis óptima de siembra es aquella que permite obtener una cobertura rápida del suelo, permitiendo alcanzar rápidamente el área foliar más apropiada para el crecimiento.

Hughes y Davies, citados por Carámbula (1977), sostienen que aún con densidades bajas de siembra se puede alcanzar poblaciones adecuadas siempre que las especies utilizadas presenten buen vigor de plántulas. De igual forma Blaser et al. (1956), recomiendan densidades altas cuando se trabaja exclusivamente con especies de establecimiento lento.

En etapas tempranas de desarrollo el cultivo cubre antes el suelo, por lo que se reduce la invasión de malezas y se muestra una tendencia a rendimientos más altos (Heddel y Herriot, citados por Carámbula, 1977). De igual forma, Muslera y Ratera (1984), determinan que especies de establecimiento rápido, aún con bajas densidades iniciales, pueden alcanzar poblaciones adecuadas en mezclas simples con cierta facilidad. Sin embargo, cuando se trabaja con especies de establecimiento lento, es recomendable usar dosis elevadas de forma que cubran el suelo cuanto antes y compitan mejor con las malas hierbas infectantes, que en general suelen tener en los momentos iniciales una mayor rapidez de crecimiento.

Cuando en una mezcla se introducen especies de ambos tipos, habrá que procurar, lógicamente, una dosis relativamente más baja en las especies más precoces a fin de no perjudicar a las de lento establecimiento (Muslera y Ratera, 1984).

Las densidades de una mezcla pasan por cierto valor límite. Los rendimientos de las mezclas serán constantes en rendimiento y la contribución de cada especie también será constante. Este principio es importante ya que un forraje podrá ser modificado dentro de ciertos límites manipulando las mezclas de semillas. Más allá de estos límites se podrá modificar, como por ejemplo variando la fertilización (Donald, citado por Carámbula, 2010a).

Cuatro son los factores que determinan la densidad de siembra en pasturas, estos son:

- número de plantas a lograr
- coeficiente de logro
- valor cultural de la semilla
- semillas por metro cuadrado por cada kg/ha.

El número de plantas a lograr es aquel que determina la máxima producción. Luego de determinado esto se debe de saber cuántas de estas plantas serán efectivamente logradas. Lo que respecta al valor cultural, es el que permite determinar el número de semillas viables por cada kilo de semilla, lo cual resulta del cálculo entre la pureza física y el porcentaje de germinación. El valor de germinación, además de determinar cuántas semillas germinarán, permite determinar el vigor de las mismas (Brito del Pino et al., 2008).

Carámbula (1977) determina que las condiciones que justifican densidades más bajas son suelos fértiles, sin limitantes de agua y baja cantidad de malezas, por lo contrario, cuando el suelo no presenta estas características las densidades serán mayores.

2.2.5. Profundidad de siembra

La mayoría de las especies forrajeras presentan semillas pequeñas, por lo que requieren ser cubiertas por capas finas de suelo, a su vez cada especie responde a una determinada profundidad de siembra óptima (Carámbula, 1977).

Según Black, citado por Langer (1981b), a medida que el tamaño de la semilla disminuye, también debe disminuir la profundidad de siembra. Esto probablemente este asociado con cantidades diferentes de reservas en los cotiledones y el endosperma, a su vez en leguminosas también puede estar asociado con limitaciones en el crecimiento en longitud del hipocótilo, y en las gramíneas con el largo del coleoptilo.

La mayor parte de las semillas forrajeras posee poco tamaño y reservas pequeñas, por lo que no es conveniente enterrarlas en profundidad, ya que es conocido el hecho de que la profundidad de siembra está en relación directa con el tamaño de la semilla (Muslera y Ratera, 1984).

Al respecto Black, citado por Carámbula (2010a), sugiere que en las leguminosas algunos factores que afectan el alargamiento del hipocótilo fijan más la profundidad de siembra, que un desabastecimiento de las reservas de los cotiledones.

En la situación en la que se implanta una mezcla forrajera es probable que con profundidades de alrededor de 1 a 1,5 centímetros se logre compensar en parte las exigencias de las distintas especies, pudiendo ser máxima en los arenosos y mínima en los arcillosos. Esto es debido a que, al pasar de un suelo arcilloso a uno arenoso, el porcentaje de emergencia aumenta (Vernet, 2005).

En general, a mayor tamaño de semilla, mayor profundidad relativa de siembra. Cuando se siembra profundo semillas de pequeño tamaño causa problemas graves, ya que muchas plántulas se pierden, unas porque germinan, pero no logran emerger del suelo, otras por desarrollarse débiles y susceptibles a enfermedades y un tercer grupo presenta tasas de crecimiento bajas y serán dominadas por las especies de semillas más grandes y de mayor vigor (Carámbula, 1977).

Pautasso (2013) destaca que la siembra en línea permite una rápida germinación y mayor seguridad de implantación, debido a que se logra una distribución más uniforme de la semilla en profundidad y un mayor contacto de la misma con el suelo. En general las leguminosas poseen una muy baja emergencia con siembras que superen el centímetro de profundidad mientras que las gramíneas toleran hasta los 2 centímetros.

En la siembra en línea, se puede controlar la profundidad de la semilla y localizar el fertilizante bajo la semilla (Oriella, s.f.).

2.2.6. Calidad de la semilla

Una semilla de calidad determina una mejor instalación de la pastura, un mejor comportamiento durante su desarrollo, una mayor resistencia a enfermedades y adversidades climáticas y a su vez asegura una mayor producción de forraje (Carámbula, 1977).

Una buena semilla debe de poseer determinadas características, las mismas según Carámbula (1977) son:

- ser la especie o cultivar que se necesite
- tener un alto porcentaje de pureza física, ya que las impurezas dificultarán el establecimiento de la pradera
- poseer un alto poder germinativo.

Una buena semilla tiene como atributo en primer término la calidad genética de la materia prima (material adaptado) y en segundo término la calidad analítica del producto final (valor cultural, Carámbula, 1977). De esta manera Carver, citado por Carámbula (1977), determina que cuando la semilla es de mala calidad, tanto en genética como en analítica, puede llegar a ser el insumo más costoso de una pastura.

Para la mayoría de las especies forrajeras puede considerarse satisfactorio si la germinación es de más de 80%. Si el número de semillas que nace es menor al deseado, una medida a tomar es el aumento de la densidad de siembra, de esta manera se compensa el menor número de semillas nacidas. Si el porcentaje de germinación alcanzado es menor al 40%, dichas plantas serán débiles y no resistirán las adversidades climáticas por lo que esa falta de vigor no será compensada aumentando la densidad de siembra (Carámbula, 1977).

En lo que respecta al peso de mil semillas, este estará determinado tanto por características hereditarias del cultivar, así como la disponibilidad de nutrientes, humedad durante su desarrollo y el grado de madurez de la misma a la hora de la cosecha (Carámbula, 2010a).

Cuanto más desarrollada se encuentre la semilla, mayor será la capacidad potencial del lote para alcanzar un establecimiento exitoso. Ello se debe, en el caso de las leguminosas, a que el peso de mil semillas está fuertemente ligado con el desarrollo de la radícula y por lo tanto con el anclaje temprano de las plántulas. De igual manera, en gramíneas, este parámetro presenta igual relación ya que a mayor peso de mil semillas mayor será la extensión del coleoptile, lo que asegura una emergencia rápida (Carámbula, 1977).

Según Formoso (2007b) existe una interacción entre profundidad de siembra y calidad de semilla. Establece que cuando se eleva el tamaño de las semillas, su vigor aumenta y las muertes de plantas frente a mayores profundidades de siembra son menores, se debe a mayor contenido de reservas que le permiten salir a superficie.

Ferrari (s.f.) afirma que las dificultades en implantación están asociadas a razones lógicas del sistema, entre ellas el tamaño de las semillas, que en su mayoría son pequeñas. Esto determina escasa energía germinativa, con lento crecimiento inicial y alta exigencia en cuanto a la calidad de la cama de siembra, que impide una buena capacidad de competencia con malezas.

2.2.7. Fertilización

De nada sirve lograr las mejores condiciones en la preparación del suelo para la siembra y la utilización de semilla de buena calidad de cultivares o especies productivas, si el nivel nutritivo del suelo es inadecuado (Carámbula, 2010a).

Para lograr un establecimiento rápido y un elevado rendimiento subsiguiente de las leguminosas y gramíneas mejoradas es necesario corregir cualquier deficiencia nutritiva que pueda existir en el suelo (Langer, 1981c).

Todos los nutrientes en mayor o menor medida afectan la producción de pasturas, siendo el fósforo y el nitrógeno los más importantes. En este sentido, las gramíneas son más dependientes del nitrógeno, en cambio las leguminosas son más exigentes en fósforo debido a una menor capacidad de absorción de nutrientes poco móvil que posee su sistema radicular (Brito del Pino et al., 2008).

La gran mayoría de los suelos del Uruguay son deficientes en fósforo, por lo que se requieren aplicaciones de fertilizantes fosfatados para lograr una adecuada implantación y producción de las especies forrajeras sembradas (Castro, citado por Díaz y Moor, 1980).

La fertilización con fosfatos es absolutamente esencial para lograr una implantación exitosa, por lo que resulta de gran importancia conocer la dinámica del mismo en el suelo. En primer lugar, el fósforo se inmoviliza bastante rápido, siendo esta fijación mayor cuanto más pesado y ácido es el suelo. Otro factor importante a tener en cuenta es la baja movilidad del nutriente. Esto determina la importancia de la dosis y localización del nutriente en el suelo ya que define la capacidad que la planta tendrá para absorberlo, como también la cantidad que fijará el suelo (Barber, citado por Carámbula, 2010a).

No obstante, Santiñaque, citado por Finozzi y Quintana (2000), manifiesta que la fertilización fosfatada afecta más el crecimiento inicial (peso de planta) que la población alcanzada durante el período de implantación.

En situaciones de suelos ácidos, el fósforo forma compuestos insolubles con el hierro y el aluminio, En estos casos se recomienda utilizar fuentes insolubles (fosforita) del mismo. En cambio, cuando el suelo es alcalino forma compuestos insolubles con el calcio y se recomienda utilizar fuentes solubles (ejemplo, superfosfato), ya que los poco solubles presenta una reacción muy lenta (Vernet, 2005).

Según Morón (2007), la obtención de 50kg de materia seca por kg. P₂O₅ agregado es un coeficiente realista si se realizan diagnósticos y recomendaciones correctas. Dentro de las leguminosas se destacan por su mayor respuesta al agregado de fertilizante fosfatado, la alfalfa y el trébol blanco con respuesta hasta las 18-20 ppm.

El nitrógeno es otro nutriente de gran importancia en la instalación de las pasturas. Es indudable la importancia de este nutriente en la implantación y producción tanto, en pasturas de gramíneas de corta como de larga duración. En campo natural debido a la baja frecuencia de leguminosas que fijan nitrógeno del aire se ve reducida la disponibilidad de este nutriente (Bordoli, s.f.). Si se lo compara con el fósforo, es conocida la diferente dinámica que presenta el mismo en el perfil del suelo, presentando este nutriente mayor movilidad. De todas maneras, tanto gramíneas como leguminosas presentan una clara respuesta frente al agregado del mismo.

De todas formas, el efecto del mismo determina efectos contradictorios en cuanto a los rendimientos iniciales. Según Carter, citado por Carámbula (2010a), esto se debería a distintos factores que influyen sobre los procesos de germinación y desarrollo de las plántulas, cuando en un mismo lugar se coloca fertilizantes y semillas.

Los efectos negativos que se pueden registrar en leguminosas se deberían al tipo y dosis de fertilizante nitrogenado y podría ser según Oohara, citado por Carámbula (2010a), por dos razones:

- un efecto tóxico debido generalmente a vapores de amonio que se dan cuando los fertilizantes usados son urea y fosfato diamónico.
- por un efecto osmótico, producto de la gran concentración de sales que hay alrededor de la semilla, cuando el fertilizante se disuelve en el agua del suelo, efecto que puede agravarse en condiciones de estrés de humedad.

Dichos efectos negativos, que se dan en la fracción leguminosa se dan básicamente cuando éstas son sembradas directamente sobre la banda o a una pulgada por encima. De todas formas, hay que recordar que el nitrógeno tiene en el suelo, una dinámica muy diferente al fósforo, por lo que tanto gramíneas como leguminosas muestran una clara respuesta frente al agregado de dicho nutriente.

Herriot, citado por Carámbula (2010b), considera que una buena práctica es la aplicación de entre 15 y 30 kg/ha de nitrógeno para que actúe como starter en la fracción leguminosa. Por otro lado, la aplicación de altas dosis de nitrógeno podría afectar la implantación de las leguminosas al interferir en el proceso de nodulación y promover un mayor efecto competitivo por parte de las gramíneas.

Con respecto al nitrógeno, en dosis pequeñas favorece el crecimiento de las gramíneas en tanto que no afecta el de las leguminosas. En cambio, en dosis altas se convierte en un estímulo excelente para las primeras, pero resulta depresivo para el proceso de simbiosis de las segundas (Carámbula, 2010a).

2.2.8. Enmalezamiento

La presencia de malezas no sólo afecta la producción de forraje de las especies sembradas, sino que además reduce el valor nutritivo del mismo. Las principales formas de control de malezas en las pasturas nuevas son

- usar semilla de calidad
- aprovechar la capacidad competitiva de las especies sembradas, el control cultural
- control mecánico y
- control químico (Carámbula, 2002b).

Carámbula (2010a), cita que al momento de instalar una pastura se debe distinguir entre malezas anuales y perennes, ya que las primeras pueden ser controladas con herbicidas selectivos en otoño. En cambio, si estas son perennes, como la gramilla, esta se deberá controlar mediante procesos mecánicos y químicos.

Ríos (1996) sostiene que el tipo de enmalezamiento presente en la chacra debe de ser evaluado antes de la toma de decisión de la o las especies a sembrar y que para el espectro de malezas más difundidas en la región existe alternativas químicas que permite lograr en las pasturas controles eficientes de las mismas.

Es de particular importancia prevenir la entrada de malezas foráneas a los establecimientos y existe una serie de prácticas simples a ser consideradas para disminuir este riesgo. Entre ellas una es la compra de semilla certificada lo cual asegura que no entren semillas de malezas mezcladas con la de la especie a sembrar.

Una característica de las malezas de ciclo estival es su crecimiento vigoroso, lo que puede comprometer la implantación de la pastura por lo que habrá que hacer gran énfasis en su control. Para controlar las mismas se puede hacer uso de un control químico o mecánico (Brito del Pino et al., 2008).

El control químico exige el relevamiento de las malezas existentes y el empleo de herbicidas adecuados. El mayor problema son las malezas latifoliadas, susceptibles a una amplia gama de productos, debiéndose optar por los que, a igual dosis comercial, permiten el mayor espectro de control y residualidad (Brito del Pino et al., 2008).

El control mecánico de malezas realizado mediante el corte con desmalezadora está destinado a malezas en estado avanzado de crecimiento (más de 50 cm. de altura), cuando la pastura posee un desarrollo que posibilita su menor daño posible. Es una solución parcial y tardía al problema, pues ya se ha producido una fuerte competencia sobre las plántulas de pastura. Esta práctica produce además una defoliación temprana del pastizal, el que deberá invertir reservas en el rebrote, florecerá más tarde y producirá menor cantidad de semillas. El corte mecánico sólo controla el enmalezamiento, pero no lo elimina, sobre todo en el caso de las latifoliadas perennes (Brito del Pino et al., 2008).

Corregir una mala planificación que limite a las malezas ocasionaría costos elevados y controles no siempre efectivos (Luz, citado por Bobadilla, 2010). Según Carámbula (2010a), el laboreo convencional tiene los siguientes efectos en la población de malezas:

- permite utilizar los laboreos como herramientas de control
- admite el uso de herbicidas que requieran su incorporación al suelo
- controla el desarrollo de las malezas anuales y agota las reservas de las malezas perennes sin depender totalmente de los herbicidas
- permite un mejor control de la gramilla (*Cynodon dactylon*) mediante tratamientos combinados mecánicos (laboreos), químicos (herbicidas) y biológicos (especies y densidades).

En sistemas bajo siembra directa la realización de laboreos se sustituye por aplicaciones de herbicidas totales con lo cual se alcanzan cometidos similares. El barbecho químico sustituye al laboreo en la preparación de la cama de siembra y en el control de las malezas, a lo cual se le suma la presencia del rastrojo en superficie. La eliminación del laboreo produce en lo inmediato una disminución en la emergencia de plántulas ya que solo germinarán las más próximas a superficie, permaneciendo dormidas e integrando el banco de semillas del suelo las enterradas a mayores profundidades. A su vez al quedar las semillas expuestas en superficie se deterioran más rápido al estar expuestas a las condiciones ambientales y a la acción de patógenos e insectos (Ríos, 2007).

El establecimiento de las especies sembradas requiere disponer de los insumos tecnológicos adecuados y los conocimientos necesarios para llevarla a cabo. Generalmente, las semillas forrajeras son de tamaño pequeño, presentan escasas reservas, tienen un crecimiento inicial lento, poca habilidad competitiva frente a malezas y son susceptibles a enfermedades y plagas (Carámbula, 1991).

2.2.9. Enfermedades

El potencial productivo es el resultado de la interacción entre una serie de factores bióticos y abióticos, en los que se incluyen las enfermedades de las plantas, como una de las limitantes principales en determinar el rendimiento y la calidad de los cultivos (Ivancovich, citado por Carámbula, 2010a).

Cuando una enfermedad es detectada en una pastura, son pocas las medidas de control de aplicación práctica. Debido a este motivo, la medida más efectiva es la prevención de las enfermedades y/o la minimización de las pérdidas que ellas ocasionan; el concepto de “manejo” resulta entonces más apropiado que el de “control” (Altier, 1996).

Las plantas sufren diversas alteraciones causada por hongos, bacterias y virus. En el desarrollo de una enfermedad interaccionan ciertos factores como son, huésped, patógeno y el ambiente (Brito del Pino et al., 2008).

La principal limitante en las leguminosas forrajeras es su breve persistencia productiva, como consecuencia de la influencia de diversos factores. Entre ellos las enfermedades juegan un rol importante afectando a la pastura en distintas etapas de su vida útil. Las mismas son responsables de un gran porcentaje de muerte de plántulas cuando se dan las condiciones pre

disponibles para la enfermedad; alta humedad en el suelo y bajas temperaturas. Estas condiciones favorecen el desarrollo de hongos y retardan el normal desarrollo de la planta (Brito del Pino et al., 2008).

En el momento de la implantación se presentan enfermedades comúnmente conocidas como “damping off”, las que presentan gran influencia en la determinación del stand de plantas logradas, así como la resiembra de las especies. Entre las especies más comunes se encuentran los géneros: *Pythium*, *Rhizoctonia* y *Fusarium*, atacando estas, tanto pre como post emergencia. Luego de estas etapas la planta se vuelve resistente debido a que lignifica sus tejidos y los hongos no son capaces de penetrarlos; siendo el período de susceptibilidad de aproximadamente 20-25 días (Pérez et al., citados por Brito del Pino et al., 2008).

La mayor limitante que presentan las leguminosas forrajeras es su baja persistencia productiva, como consecuencia de la interacción de diversos factores. Entre ellos las enfermedades juegan un rol importante afectando a la pastura en distintas etapas de su vida útil. Las mismas son responsables de un gran porcentaje de muerte de plántulas cuando se dan las condiciones predisponentes para la enfermedad; alta humedad en el suelo y bajas temperaturas. Estas condiciones favorecen el desarrollo de hongos y retardan el normal desarrollo de la planta (Pérez y Altier, 2000).

Según Ivancovich, citado por Carámbula (2010a) el manejo del suelo previo a la implantación determina el nivel de rastrojo que tenga el suelo, siendo este mayor cuando se realiza siembra directa en comparación con labranza convencional en el que los rastrojos se incorporan a 15-20 centímetros de profundidad. Este factor determina que la incidencia de las enfermedades puede llegar a ser mayor en siembra directa.

Pereyra, citado por Carámbula (2010a), indica que la mayor incidencia de enfermedades en siembra directa está determinada por varios factores, entre los cuales se distingue:

- mayor concentración de inóculo en los residuos infectados
- una ubicación especial del inóculo lo cual facilita la dispersión rápida y
- una multiplicación temprana de las enfermedades debido a que los restos vegetales permanecen por más tiempo húmedos por rocío.

Ernst (2000), determina que el pasaje de sistemas basados en laboreo y quema de rastrojos, a uno más conservacionista, determina un aumento en la incidencia de enfermedades causado por hongos necrotróficos.

Los aspectos más importantes a tener en cuenta a la hora de evitar los problemas de enfermedades son:

- definir una rotación adecuada,
- realizar un tratamiento de la semilla a sembrar,
- manejar los residuos en la chacra,
- elegir las chacras
- seleccionar los cultivares y el uso de fungicidas (Pereyra et al., 1996).

2.2.10. Plagas

Las plagas dañan a las plantas directamente, por consumo del follaje y raíces o indirectamente, por transmisión de patógenos a estas durante su accionar sobre la planta. En pasturas infectadas por densas poblaciones de insectos plaga se producen disminuciones en la producción de materia seca.

Según Zerbino (2001), la siembra directa, como falta de movimiento del suelo y la presencia de rastrojo en superficie, crea un ambiente que favorece también el desarrollo de poblaciones de algunos organismos que viven en el suelo.

Según Castiglioni (2001), la diversidad de especies en los tratamientos sin laboreo es mayor a la de tratamientos laboreados, tanto para especies potencialmente plagas como para las benéficas. Dentro del componente biológico, los sistemas estables favorecen la presencia de mayor número de lombrices y otros organismos benéficos. Muchas especies fitófagas consideradas plagas, también desempeñan una función benéfica en estos sistemas.

En los sistemas con laboreo convencional predominan las plagas cuyos adultos presentan habilidad de vuelo, tales como lagartas, chinches y pulgones, en la siembra directa por falta de preparación del suelo y por la presencia de residuos y vegetación, se desarrollan poblaciones residentes en el suelo de ciclo biológico largo como babosas, grillos hormigas e isocas (Gassen, citado por Carámbula, 2010a).

Mientras las larvas de gorgojos (*Curculionidae*) presentan mayores poblaciones en no laboreo, la presencia más elevada de bicho torito (*Diloboderus abderus*) y de lagartas elasmó (*Elasmopalpus lignosellus*) dependen más del manejo del rastrojo que del laboreo en sí (Castiglioni, 1999).

Por otra parte, con la ausencia del laboreo y presencia de rastrojo en superficie hay una tendencia al restablecimiento de la fauna nativa y se disminuye el ataque que algunos individuos tienen con el laboreo convencional. De esta manera el control biológico natural recobra gran importancia dado que la presencia del rastrojo favorece la sobrevivencia y reproducción de enemigos naturales (Zerbino, 2001).

2.3. DINÁMICA DEL CRECIMIENTO DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS

Teniendo como objetivo principal en el manejo de una pradera la producción de forraje, lo esencial es permitir la renovación de reservas de las plantas para mantener su vigor y lograr la máxima productividad a mediano y largo plazo. Conocer los principios del crecimiento de las plantas de las praderas es de gran importancia para el manejo apropiado del pastoreo (Núñez et al., 2000).

2.3.1 Gramíneas

La unidad morfológica central de las gramíneas es el macollo, formado por la repetición de unidades similares llamadas fitómeros, que a su vez se diferencian a partir del meristema apical. El fitómero consiste en una hoja, nudo, entrenudo, meristema axilar y meristema intercalar (Briske, citado por Colabelli et al., 1998).

En la base del macollo se encuentra el ápice del tallo que es un pequeño cilindro que mide de 1 a 2 mm de longitud, formado por varios segmentos superpuestos unidos por nudos. Dichos segmentos se originan por división de células de la parte terminal del ápice del tallo (domo apical, Beguet y Bavera, 2001).

El ápice del tallo es el encargado de captar la temperatura (vernalización) recibiendo a su vez las señales del fotoperíodo para la iniciación floral, captado previamente por las hojas (Carámbula, 2002a).

En un macollo, la diferenciación de células del meristema apical origina primordios de hoja y yemas axilares capaces de originar un nuevo macollo. Los primordios foliares continúan su desarrollo y forman una hoja la cual se hace visible por dentro del conjunto de vainas. Las hojas tienen un ciclo de vida limitado. Luego de crecer, cada hoja comienza a senescer y luego muere. Las gramíneas forrajeras tienen un máximo número de hojas vivas y llegado ese valor, por cada hoja nueva que se produce, la hoja más vieja muere (Davies, citado por Colabelli et al., 1998).

El primer macollo generalmente emerge de la axila de la primera hoja sobre el tallo principal, una vez que se acumulan dos hojas sucesivas expandidas (Robson et al., 1988).

Los macollos desarrollados a partir de yemas axilares del tallo principal, se denominan macollos primarios, ellos producen macollos secundarios, y así sucesivamente. De esta manera, cada planta desarrolla una jerarquía de macollos. Los cambios en longitud del día (pasaje de día corto a día largo) sumado a una exposición previa a bajas temperaturas, induce la diferenciación del meristema apical.

Estas condiciones se dan normalmente a la salida del invierno, y a partir de ese momento comienza el desarrollo del estadio reproductivo. La inducción del ápice es un proceso que ocurre con cierta anticipación a la aparición de la inflorescencia (alrededor de 90 días).

Con la inducción se desencadenan cambios morfológicos y fisiológicos importantes. Junto con el desarrollo reproductivo, normalmente se acelera la aparición de hojas. Esto se debe a que la velocidad de formación de primordios de hoja es mayor que la de su aparición durante la etapa vegetativa, determinando generalmente una acumulación de primordios. El alargamiento de entrenudos acelera la velocidad de aparición de hojas, llevando a que en esta fase se incremente el número promedio de hojas vivas por macollo, respecto del número máximo durante la etapa vegetativa.

La velocidad de aparición de hojas es mayor cuando la planta crece en un ambiente iluminado, temperaturas apropiadas y un nivel adecuado de nutrientes (Mitchell y Anslow, citados por Carámbula, 2002a).

El número máximo de hojas producidas en una macolla puede variar de 7 a 8 en anuales y 14 a 16 en perennes, y el número de hojas vivas presentes es el resultado de la velocidad de aparición y la longitud de vida de las mismas. Generalmente la velocidad de mortandad es igual a la de aparición, resultado que puede variar por el medio ambiente (Carámbula, 2002a).

Las gramíneas forrajeras tienen un número máximo de hojas vivas, que una vez alcanzado, por cada hoja nueva que se produce, la hoja más vieja muere (Davies, citado por Colabelli et al., 1998). Un ejemplo de esto es el raigrás perenne, donde el número promedio de hojas vivas por macollo raramente excede 3, y la aparición de una cuarta hoja tiende a ser contrabalanceada por la pérdida de la primera que se formó (Colabelli et al., 1998).

Según Ryle, citado por Carámbula (2002a), el número de hojas vivas en una macolla varía entre 3 y 6 de acuerdo a la especie y el ambiente.

Considerando que morfogénesis hace referencia a cambios estructurales que se producen a través del desarrollo de un organismo y que se lo define a partir de procesos de formación, expansión y muerte de órganos, las variables morfogénicas en un macollo están relacionadas a los procesos de tasa de aparición de hojas, tasa de elongación foliar y vida media foliar (Champan y Lemaire, citados por Colabelli et al., 1998).

Por lo tanto, estas tres variables determinan mayoritariamente los cambios de estructura que experimentan los macollos durante su desarrollo (Davies, citado por Colabelli et al., 1998).

Los productos de dichos cambios determinan las características estructurales de la pastura, como número de hojas vivas por individuo, densidad de macollos y tamaño de hojas. A su vez estas últimas características determinan el índice de área foliar (IAF) de la pastura y con ello la capacidad de capturar energía lumínica para la fotosíntesis y así abastecer funciones de crecimiento (Colabelli et al., 1998).

Las variables morfogenéticas se encuentran bajo la influencia de factores ambientales controlables (agua y nutrientes) y los no controlables (temperatura), a su vez determinan una incidencia indirecta sobre la estructura de la pastura, influyendo sobre la expansión foliar (Colabelli et al., 1998).

Los 2 o 3 segmentos basales del ápice presentan yemas que dan origen a raíces adventicias, formando posteriormente el sistema característico de las gramíneas, en forma de cabellera (Beguet y Bavera, 2001).

Los cambios en la longitud del día (pasaje de día corto a día largo) sumado a una exposición previa a bajas temperaturas, induce a la diferenciación del meristema apical a reproductivo. Dicha inducción ocurre alrededor de 90 días antes de la aparición de la inflorescencia. Con el mismo se

desencadenan cambios morfológicos y fisiológicos importantes. Normalmente en el desarrollo reproductivo se acelera la aparición de hojas. A su vez el alargamiento de entrenudos acelera la velocidad de aparición de hojas llevando a que en esta fase ocurre un incremento de hojas vivas por macollos, respecto al número máximo durante la etapa vegetativa (Colabelli et al., 1998).

Al momento de iniciación floral cesa la producción de hojas dado que el punto de crecimiento se transforma en inflorescencia, comenzando así el período de dominancia apical, en el que se ejerce un efecto depresivo en el proceso de macollaje, inhibiendo la aparición de macollas hijas (Carámbula, 2002a).

2.3.2. Clasificación de los tejidos meristemáticos según su ubicación y función

- *“M. apicales: en los extremos de tallos y/o macollas, da origen a los restantes tejidos meristemáticos.*
- *M. axilares: en las axilas de las hojas, en fase vegetativa origina macollas, tallos o estolones, y en fase reproductiva a las estructuras de inflorescencias.*
- *M. basilares: en nudos basales de macollas, tallos y coronas, a nivel del suelo, con grados de latencia.*
- *M. foliares: forman lámina, vaina, peciolulos, pecíolos o foliolos.*
- *M. nodales intercalares: están en los nudos y son los responsables del crecimiento de los entrenudos del tallo, raíces, estolones y rizomas”* (Carámbula, 2002a).

2.3.3. Morfogénesis de gramíneas forrajeras y estructuras de las pasturas

El término morfogénesis abarca los cambios estructurales que se producen a través del desarrollo de un organismo, y puede ser definido a partir de los procesos de formación, expansión y muerte de órganos (Chapman y Lemaire, 1993). Las variables morfogenéticas en un macollo de gramínea se relacionan, por lo tanto, a los siguientes procesos:

- *tasa de aparición de hojas: es el intervalo entre la aparición de dos hojas sucesivas en un macollo. Dicho intervalo puede ser expresado en días. Sin embargo, debido a la estrecha relación con la temperatura puede ser calculado como suma térmica (producto del intervalo en días, por la temperatura media diaria del intervalo). En este caso, se denomina filocrón y su unidad es grados día.*

- tasa de elongación foliar: se refiere al incremento en longitud de lámina verde en un intervalo de tiempo o de suma térmica. La elongación foliar es la principal expresión del crecimiento de una hoja. El ancho foliar presenta normalmente variaciones de menor magnitud.
- vida media foliar: es el intervalo transcurrido entre la aparición de una hoja y el comienzo de la senescencia. Puede ser expresada como número de intervalos de aparición de hojas. Las hojas tienen una vida limitada, siendo ésta una característica relativamente estable para cada genotipo. Luego de crecer, cada hoja comienza a senescer y muere.

La tasa de aparición y elongación de hojas y la vida media foliar, son las variables que determinan mayoritariamente los cambios de estructura que experimentan los macollos en el transcurso de su desarrollo (Davies, citado por Colabelli et al., 1998).

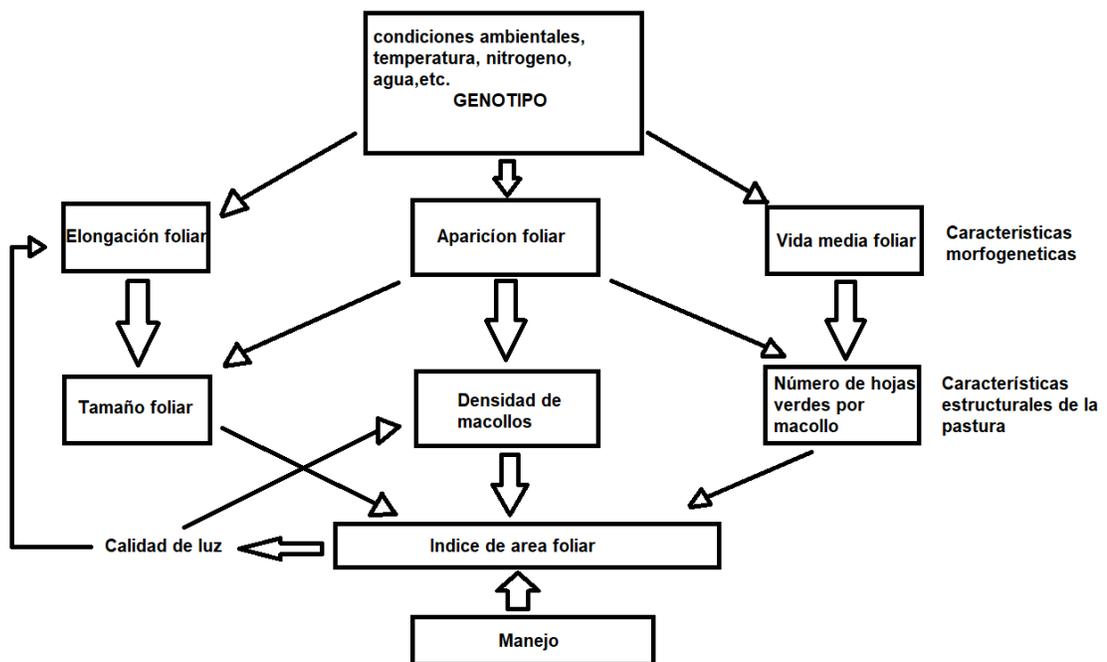


Figura No. 1. Relación entre variables morfogénicas y características estructurales de la pastura

Fuente: adaptado de Chapman y Lemaire (1993).

El producto de dichos cambios, determina las características estructurales de las pasturas: número de hojas vivas por individuo, densidad de macollos y tamaño de hojas. A su vez, estas últimas características definen el índice de área foliar de las pasturas, y con ello la capacidad de capturar energía lumínica para la fotosíntesis y abastecer su función.

2.3.4. Crecimiento de leguminosas

En leguminosas de porte erecto, durante su estado vegetativo el tallo principal, originado en el embrión de la semilla, tiene en la parte terminal un meristema que da origen a hojas alternadas con yemas axilares (Beguet y Bavera, 2001). Este tallo permanece corto contra el suelo, que con la aparición sucesiva de hojas toma el aspecto de roseta. En las axilas de dichas hojas aparecen los tallos secundarios, por lo que, al repetirse progresivamente este proceso, da origen a un órgano común a todos los tallos, llamado corona (Carámbula, 2002a).

La corona es un órgano complejo que constituye el asiento de los meristemas axilares desde los cuales se desarrollan nuevos tallos (regeneración), particularmente en ciertas épocas del año, y luego de pastoreos o cortes (Carámbula, 2002a).

Las leguminosas alargan continuamente sus entrenudos, dado que los meristemas nodales intercalares de los tallos están activos desde el inicio del crecimiento (Formoso, citado por Carámbula, 2002a).

Según Smith, citado por Carámbula (2002a), el primer crecimiento de las leguminosas erectas en otoño se lleva a cabo principalmente a partir de los meristemas basales de la corona, los crecimientos posteriores son originados de los meristemas axilares nodales presentes en los entrenudos basales remanentes de los tallos pastoreados.

Con referencia a las leguminosas de porte rastrero, como el trébol blanco, los meristemas axilares de la corona producen tallos horizontales rastreros sobre el suelo (estolones), o debajo de la superficie del suelo (rizomas).

En trébol blanco los estolones alargan entrenudos aún en estado vegetativo, y de los meristemas de sus nudos se desarrollan hojas cuyos meristemas axilares pueden dar origen a estolones secundarios o a inflorescencias de acuerdo a las condiciones ambientales imperantes. Cuando los nudos que acompañan a los entrenudos, han enraizado, estos pueden independizarse de la planta madre formando nuevas plantas, pero si estos nudos dan origen a inflorescencias generalmente no poseen raíces (Carámbula, 2002a).

Dado que estas plantas tienen sus meristemas axilares nodales, los primordios foliares y los meristemas apicales de los estolones contra el suelo (Thomas, citado por Carámbula, 2002a), la arquitectura de esta leguminosa es considerada ideal, pudiendo ser pastoreada sin problemas (Carámbula, 2002a).

El desarrollo reproductivo de las leguminosas presenta el mismo comportamiento que las gramíneas, dado que en un momento determinado la interacción genotipo-ambiente produce el alargamiento de entrenudos y la iniciación floral, por lo cual los puntos de crecimiento en estado vegetativo pasan a estado reproductivo (Carámbula, 2002a).

En especies con inflorescencias axilares como el trébol blanco, el comienzo de la iniciación floral aparece en los meristemas ubicados en las axilas de las hojas desarrolladas, mientras que los entrenudos continúan su alargamiento (Muslera y Ratera, 1984).

La acumulación de materia seca depende del balance entre la fotosíntesis, proceso de ganancia, y de la respiración, proceso de pérdida. Este balance cambia drásticamente a medida que la pastura crece (Cangiano, 1997).

2.4. CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES

2.4.1. Festuca arundinacea

La festuca es una gramínea de ciclo invernal, perenne, cespitosa a rizomatosa de rizomas muy cortos, con floración en setiembre octubre que debido a su característica de producir forraje temprano en otoño y a fines de invierno, puede ser clasificada como una pastura precoz de vida larga (Carámbula, 1977).

En siembras puras, así como asociadas, la siembra de festuca en línea es uno de los factores que mayor incidencia tienen en la implantación. Cuando se compara la siembra de festuca en línea frente a la siembra al voleo, con frecuencia se obtienen incrementos del 15 al 30%, especialmente cuando las condiciones para el desarrollo de las pasturas no son muy favorables (Rebuffo, 2000b).

Según Muslera y Ratera (1984) es una planta que tiene un establecimiento muy lento y es vulnerable a la competencia con otras especies, a pesar del buen tamaño de las semillas, las plántulas son poco vigorosas, y el manejo en la etapa de implantación debe ser muy cuidadoso pues puede desaparecer ante la competencia de otras especies como el raigrás o adventicias que invaden las siembras. La implantación es muy lenta dado a que sus plántulas son muy poco vigorosas. Como consecuencia es fácilmente dominada por especies anuales de crecimiento rápido (Cowan, citado por Carámbula, 1977).

Según Langer (1981c), la festuca se establece con lentitud y por lo tanto es vulnerable a la competencia ejercida por otras especies. A su vez la mayoría de las variedades de festuca se caracterizan por una resistencia medianamente buena por lo que permanecen verdes durante un verano seco.

Por esta razón, se debe de manejar con mucho criterio, si no se quiere correr el riesgo de perderla por competencia, ya sea de malezas o de especies forrajeras de buen vigor inicial (Carámbula, 1977).

De todas formas, es importante destacar que la persistencia de la festuca depende básicamente de las posibilidades que hayan tenido las plantas para desarrollar un buen sistema radicular desde la primavera y poder explorar así volúmenes importantes de suelo en las épocas de sequía (Carámbula, 1977).

El hongo endófito de *Neothypodium coenophialum* produce en la planta una serie de alcaloides. Esto le confiere a una planta infectada ventajas adaptativas como ser tolerancia a la sequía, insectos y nemátodos, aumenta el macollaje, persistencia y rendimiento potencial. Dentro de los alcaloides algunos son nocivos para los animales, causando la festucosis. Para evitar esta patología desde la década del '60 se ha puesto especial cuidado en la comercialización de semillas libres del endófito (Ayala et al., 2010).

Debido a que crece en un rango amplio de suelos y pH (4,5 a 9,5), se presenta como la gramínea más plástica en este sentido, prefiriendo los suelos fértiles, húmedos y más bien arcillosos. Se siembra en otoño a razón de 4 hasta 15 kg/ha de semilla, según se trate de mezclas complejas o de cultivos puros (Carámbula, 1977). Ayala et al. (2010) indican que la especie crece muy bien en suelos medios, pesados y húmedos. A su vez esta debe de ser sembrada en marzo, ya que presenta una implantación lenta, y si el momento de la siembra se retrasa, conlleva a que los suelos se encuentren fríos determinando menores velocidades de implantación y retrasos en el primer pastoreo. Dentro de lo cultivares comerciales existen dos grandes grupos, los continentales que son capaces de crecer en cualquier época del año y los mediterráneos que se caracterizan por tener un buen potencial de crecimiento invernal.

Los continentales son los más usados a nivel mundial por no presentar latencia estival, lo que le permite el crecimiento en verano y por tanto ejercer una buena competencia con las malezas en esta época del año, siempre que la implantación haya sido correcta. Los de tipo mediterráneos son utilizados en climas de menores precipitaciones y veranos secos, puesto que tienen latencia estival que le permiten resistir mejor estas condiciones (Ayala et al., 2010).

2.4.1.1. Cultivar INIA Fortuna

Es un cultivar de tipo continental que tiene una floración tardía aproximadamente próximo al 2 de octubre. Es de alta calidad, comparada con LE Tacuabé el forraje de INIA Fortuna tiene en promedio 2 unidades más de digestibilidad, menos fibra en detergente neutro y más proteína cruda. También es un cultivar flexible lo cual redundo en alta palatabilidad y valor nutritivo, con rendimientos en forraje superior al de otros cultivares tardíos y tiene muy buena sanidad.

2.4.2. Trifolium repens

Corresponde a una de las leguminosas perennes de hábito estolonífero y ciclo productivo invernal, aunque su producción principal se da en la primavera. Se trata de una especie que es afectada ampliamente por la falta de agua, por lo que muchas plantas pueden morir en el verano, por lo tanto, puede comportarse como anual, bianual o de corta vida. En años severos donde ocurra la muerte de plantas o estolones se debe de regenerar la población a partir del banco de semillas del suelo (Carámbula, 2007).

Explica Langer (1981b) que el *Trifolium repens* es una especie sin pelos, de hábito postrado, donde los tallos se extienden por toda la superficie, cada nudo produce raíces adventicias y el sistema radicular primario se pierde cuando la planta se establece en la superficie del suelo.

Esta especie contribuye en la formación de los mejores pastizales del mundo, gracias a su gran producción, forraje de calidad y persistencia frente a manejos intensivos y cuenta con gran habilidad de competencia cuando se siembra consociada con gramíneas perennes. Tiene una mayor adaptación a suelos medios a pesados, fértiles y húmedos, no tolerando suelos superficiales, siendo afectada enormemente por la sequía. Soporta pastoreos intensos y frecuentes gracias a que posee tallos estoloníferos los cuales enraizan en cada nudo (Langer, 1981b).

Esta especie contribuye en la formación de los mejores pastizales del mundo, gracias a su gran producción, forraje de calidad y persistencia frente a manejos intensivos y cuenta con gran habilidad de competencia cuando se siembra consociada con gramíneas perennes.

Esta especie cuenta con la capacidad de sobrevivir tanto vegetativamente como por semillas duras, posee una muy buena semillazón y resiembra natural, así como una alta capacidad de ocupar nichos vacíos en la pastura.

Carámbula (2007) menciona que, aunque la especie soporte pastoreos intensos, esto desfavorece a las plantas de ser los mismos extremadamente intensos, por lo que se deben de mantener las plantas con un buen vigor, con estolones largos y un buen diámetro de los mismos, hojas de mayor peso individual, así como una mayor proporción de hojas cosechables. La especie no es de floración terminal y aunque florezca, sus estolones pueden continuar su desarrollo.

Según Suckling, citado por Langer (1981c), cuando la especie es sometida a pastoreos muy intensos una proporción de inflorescencia logran producir semillas, en las cuales siempre se destaca una gran proporción de semillas duras, por lo que un excesivo pastoreo o una extremada sequía no significa que necesariamente se perderán todas las plantas ya que aparecerán nuevas que las reemplazan.

El cultivar utilizado en este experimento fue Estanzuela Zapicán, el cual es uno de los materiales más utilizados en Uruguay.

Se caracteriza por su buen aporte de forraje invernal, produciendo muy bien desde el otoño hasta bien entrada la primavera. Según la evaluación de cultivares convenio INIA-INASE, el cultivar registró producciones de materia seca en su primer año, medidos en kg.MS./ha. en el entorno de 7444 (INIA e INASE, 2020).

2.4.2.1. Cultivar LE Zapicán

Es un cultivar de hoja grande, erecto, con floración temprana y abundante. Tiene probada adaptación a la región donde se cultiva desde los años 60. Supera en performance a la mayoría de los cultivares foráneos introducidos y se destaca por su mayor rendimiento y persistencia. Es muy versátil y ha demostrado buena adaptación tanto en praderas convencionales como en mejoramientos extensivos, sus cualidades más destacadas son su rápido establecimiento y excelente producción invernal. Tiene abundante semillazon que asegura un banco de semillas adecuado para los años de buena resiembra.

2.4.3. *Cichorium intybus*

La achicoria (*Cichorium intybus*) es una de las asteráceas reconocidas por su producción de raíz y además utilizada en la producción forrajera con destino alimentación para el ganado en pastoreo.

Se encuentra dentro de la familia de las compuestas de hoja ancha con un gran sistema radicular pivotante, presentando un ciclo de vida anual o bianual y un hábito de crecimiento arrosetado a erecta. Requiere de suelos fértiles, pudiéndose adaptar a suelos medios y fracasando su desarrollo en suelos pobres. Presenta gran tolerancia a las sequías y alta demanda de nutrientes principalmente nitrógeno. Se ha estudiado que la especie presenta una respuesta lineal al agregado de nitrógeno en producción de materia seca y proteína bruta por hectárea, entre 0 y 350 Kg de N/ha (Romero et al., 1988).

Carámbula (2007) caracteriza a la especie como gran rusticidad, con una muy buena implantación entre marzo y octubre, pero presenta un lento crecimiento inicial, por lo que debido a su alta extracción de nitrógeno del suelo se la recomienda sembrarla asociada a leguminosas para reponer lo que extrae de ese nutriente.

Presenta dormancia invernal, pero muestra un valor particular como planta forrajera de rápido crecimiento en el periodo verano-otoño, principalmente bajo condiciones de déficit hídrico (Barry, 1988).

La especie tiene requerimientos de frío invernal para florecer, por lo que en siembras de primavera florece al año siguiente demostrando una fácil auto-resiembra.

Barry (1988) señala como una medida de manejo la siembra de la especie a una densidad de 4 Kg de semilla/ha como un óptimo cuando se siembra a poca profundidad, describiendo también que la especie soporta pH entre 4,8 a 6,5.

Tiene un buen comportamiento productivo en el invierno, pero es netamente de producción primaveral. Su hábito de crecimiento es arrosetado en estadios vegetativos con un sistema radicular pivotante muy profundo. Se adapta a un amplio rango de suelos desde arenosos a pesados y tiene alta resistencia a déficit hídrico estivales. Realiza una gran extracción de nutrientes del suelo, pero también tiene una excelente respuesta a la fertilización nitrogenada. El contenido de agua en planta en estado vegetativo es aproximadamente 90% y tiene alta capacidad de provocar empastamiento. Es de excelente resiembra natural. Domina las mezclas en el tercer año volviéndose improductivas. Es conveniente asociarla con leguminosas, para reponer en parte el nitrógeno que esta extrae y con gramíneas tanto anuales como bienales para aumentar el nivel de fibra en la dieta. Entrega altos niveles de proteína digestible y su alto poder competitivo reduce el enmalezamiento de la pastura.

2.4.3.1. Cultivar Puna II

Achicoria Puna II es una especie herbácea perenne, con crecimiento en primavera-verano-otoño y niveles de proteína bruta muy similares y por ende comparables a los de alfalfa (22%). Se caracteriza por tener una raíz fuerte y pivotante, lo cual le permite crecer y producir en suelos pesados donde leguminosas de producción de verano, como la alfalfa, no prosperan, tolerar situaciones de sequía moderada, colaborar como descompactador de suelos pesados.

Puna II fue mejorada en Nueva Zelanda bajo condiciones de pastoreo, buscando producción de materia seca, rapidez de rebrote y persistencia. Se adapta bien a suelos con alto contenido de salinidad, aunque su producción es reciente. Es una variedad que necesita gran acumulación de horas de frío para

florecer. Bajo manejos intensivos, una baja proporción de plantas pasara a estado reproductivo y es de destacar que los tallos en los primeros estados no son leñosos con lo cual no afecta la calidad del pastoreo.

Puna II se puede sembrar tanto en otoño como en primavera y se recomienda la siembra en líneas. Tiene un porte semipostrado. Es buena acompañante de pasturas de rotación corta y pasturas de larga duración. Debe evitarse el pisoteo cuando hay humedad porque puede dañar la corona de la planta, afectando su persistencia. Tiene muy buena digestibilidad y debe ser acompañada por recursos que aporten fibra.

2.4.4. *Dactylis glomerata*

Es una gramínea perenne invernial, de hábito de crecimiento cespitoso que se caracteriza por formar matas individuales ya que no produce estolones ni rizomas y forma un tapiz abierto con matas definidas.

En consecuencia, presenta bajo poder agresivo y no se resiembra o lo hace pobremente con cierta dificultad. En cuanto a los macollos los mismos son comprimidos y en la base de estos se encuentran ubicadas las sustancias de reservas (Carámbula, 2010a).

Dactylis glomerata es una valiosa gramínea forrajera que se adapta bien a una fertilidad moderada y a un bajo contenido de humedad en el suelo (Langer, 1981c).

Se desarrolla bien en suelos livianos de fertilidad media, pero su mejor potencial se destaca en suelos francos y de buena fertilidad. Es destacado por su tolerancia al sombreado lo que le permite su buen desarrollo en siembras consociadas. Es menos sensible a la acidez del suelo y a problemas de toxicidad mineral (Al y Mn) que el falaris y el raigrás perenne (Carámbula, 2010a).

Otra de sus cualidades es que presenta una mayor producción de forraje en el periodo primavero-estival en comparación a *Festuca arundinacea* y *Lolium multiflorum*.

Esta gramínea posee un sistema radicular bastante superficial, por lo que antes y durante el verano deberá manejarse de manera que se promueva el sistema radicular y el mantenimiento de área foliar apropiada. Así se favorecerá la persistencia de dicha especie durante el verano, ya que al igual que festuca, no posee mecanismo de latencia y los sistemas radiculares permanecen activos a lo largo de casi todo el año (Carámbula, 2010a).

Es una especie que responde muy bien al pastoreo rotativo, presentando buena digestibilidad y buena apetecibilidad si se mantiene corto (Carámbula, 2002a).

Trabajando con pastoreos intensos la pastura tiene la particularidad de tornarse algo dura y muy cespitosa, siendo no muy aceptada por los animales en pastoreo. Esto es muy importante en primavera (durante la floración) donde ocurre gran producción de forraje, el cual es deseable que mantenga la mayor calidad posible, lográndose esto mediante el mantenimiento de las plantas en estado vegetativo (Carámbula, 2010a).

La producción total y anual está fuertemente asociada a la intensidad del pastoreo que se realice en la misma. En una pradera mezcla el manejo durante todo el año, con una frecuencia de 18cm. e intensidad de 7,5cm. registraron los mejores rendimientos anuales de la pastura. El pastoreo con una intensidad de 7,5cm. e intensidad de 2,5cm., causó afección durante el verano, pero en el otoño favorece al *Dactylis glomerata* ya que causó la disminución de la competencia de otras especies integrantes de la pastura (Brougham, 1956).

En este trabajo se utilizó el cultivar INIA Perseo, el mismo se caracteriza por tener una muy buena actuación sanitaria frente a la roya del tallo y de la hoja, así como comportamiento medio al enfrentarse a manchas foliares, en comparación a otros cultivares analizados (INIA e INASE, 2012).

Según la evaluación de cultivares del convenio INIA-INASE, respecto al primer año de vida del cultivar INIA Perseo se obtuvo una media de producción de 8450 Kg Ms/ha, promedio de los años 2019-2020 (INIA e INASE, 2020).

2.4.4.1. Cultivar INIA Perseo

Fue obtenido en LE luego de tres ciclos de selección con énfasis en rendimiento y sanidad. Encaña 16 días antes que INIA LE Oberón y se destaca de la mayoría de los cultivares del mercado por su floración temprana. Es de hábito sema-erecto y color más oscuro que Oberón. Buena producción total, en producción estacional de forraje se destaca netamente de INIA Oberón por su mayor producción de verano y otoño. Tiene buena sanidad foliar, aspecto muy destacable en materiales de floración temprana que son generalmente los más susceptibles.

2.4.5. *Medicago sativa*

Corresponde a una de las leguminosas perenne del ciclo estival, con hábito de crecimiento erecto a partir de la corona. Presenta un elevado potencial de producción primavera- estival independiente del grado de latencia del cultivar otorgando esta característica un grado de determinación en la producción otoño- invernal. Los cultivares con latencia producen 6-10% y los sin latencia 16-20% de la producción total en dicho periodo respectivamente (Rebuffo, 2000a).

Carámbula (2010a) señala que la especie requiere de suelos fértiles, profundos y bien drenados, Presenta buen vigor inicial, así como establecimiento, gran potencial de producción primavera-estivo-otoñal y gran capacidad fijadora de nitrógeno.

Según Langer (1981a) los suelos arcillosos o con un alto grado de acidez impiden el desarrollo radicular a gran profundidad, dando como resultado menor vigor, producción, incremento de malezas y baja resistencia a las sequías.

Medicago sativa se encuentra dentro de las leguminosas con una elevada sensibilidad a la acidez, el pH óptimo para la especie se encuentra entre 6,0 y 6,5, por debajo de 5,5 de pH los mismos serán críticos para la especie. Valores extremadamente altos por encima de 7,5, pueden causar desbalance a nivel de las bases (relaciones K/Ca. y K/Mg.), llegando a causar también alguna disminución en la cantidad de micronutrientes disponibles (Rebuffo, 2000a).

Como se mencionó anteriormente el crecimiento de la especie se da a partir de la corona, este es un órgano en el cual se encuentran las yemas basales desde donde se da el crecimiento de la especie. Al ubicarse estas debajo del horizonte de pastoreo, se encuentran protegidas ecológicamente del daño directo por el diente del animal, esta localización representa un mecanismo de protección, así como de seguridad, que las plantas de alfalfa presentan naturalmente (Rebuffo, 2000a).

La especie admite siembras de otoño-invierno y a su vez la misma puede extenderse hasta el comienzo de la primavera, su capacidad de germinación entre 5 y 35 grados admite este amplio rango de siembras. Sin embargo, el óptimo se ubica entre los 19-25 grados, mientras que los requerimientos para el desarrollo de las plántulas tienen un óptimo entre 20-25 grados celsius.

Las siembras en el otoño temprano son las más adecuadas ya que el clima templado proporciona un rápido desarrollo de las plántulas, tanto de la parte aérea como radicular, permitiéndoles acumular reservas en sus raíces y desarrollar una buena nodulación (Carámbula, 2002a)

Esta se adapta particularmente a pastoreos rotativos o racionales donde los periodos de descanso dan como resultado una acumulación eficiente de reservas.

Según Formoso, citado por Gomes de Freitas y Klassen (2011) determinan que luego de un pastoreo el nivel de reservas en la raíz disminuye hasta niveles mínimos, que es cuando la planta alcanza un rebrote de 15 a 20 cm de altura, por lo que en esta fase nunca se debería pastorear, ya que de hacerlo se debilitaría enormemente la pastura.

Señala Rebuffo (2000b) que la especie no admite siembras de alfalfa sobre alfalfa, ya que presenta una fuerte alelopatía, lo que causa una inhibición de la germinación y el crecimiento posterior de las plantas.

Como debilidad Carámbula (2002a) señala que la especie presenta un elevado grado de meteorismo en el entorno a la floración, no se implanta en siembras en cobertura, difícil de ensilar, es sensible a varias plagas y enfermedades, así como también tiene una complicada semillazón y no se resiembra naturalmente.

En este experimento el cultivar utilizado fue Estanzuela Chaná presenta latencia intermedia (INIA e INASE, 2020).

Según la evaluación INIA-INASE, la producción en el primer año de vida ronda en el entorno de 8685 kg Ms/ha. tomado como promedios años 2019-2020 (INIA e INASE, 2020).

2.4.5.1. Cultivar Estanzuela Chaná

Es una selección por persistencia sobre alfalfares de origen italiano. Se caracteriza por sus plantas de porte erecto, coronas de gran tamaño, tallos largos, reposo invernal corto y floración poco profusa, que se extiende desde noviembre hasta marzo inclusive. Excelente precocidad y alto rendimiento en el primer año con siembras de otoño temprano. Buena tolerancia a enfermedades y adaptada al pastoreo.

Recomendada para rotaciones largas en tambos, su vida productiva alcanza 4 años en suelos adecuados y con defoliación acorde al ciclo de reservas de la planta. Con buena productividad durante todo su ciclo de crecimiento, puede producir hasta 50% del forraje total en verano. Con rápida recuperación logra 6 cortes de alto volumen anualmente.

2.5. MEZCLAS FORRAJERAS

Según Carámbula (2002a) una mezcla forrajera es una población artificial formada por varias especies con diferentes características tanto morfológicas como fisiológicas. Como resultado de esta asociación, se produce un proceso de interferencias que puede tener diferentes resultados tales como una mutua depresión, depresión de una especie en beneficio de otra, mutuo beneficio o falta total de interferencia.

Algunas de las razones por las que se justifica el empleo de una mezcla en lugar de un cultivo puro son mayor y más uniforme distribución estacional de la producción de forraje, menor variabilidad interanual y ventajas en la alimentación como mayor calidad y menor riesgo de meteorismo (Schneiter, 2005).

Uno de los objetivos más importantes de la producción de forraje mediante pasturas mixtas, es obtener de éstas los máximos rendimientos de materia seca por hectárea, explotando al mismo tiempo en forma eficiente las principales bondades que presentan ambas familias en beneficio de las producciones animales (Carámbula, 2002a).

Según Formoso (2000) en mezclas de alfalfa con gramíneas perennes, como la mezcla dactylis-alfalfa del experimento, en general los aportes al rendimiento total de la asociación de la gramínea perenne son bajos durante los primeros dos a tres años, razón por la cual, las producciones de forraje de la mezcla son explicadas mayoritariamente por la alfalfa. Luego al incrementarse el nivel de nitrógeno del suelo proveniente de la alfalfa, las gramíneas comienzan a ocupar espacios vacíos.

Se debe tener en cuenta que una pastura mezcla integrada por especies gramíneas y leguminosas no solo debe tener como objetivos producir altos rendimientos de materia seca distribuidos uniformemente durante el año con un elevado valor nutritivo durante varios años. Sino que también permite tener los menores riesgos de enmalezamiento, la cual es una variable importante que pone en riesgo la durabilidad de la pastura (Santiñaque y Carámbula, 1981).

Las gramíneas aportan productividad sostenida por muchos años; adaptación a gran variedad de suelos; facilidad de mantenimiento de poblaciones adecuadas; explotación total del nitrógeno simbiótico; estabilidad en la pastura (en especial si son perennes); baja sensibilidad al pastoreo y corte; baja susceptibilidad a enfermedades y plagas; y baja vulnerabilidad a la invasión de malezas. Las leguminosas por su parte se ofrecen como: dadoras de nitrógeno a las gramíneas; poseedoras de alto valor nutritivo para completar la dieta animal; y promotoras de fertilidad en suelos naturalmente pobres (Carámbula, 2002a).

Las mezclas forrajeras presentan varias ventajas como por ejemplo, compensar variaciones de suelo, clima y manejo, aumentar la producción total, con menor variación entre años, mejorar la producción estacional, compensación en crecimiento de las especies, las pasturas son más persistentes y tienen mayor flexibilidad de utilización del forraje producido, presentan altos niveles de materia orgánica digestible por periodos de tiempo más prolongados, promueven mayor consumo animal, evitan problemas nutricionales y fisiológicos y existe un mayor aprovechamiento de nitrógeno de las leguminosas.

Es importante integrar la mezcla con por lo menos una gramínea y una leguminosa, con especies de ciclo similar, compatibles morfológicamente y por exigencias de manejo, igualdad de apetecibilidad o que den la posibilidad de ajustes por manejo, precocidad similar o evitar la dominancia de las más precoces por manejo.

Las mezclas de ciclo complementario tienen como principal problema que se superponen (primavera y otoño) los ciclos de crecimiento intenso de un grupo con el rebrote o germinación del otro. Si el pastoreo es poco controlado se genera un efecto selectivo de los ganados sobre los rebrotes y se perjudica la persistencia de la pastura.

Las mezclas complementarias tienen superioridad frente a simples por mayor capacidad de explotar en forma más eficiente el ambiente, mayor productividad sobre todo en verano con reducción de malezas en dicha época sin afectar la productividad invernal logrando mayor productividad total.

2.6. PRODUCCIÓN INICIAL DE DIFERENTES MEZCLAS FORRAJERAS

Se entiende por producción inicial, a la biomasa obtenida en kg./MS./ha. que tiene una pastura en sus primeros meses de vida (90 días).

El porcentaje de implantación no necesariamente implica una alta producción inicial. Esto permite inferir que hay otras variables que están explicando la producción inicial, como podrían ser la temperatura, la disponibilidad hídrica, el enmalezamiento, la fertilidad del suelo, o las condiciones de la cama de siembra.

2.7. HIPÓTESIS DEL TRABAJO

Pueden existir diferencias significativas entre las mezclas asociadas a la diferente velocidad de desarrollo de las especies sembradas en la mezcla. Y la hipótesis alterativa es que, las condiciones ambientales impiden demostrar esta diferencia de velocidad de implantación entre las especies, no existiendo diferencias significativas en implantación entre las mezclas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CONDICIONES EXPERIMENTALES

3.1.1. Lugar y período experimental

El presente trabajo se realizó en Universidad de la República. Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”), Paysandú, Uruguay, ubicada sobre la ruta nacional No. 3 Km 363. El mismo se llevó a cabo en el periodo comprendido entre el 25/5 del 2020 al 11/9 del 2020.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO EXPERIMENTAL

El experimento se realizó en el potrero No. 35 sobre la latitud 32°22 22 S y longitud 58° 03 49 W y en el potrero 32b sobre la latitud 32° 22 28 S y longitud 58° 03 33 W.

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 San Manuel, perteneciente a la formación geológica Fray Bentos. Como suelos dominantes presenta brunosoles éutricos típicos (háplicos), superficiales a moderadamente profundos de textura limo-arcilloso (limosa). Como suelos asociados se encuentran brunosoles éutricos lúvicos, de textura limosa y solonetz solodizados melánicos de textura franca.

3.3. ANTECEDENTES DEL ÁREA EXPERIMENTAL

Previo a la siembra de las mezclas utilizadas en el período experimental, se encontraba una mezcla de *Lolium multiflorum* y *Trifolium pratense*. Para preparar la sementera se aplicaron 4 litros de glifosato.

3.3.1. Tratamientos

Los tratamientos consistieron en dos mezclas:

t1= *Dactylis glomerata*, *Medicago sativa*

t2= *Trifolium repens*, *Festuca arundinacea*, *Cichorium intybus*.

El tratamiento uno fue una mezcla conformada por *Dactylis glomerata* cv. INIA Perseo con una densidad de 10 kg. por hectárea y *Medicago sativa* cv. Chaná también con una densidad de 10 kg. por hectárea.

El tratamiento dos, conformado por *Festuca arundinacea* cv. Fortuna con una densidad de 15 kg. por hectárea, *Trifolium repens* cv. Zapicán con una densidad de 2 kg. por hectárea y *Cichorium intybus* cv. Puna II con una densidad de 3 kg. por hectárea.

3.4. DISEÑO EXPERIMENTAL

En el experimento realizado se utilizó el diseño en bloques completamente al azar. El área experimental abarca una superficie de 3.4 ha, la cual fue dividida en cuatro bloques. En el potrero 32b se dividieron dos bloques con 4 parcelas de similar superficie abarcando 2 ha. En el potrero 35 se diferenciaron 2 bloques con cuatro parcelas también de similar superficie que abarcaron 1.4 ha.



Figura No. 2. Croquis de distribución de bloques y tratamientos

3.4.1. Metodología experimental

En el presente trabajo, se analizaron las siguientes variables: implantación y producción inicial de las diferentes mezclas.

3.4.2. Variables determinadas

- No. de plantas de gramíneas
- No. de plantas de leguminosas
- Altura promedio de la gramínea
- Altura promedio de la leguminosa
- No. de macollos de la gramínea
- No. de hojas desarrolladas de la leguminosa
- % de suelo desnudo
- % de malezas
- % de especies espontáneas
- % de especies sembradas

3.4.3. Porcentaje de implantación

Se realizaron mediciones de porcentaje de implantación. Las mismas fueron a los 30 días post siembra (30 días después del 25 de Mayo) y luego 1 visita cada 20 días, realizando en total 5 mediciones. Lo que se hizo fue clavar 5 estacas y dejarlas fijas. Luego con un rectángulo de 0,20 * 0,50 cm, realizar 5 medidas por tratamiento a través de un muestreo al azar, manteniendo los lugares fijos. Teniendo conocimiento previo de la densidad de siembra y porcentaje de germinación, se procedió a calcular el porcentaje de implantación de esta manera:

$PMS \text{ kg} \times DS \text{ kg} = \text{No. semillas sembradas.}$

$NSS \times \% \text{ germinación} = \text{No. semillas viables (NSV).}$

$NPI = 10000 \text{ m}^2 \times \text{No. plantas cuadrante/ área del cuadrante.}$

$\% \text{ Implantación} = NPI \times 100 / NSV.$

Dónde: PMS= Peso de mil semillas

DS= Densidad de siembra

NSS= Número de semillas sembradas

NPI= Número de plantas implantadas

NSV= Número de semillas viables

3.4.4. Producción inicial del forraje

Se realizaron cortes en 10 lugares diferentes, elegidos completamente al azar, donde se recogieron 10 plantas de las diferentes especies sembradas. Las mismas se recolectaron en bolsas separadas bien identificadas, luego se llevaron al laboratorio, donde se determinó el peso fresco. Se prosigió a

colocarlas en bandejas identificadas y diferenciadas, para luego llevarlas a una estufa donde se determinó su peso seco, para obtener los datos finales y concretos de la producción de forraje inicial (kg. de MS./ha.) de las diferentes mezclas forrajeras.

3.4.5. Composición porcentual de la fracción del suelo

Para su determinación, se analizaron mediante apreciación visual las siguientes variables:

- % de suelo desnudo
- % de malezas
- % de espontáneas
- % de sembradas.

Se utilizó un promedio de 5 visualizaciones, para obtener un resultado más preciso de las mismas, con un rango de 0 a 100 %.

Tanto para el porcentaje de especies sembradas como para las demás, lo que se hizo fue ver por apreciación visual, el espacio que ocupaban dentro del cuadrante y darle un valor porcentual con un rango de 0 a 100 %.

3.4.5.1. Crecimiento en altura

Se define como la altura promedio de la pastura en cm establecida entre la fecha de inicio y fin del período de estudio. Para la misma se diferenció por un lado la altura en promedio de las gramíneas y por el otro de las leguminosas. Lo que se hizo fue, medir con una regla y hacer tocar la punta de la hoja más alta, tomar ese dato y hacer un promedio de 5 mediciones.

3.5. MORFOLOGÍA DE GRAMÍNEAS Y LEGUMINOSAS

Se comparó con respecto a las gramíneas el número de macollos presentes y para las leguminosas el número de hojas desarrolladas en un determinado periodo de tiempo.

3.5.1. Macollaje

Para determinar el número de macollos de las gramíneas analizadas, *Dactylis glomerata* y *Festuca arundinacea*, lo que se realizó fue un conteo directo de los primeros macollos por apreciación visual, realizando un promedio de 5 mediciones, aplicadas sobre la línea de medición de cada estaca. En gramíneas se midió el número de macollos totalmente desarrollados.

3.5.2. Número de hojas de las leguminosas

En el caso de *Medicago sativa* y *Trifolium repens* que son las dos leguminosas presentes en las mezclas que se analizaron, lo que se realizó fue conteo directo del número de hojas totalmente desarrolladas, haciendo un promedio de 5 mediciones por apreciación visual sobre la línea de evaluación por estaca.

3.6. HIPÓTESIS

3.6.1. Hipótesis estadística

Ho: $t_1=t_2$

Ha: existe al menos un efecto de un tratamiento diferente de cero.

3.7. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.7.1. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Donde: • i: 1; 2 tratamientos

• j: 1; 2 repeticiones

• Y_{ij} : es el valor del i-ésimo tratamiento, en la j-ésima repetición

• μ : media poblacional

• α_i : efecto del tratamiento “relativo” a los demás tratamientos en el experimento (t_1 ; t_2)

• β_j : efecto bloque (B1; B2; B3; B4)

• ϵ_{ij} : error experimental entre U.E.

El modelo presenta los siguientes supuestos:

- el modelo es correcto y aditivo.
- los errores experimentales son variables aleatorias, con distribución normal, media cero, varianza poblacional y son independientes.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS

A continuación, se presenta una comparación entre los registros históricos (1961-1990) de precipitaciones y temperatura, y los datos del año de análisis (2020). Se obtuvo de MDN. DNM (2020), los registros del año de medición de la estación meteorológica presente en EEMAC.

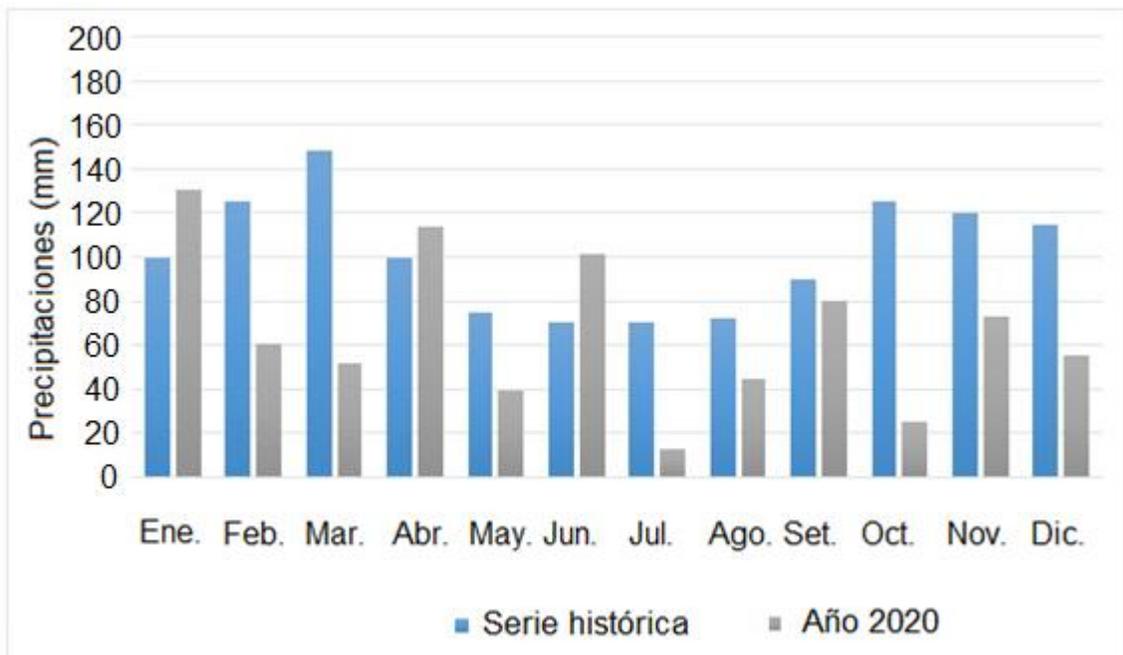


Figura No. 3. Precipitaciones medias del año de evaluación y la serie histórica

En la figura se comparan las precipitaciones de los registros históricos de una serie de 30 años con las del año 2020. Observando el periodo de evaluación que está comprendido entre fines de mayo (siembra del experimento) y mediados de setiembre 2020 (fin del experimento), se puede decir que en el mes de abril (mes previo a la siembra), las precipitaciones fueron superiores a las de la serie histórica (120mm). Si bien existieron fluctuaciones en los meses en los cuales existieron precipitaciones por encima y otros en los que están por debajo, como invierno es una época de baja demanda atmosférica, se puede decir que el año se clasificó como normal. Se pudo concluir que el año de evaluación, no tuvo limitantes hídricas que puedan haber perjudicado la implantación y producción de las pasturas.

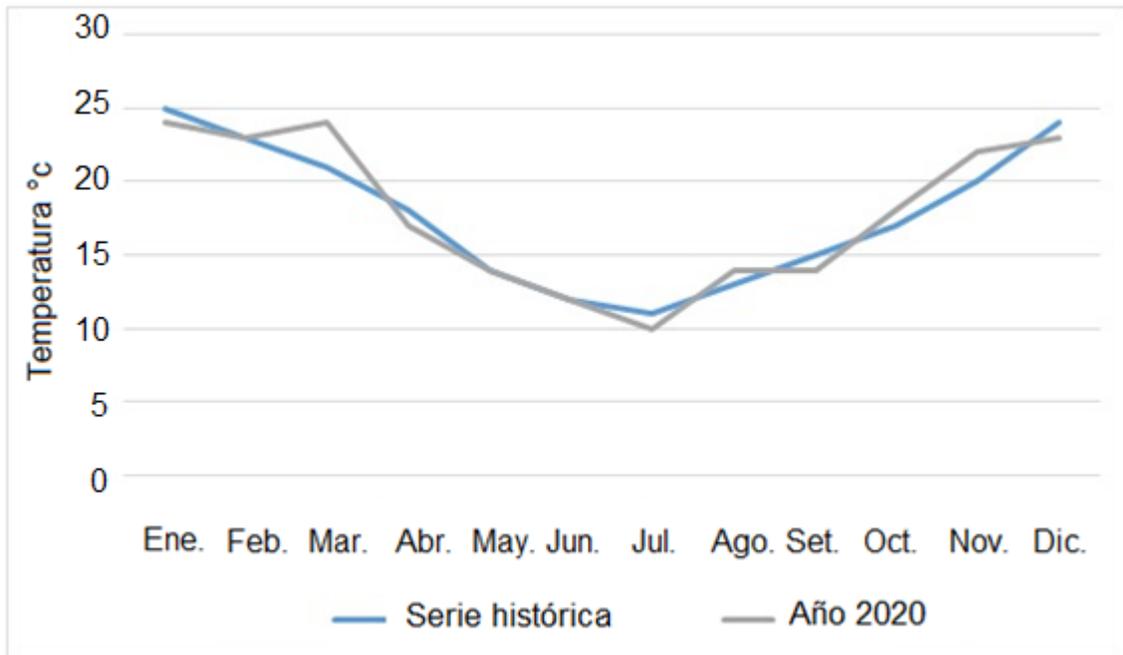


Figura No. 4. Temperaturas medias del año de evaluación y registro histórico

En la figura se muestran las temperaturas medias de una serie histórica comparadas con las temperaturas existentes en el año 2020 (año de evaluación).

Las temperaturas óptimas para la siembra de pasturas perennes son entorno a los 15-20°C y estas se alcanzan en los meses de marzo-abril. Al comparar con la figura anterior de precipitaciones, se puede concluir que las lluvias previas atrasaron la fecha de siembra de las pasturas, colocando la misma hacia el mes de mayo, donde las temperaturas se encuentran por debajo de los 15 grados, perjudicando el crecimiento de las especies, pudiendo llegar a causar muerte de algunas plántulas.

4.2. IMPLANTACIÓN

Cuadro No. 3. Porcentaje de implantación de las diferentes especies

Especie	%
<i>Dactylis glomerata</i>	15
<i>Medicago sativa</i>	33
<i>Trifolium repens</i>	18
<i>Cichorium intybus</i>	34
<i>Festuca arundinacea</i>	38

La implantación tanto de gramíneas como de leguminosas varía entre especies al final del experimento. Datos aportados por Brito del Pino et al. (2008), establecen una implantación del 32% para gramíneas y un 25% para leguminosas. Esto se cumple para el caso de la alfalfa, superando este valor, pero no para trébol blanco. En el caso de las gramíneas, festuca supera ampliamente este valor, mientras que dactylis obtiene un porcentaje más bajo.

En este caso el porcentaje de implantación de festuca alcanza un 38%. Si se comparan estos datos con los aportados por Fariña y Saravia (2010) en los que las gramíneas presentan valores entre 45 y 59%, resultan ser menores.

Para el caso de las leguminosas, más precisamente trébol blanco, Fariña y Saravia (2010) reportan datos de 32 a 34% de implantación. En este trabajo, el trébol blanco presenta un valor de implantación muy por debajo y el menor de la mezcla, este dato también concuerda con lo dicho por Stanton (1984) el cual establece que la implantación de la leguminosa fue significativamente inferior a la de las gramíneas. En cambio, la alfalfa presenta un valor de implantación mayor. También los datos de implantación obtenidos para achicoria coinciden con los aportados por Moliterno (2002), que halló valores para la achicoria de 34%, para siembras de otoño.

En siembras tardías de otoño el exceso de humedad y las bajas temperaturas resultan ser inconvenientes para la germinación y el desarrollo de las plántulas de todas las especies. Las siembras de otoño deberían ser realizadas en los meses de marzo-abril. En buenas condiciones de temperatura y humedad las pequeñas plántulas adquieren vigor a los 4 meses al no sufrir competencia con otras especies.

Si se comparan estos resultados con los obtenidos por Fariña y Saravia (2010) dónde para mezclas compuestas por dos gramíneas perennes y una leguminosa reportan entre 44 y 47% de implantación, estos están por debajo. Sucede lo mismo si se observan los datos obtenidos por Brito del Pino et al. (2008), donde para la mezcla de gramíneas perennes con leguminosas presentan una implantación de 28% y 38% respectivamente. Si bien en ambos experimentos las fechas de siembra fueron similares o más tarde que la evaluada las condiciones climáticas posteriores a la siembra fueron de mayor temperatura y balance hídrico.

4.3. ANÁLISIS DE LAS DIFERENTES VARIABLES

Cuadro No. 4. Análisis del promedio de las diferentes variables en el tratamiento dactylis y alfalfa

	17/6	13/7	03/8	24/8	11/9
No. pl. dact	26 A	23 AB	18 ABC	14 C	16 BC
No. mac. dact	0,05 C	0,75 AB	1 AB	0,55 BC	1,20 A
Alt. dact.	3 B	3 B	4 AB	3,43 B	6 A
No. pl. alf.	16 A	10 AB	16, 30 AB	12 B	15 AB
Alt. alf.	2 C	3 C	4 B	4 B	7 A
% suelo desnudo	18 A	3 B	3 B	3 B	3 B
% malezas	48 A	53 A	44 A	37 A	37 A
% espontáneas	27 B	18 AB	31 AB	48 A	44 AB
% sembradas	7 C	8 BC	17 A	14 AB	15 AB

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$).

4.3.1. Número de plantas de dactylis

El número promedio de plantas de dactylis fue disminuyendo en el transcurso del experimento. Esto se debe a condiciones adversas de temperatura y humedad debido a la fecha de siembra tardía, plagas en implantación y competencia con malezas. En este caso la siembra tardía causó un efecto negativo en el número de plantas causando la muerte de algunas.

4.3.2. Número de macollos de dactylis

El número de macollos de dactylis al inicio fue de cero macollos y luego tuvo la capacidad de desarrollar un macollo en el mes de agosto, llegando a mediados de setiembre con un solo macollo.

4.3.3. Altura de dactylis

Se puede observar un aumento en la altura de dactylis que comienza con 3 cm en junio. A medida que aumentan las temperaturas, la planta logra una tasa de crecimiento mayor, aumentando la tasa de elongación foliar y de esta manera llega a setiembre con una altura de 6 cm.

4.3.4. Número de plantas de alfalfa

En cuanto al número de plantas de alfalfa se puede observar en el promedio de los 4 bloques que tiene una variabilidad muy amplia con respecto a dactylis, donde alcanza un máximo de 16 plantas al inicio y luego varía hasta llegar a setiembre prácticamente con el mismo número de plantas.

4.3.5. Altura de la alfalfa

Como se puede observar en el Cuadro No. 4, la altura de la alfalfa va aumentando en las diferentes mediciones, alcanzando un máximo de 7 cm al final de la evaluación.

4.3.6. Porcentaje de suelo desnudo

En el experimento se pudo analizar que el porcentaje de suelo desnudo va disminuyendo. Esto está explicado por el espacio que van ocupando tanto las especies sembradas como las espontáneas.

4.3.7. Porcentaje de malezas

No existen diferencias significativas en el porcentaje de malezas, siendo alto tanto al inicio como al fin de la evaluación.

4.3.8. Porcentaje de espontáneas

El espacio ocupado por especies espontáneas en promedio en todo el experimento fue alto, esto puede deberse a la presencia de raigrás y *Medicago lupulina* que tuvieron gran influencia sobre las especies sembradas, obteniendo un porcentaje de aproximadamente el 50% de ocupación, siendo el mayor porcentaje en agosto, poco antes del cierre del experimento.

4.4. PORCENTAJE DE SEMBRADAS

Como se puede observar en el Cuadro No. 5 el área ocupada por especies sembradas en general fue bajo, aumentando desde el inicio del experimento, aunque alcanza un porcentaje del 15% al final de la evaluación. Esto esta explicado en gran parte por la disminución del número de plantas de la mezcla y también por el área ocupada por otras especies, malezas y suelo desnudo.

Cuadro No. 5. Análisis del promedio de las diferentes variables en el tratamiento festuca, trébol blanco y achicoria

Variables	17/6	13/7	03/8	24/8	11/9
No. pl. fes.	26 A	20 AB	14 B	16 B	17 AB
No. mac. fes.	0,05 B	0,63 AB	1,15 A	0,70 AB	0,95 AB
Alt. fest	3,65 B	4,56 AB	5,03 A	4,25 AB	5,25 A
No. pl. no gram.	5 A	4 A	2 A	2 A	3 A
Alt. no gram.	1 A	2 A	2 A	2 A	3 A
% suelo desnudo	23 A	7 AB	4 B	5 B	7 AB
% malezas	33 A	40 A	44 A	29 A	31 A
% espontáneas	35 B	43 AB	36 AB	49 A	48 AB
% sembradas	9 A	9 A	16 A	16 A	14 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$).

4.4.1. Número de plantas de festuca

Se puede apreciar un número importante de plantas de festuca al inicio del experimento que luego comienza a descender hasta llegar a fin de la evaluación con 17 plantas vivas. Es una gramínea de poco vigor inicial, consecuencia de un desarrollo embrionario más lento luego de la germinación que se manifiesta en un largo menor de raíces seminales que demoran más tiempo en formarse que otras especies, lo que le resta capacidad competitiva cuando se siembra asociada. La implantación de festuca no fue mala, pero se puede observar una pequeña disminución de plantas a mediados de agosto que puede haberse debido a alguna plaga de implantación o bien a la muerte de plántulas por factores ambientales o competencia con otras especies.

4.4.2. Número de macollos de festuca

Festuca arundinacea alcanzo a desarrollar 1 macollo al final de todo el experimento, esto se debe a la fecha de siembra tardía, atrasó el desarrollo de la planta en general debido a las temperaturas bajas en el periodo de macollaje.

4.4.3. Altura de la festuca

En cuanto a la altura de la festuca se puede apreciar claramente que no varía demasiado a lo largo del experimento, alcanzando una altura significativamente mayor con respecto al inicio. Esto se debe a lo explicado anteriormente donde fecha de siembra tardía, tiene una influencia importante en esta variable, ya que no se alcanzaron temperaturas óptimas para lograr una mayor tasa de elongación foliar y así obtener una altura mayor.

4.4.4. Número de plantas de las no gramíneas

Con respecto a trébol blanco y achicoria se puede decir que en promedio el número de plantas logrado, no fue bueno. A pesar que la achicoria alcanzó un número de plantas importante desde el inicio del experimento, las plantas logradas con respecto a trébol blanco, fue muy pobre, bajando así el promedio general.

4.4.5. Altura de las no gramíneas

Como se puede observar en el Cuadro No. 5, no existen diferencias significativas en la altura, tanto de trébol blanco como de achicoria.

4.4.6. Porcentaje de suelo desnudo

Como se puede observar en el Cuadro No. 5, el % de suelo desnudo comienza el experimento con un 23%, esto se debe a que las plantas recién se estaban estableciendo y luego durante el transcurso del experimento, al obtener un número de plantas, hojas y macollos, mayor, ocupan una mayor área, dejando menos suelo descubierto.

4.4.7. Porcentaje de malezas

Se observa en el Cuadro No. 5 que el porcentaje de malezas al inicio del experimento presenta un valor alto, posiblemente esto se debe a que no se realizó un buen control en la preemergencia, además, las pasturas sembradas no presentan un tamaño suficiente como para ejercer una buena competencia a las mismas. Luego, estos valores se mantienen debido a la competencia interespecífica entre pasturas sembradas y malezas que se ejercen unas a otras.

4.4.8. Porcentaje de espontáneas

En el caso de las especies espontáneas, principalmente compuestas por *Lolium multiflorum*, se evidencia una gran presencia del mismo, además por sus características de vigor inicial, rápido crecimiento y establecimiento, mantiene una importante presencia a lo largo del experimento, con valores iniciales de gran importancia, que van alcanzando su máximo valor a fines de agosto. Cabe destacar que al revisar el historial de chacra *Lolium multiflorum* fue uno de los cultivos antecesores, por lo cual estos valores tienen significancia.

4.4.9. Porcentaje de sembradas

Al analizar el Cuadro No. 5 queda en evidencia que el porcentaje de pasturas sembradas presenta valores relativamente bajos, lo cual se debe a que uno de los principales factores para una buena implantación y establecimiento de la pastura, es la fecha de siembra, y no pudo realizarse en fecha óptima para las mezclas utilizadas, sino que se hizo de una forma tardía, a fines de mayo, lo cual dio como resultado una emergencia, establecimiento y crecimiento más lento, así como un macollaje y número de hojas menor. A esto se puede atribuir valores relativamente bajos, que se mantienen a lo largo del experimento.

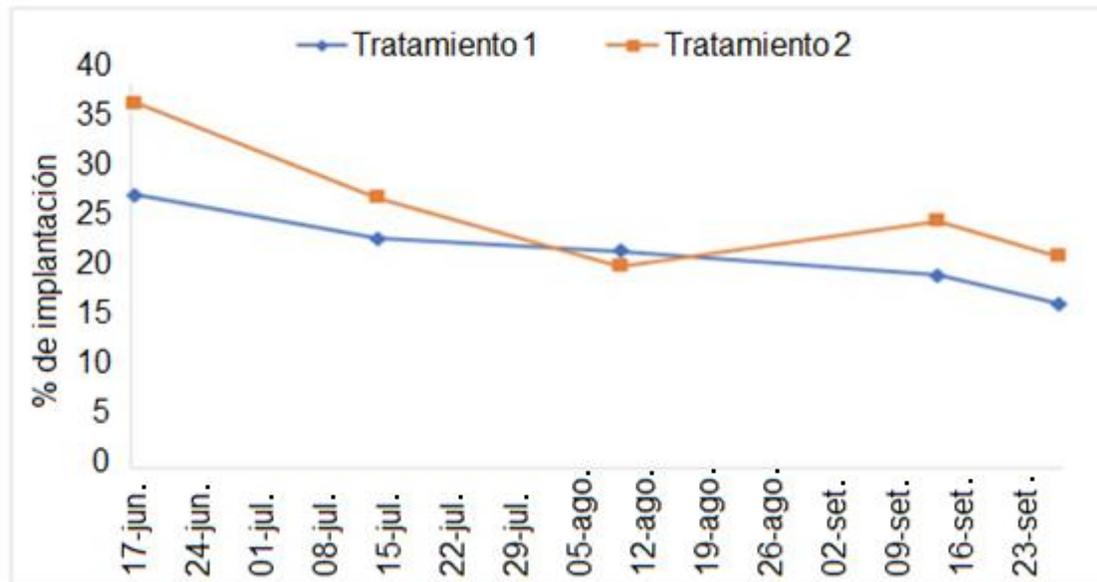


Figura No. 5. Evolución del porcentaje de implantación de los diferentes tratamientos por fecha

La implantación va disminuyendo en ambos tratamientos en el transcurso del experimento. Cabe destacar que el tratamiento 2 presenta un mayor descenso de implantación al inicio y al final presentan diferencias significativas. Los datos obtenidos en comparación a los aportados por Zanoniani (2010) que obtuvo un porcentaje promedio de las distintas mezclas forrajeras de un 33%, son menores.

Cuadro No. 6. Porcentaje de implantación de las distintas mezclas en la última fecha de medición

tratamiento	% de implantación
2	32,56 A
1	19,97 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$).

En el cuadro se compara la implantación de ambas mezclas, donde se obtuvo un porcentaje de 32% para el tratamiento 2 y un 20% para el tratamiento 1, comparado a datos aportados por Brito del Pino et al. (2008), que reportan valores de 28 y 38% para mezclas de 2 gramíneas perennes y una leguminosa, se asemejan a los obtenidos en el experimento.

Cuadro No. 7. Porcentaje de implantación de gramíneas en la última fecha de medición

tratamiento	% de implantación
2	37,78 A
1	14,52 B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$).

Los porcentajes de implantación de gramíneas en el tratamiento 2 (festuca) se asemejan con los reportados por Brito del Pino et al. (2008), que establecen una implantación del 32% para las mismas. En el caso del tratamiento 1 (dactylis) este valor fue bastante inferior. Dactylis tiene un mayor vigor inicial y más rápido establecimiento que festuca (García, 1995). Se atribuye esta diferencia a que el peso de mil semillas utilizado, se encuentra por encima de la media

Cuadro No. 8. Porcentaje de implantación de las no gramíneas en la última fecha de medición

tratamiento	% de implantación
1	32,86 A
2	17,85 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$).

Para el caso de las leguminosas el resultado de implantación del experimento en el tratamiento 1 (alfalfa), es superior si se compara con los datos reportados por Brito del Pino et al. (2008), que establecen un 25% de implantación para leguminosas. No existen diferencias significativas entre ambos tratamientos. Cabe destacar que la mezcla 2 está compuesta por trébol blanco y achicoria.

Al momento de la siembra se utilizó una densidad de siembra de 3kg de achicoria y 2 kg de trébol blanco, a similar peso de mil semillas, por lo cual explica una disminución en el número de plantas obtenidas de trébol blanco al final del experimento, confirmando una menor implantación del tratamiento 2.

Cuadro No. 9. Porcentaje de implantación de alfalfa y achicoria en la última fecha de medición

tratamiento	% de implantación
2	34,48 A
1	32,86 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$).

El porcentaje de implantación de achicoria del experimento (34.48%) es muy similar al compararlo con Moliterno (2002) que obtuvo valores de 34.8%, en siembras de otoño. Al considerar sólo la implantación de achicoria sin trébol blanco, la misma no tiene diferencias significativas con la de alfalfa, por lo que se puede concluir que la implantación del trébol blanco reduce el promedio total.

Cuadro No. 10. Porcentaje de implantación de las leguminosas en la última fecha de medición

tratamiento	% de implantación
1	32,86 A
2	17,72 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$).

Si bien no hay diferencias significativas entre la implantación de alfalfa y trébol blanco, la de este último es menor con un valor de 17.78%. Gomes de Freitas y Klassen (2011) establecen valores de 35% de implantación para trébol blanco a los 90 días post siembra, superiores a los presentados en el trabajo actual, donde la implantación de esta leguminosa fue baja.

4.5. PRODUCCIÓN INICIAL DE LAS DIFERENTES MEZCLAS

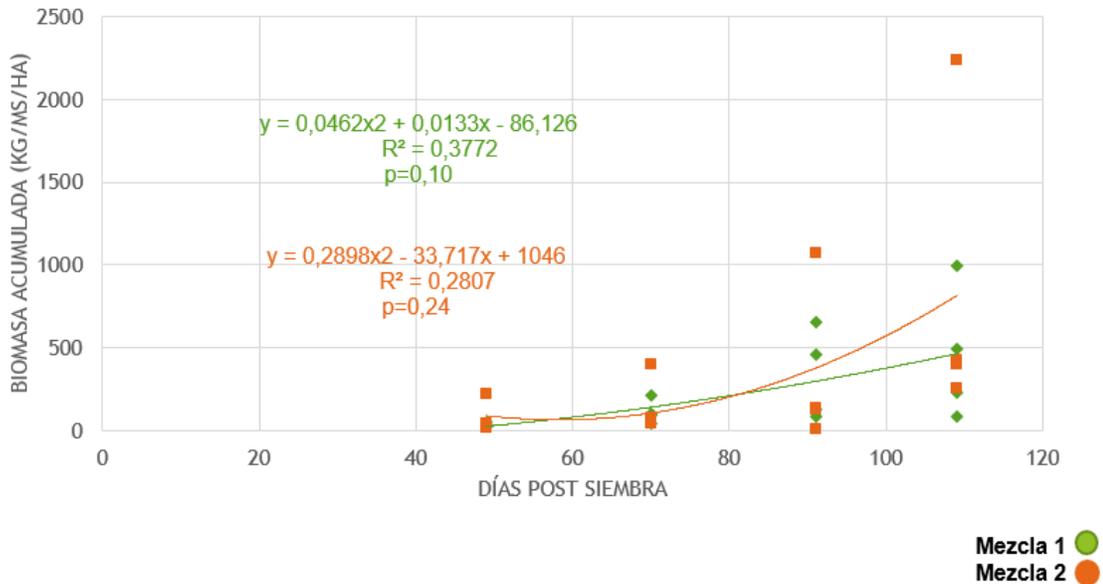


Figura No. 6. Biomasa acumulada en función de los días post siembra

En la figura se puede observar la correlación existente entre días y kg de materia seca. Las mediciones fueron realizadas cada 20 días aprox, y como se puede apreciar, la primer medición fue realizada a los 50 días post siembra ya que previo a esta fecha, la altura de la pastura era muy baja y no permitía realizar un corte.

Se puede ver como numéricamente, si existe una correlación positiva entre las variables, ya que a medida que pasan los días la biomasa se incrementa, con valores de correlación de 0,37 y 0,28 para las mezclas 1 y 2 respectivamente.

Para la mezcla 2 esto no tiene validez científica ya que no es significativo debido a que el p valor es menor a 0,1, debido al azar. La estadística nos da una certeza del 10% de que estos resultados son repetibles.

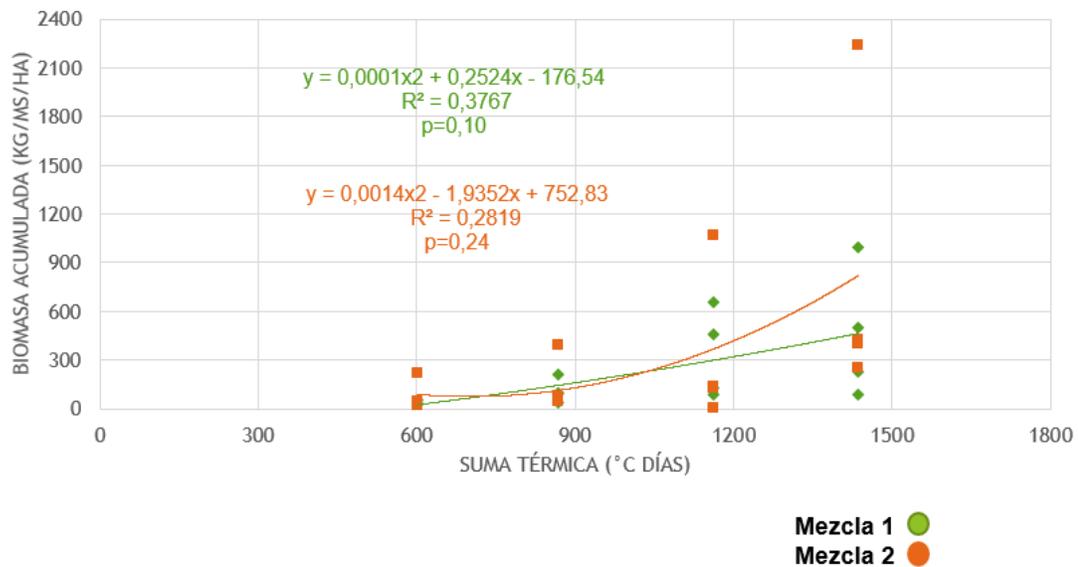


Figura No. 7. Biomasa acumulada en función de la suma térmica

Lo mismo sucede con la correlación que existe entre la suma térmica y la biomasa acumulada. A medida que aumentan los °C/días, aumentan los Kg/ha. Numéricamente existe una correlación positiva. También se pueden observar en la figura los bloques de las diferentes mezclas donde se puede apreciar claramente que el bloque 3 de la mezcla 2 (representado en naranja), se despega de los demás bloques obteniendo un porcentaje mayor de biomasa acumulada.

Esto se debió a que la mezcla 2 está compuesta por 3 especies y una de ellas es achicoria que en ese mismo bloque tuvo una mejor implantación y mayor desarrollo. Lo que ocurrió fue que había un porcentaje menor de especies espontáneas y mayor porcentaje de especies sembradas, donde achicoria pudo desarrollar mayor área foliar y cubrir lo más rápido posible el suelo para no dejar espacio a malezas y otras especies espontáneas, implantándose mejor.

Cuadro No. 11. Producción en Kg.MS./ha. de las mezclas en la última fecha de medición

tratamiento	Kg MS/ha
2	829,4 A
1	451,3 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$).

Entre tratamientos en el experimento no se obtuvieron diferencias significativas. En comparación con los resultados obtenidos por Albano et al. (2013) quienes presentan valores de 2726 kg/ha. para una mezcla de festuca, trébol blanco y lotus, y de 1681 kg/ha. para una mezcla de dactylis y alfalfa, los obtenidos en el presente experimento estuvieron por debajo.

Cuadro No. 12. Producción en Kg de materia seca de gramíneas en la última fecha de medición

tratamiento	Kg MS/ha
2	234,1 A
1	94,2A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$).

De la comparación de las gramíneas perennes entre sí, *Festuca arundinacea* tiene mayor producción inicial que *Dactylis glomerata* en la primera fecha de siembra, lo cual en comparación con los datos aportados por García (1995), donde dactylis presenta un buen vigor inicial, no coincide debido a que se espera una mayor producción inicial del mismo.

Cuadro No. 13. Producción en kg de materia seca de no gramíneas en la última fecha de medición

tratamiento	Kg MS/ha
2	595,3 A
1	357,1 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p \leq 0,1$).

El tratamiento 2, trébol blanco y achicoria, presentan una producción de 595 kg, este valor es relativamente bajo si se compara con los datos aportados por Rebuffo (2008), quien estima una producción de 1300 kg./MS./ha. para achicoria y trébol rojo en primavera. El tratamiento 1, alfalfa, presenta una producción de 357 kg. /MS./ha., la cual es baja al ser comparada con datos obtenidos del promedio de 3 ensayos realizados en el campo experimental kiyú-PGG Wrightson South América, donde se estima un rendimiento de alfalfa en setiembre de 2600 kg/MS/ha. Entre ambos tratamientos no hay diferencias significativas en cuanto a producción en kg/MS/ha. de las no gramíneas. Si se compara con datos aportados por Gomes de Freitas y Klassen (2011), se puede observar que los mismos se encuentran por debajo asumiendo un valor de 500 kg/ha.

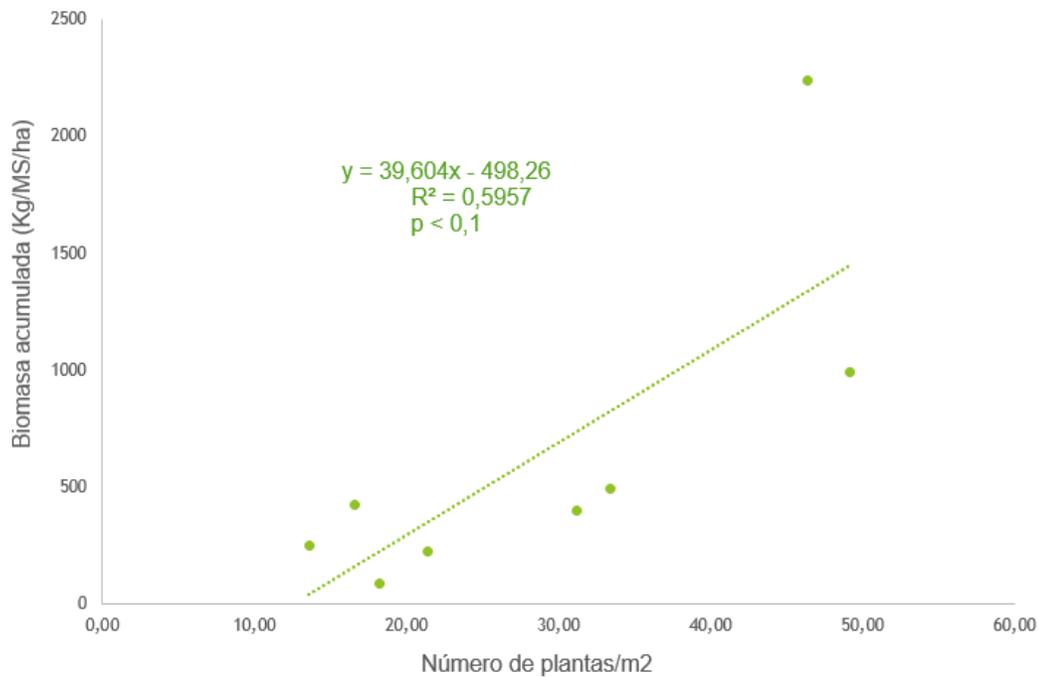


Figura No. 8. Biomasa acumulada según el número de plantas

La relación entre producción inicial de materia seca por hectárea y el número de plantas es menor que la existente entre la producción inicial de materia seca y el porcentaje de implantación. La ecuación de regresión lineal indica que por cada planta/m² la producción de materia seca por hectárea aumentará en 39,6 kg/ha. Como vemos el p valor es menor a 0,1 lo cual quiere decir que es estadísticamente significativo. Esto significa que, si el experimento se vuelve a repetir en las mismas condiciones, los resultados van a ser similares con un 90% de confianza.

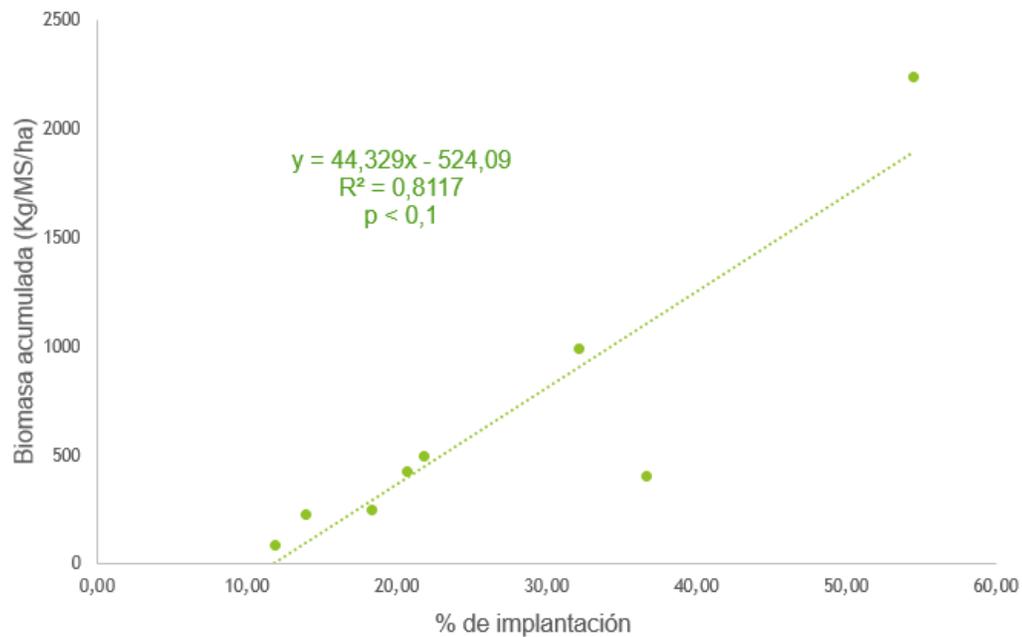


Figura No. 9. Biomasa acumulada según el porcentaje de implantación de las mezclas

Se observa una tendencia al incremento de biomasa acumulada a medida que aumenta el porcentaje de implantación. A diferencia de datos aportados por Albano et al. (2013), la correlación entre biomasa acumulada y porcentaje de implantación es mayor ($R^2=0,81$) que la obtenida entre biomasa acumulada y número de plantas ($R^2=0,59$). Esto no coincide con datos aportados por bibliografía donde se establece que el número de plantas se correlaciona mejor con la biomasa acumulada. Esto se debe a que el valor máximo del porcentaje de implantación es 100%, mientras que el número de semillas es en miles, por lo tanto, puede existir mayor probabilidad de que se repita un mismo valor de porcentaje de implantación que de número de plantas.

5. CONCLUSIONES

El tratamiento 2 (F-Ach-Tb) presentó mayor implantación que el tratamiento 1 (Dact- Alf) debido al mejor comportamiento de festuca y achicoria.

La implantación de las mezclas se encontró en torno al 26 %, similares a los datos aportados por la bibliografía.

Las mezclas no presentaron diferencias significativas en cuanto a producción inicial estadísticamente, existiendo alto coeficiente de variación para dichas variables.

El % de implantación fue la variable que mejor explicó la biomasa inicial de la pastura.

La temperatura no explicó en gran medida el crecimiento inicial de las mezclas.

6. RESUMEN

El presente trabajo se realizó en Universidad de la República. Facultad de Agronomía. EEMAC (Estación Experimental “Dr. Mario A. Cassinoni”), Paysandú, Uruguay; durante el período comprendido entre el 17 de mayo del 2020 y el 11 de setiembre del mismo año, sobre una pradera de primer año compuesta por 2 mezclas forrajeras. El experimento se realizó en el potrero 35 sobre la latitud 32°22' 22" S y longitud 58° 03' 49" W y en el potrero 32b sobre la latitud 32° 22' 28" S y longitud 58° 03' 33" W. El diseño experimental utilizado fue el de bloques completamente al azar. El objetivo fue evaluar el nivel de implantación y producción inicial de distintas mezclas forrajeras a partir de diferentes variables. Las mismas fueron, número de plantas de gramíneas, número de plantas de leguminosas, altura promedio de la gramínea, altura promedio de la leguminosa, número de macollos de la gramínea, número de hojas desarrolladas de la leguminosa, % de suelo desnudo, % de malezas, % de especies espontáneas y % de especies sembradas. Por otra parte, se midió materia seca de las mezclas a los 90 días post siembra. Las mezclas estuvieron compuestas por *Dactylis glomerata*, cultivar Perseo, junto con *Medicago sativa* cultivar Chaná, además de una mezcla compuesta por *Trifolium repens* cultivar Zapicán junto con *Cichorium intybus* cultivar Puna II y *Festuca arundinacea* cultivar INIA Fortuna. La implantación final del experimento a los 90 días post siembra, fue de 22% para el tratamiento 1 (dactylis, alfalfa) y 27% para el tratamiento 2 (trébol blanco, festuca y achicoria) Analizando las gramíneas, festuca presentó un porcentaje de implantación de 40% y dactylis 18%. En el caso de las leguminosas, alfalfa obtuvo un 33% de implantación y trébol blanco 19%. En cuanto a la achicoria clasificada como no gramínea, obtuvo un porcentaje de implantación semejante al de alfalfa, alcanzando un 33%. El mayor porcentaje de cobertura de malezas se obtuvo en la mezcla compuesta por *Dactylis glomerata* y *Medicago sativa*, donde se alcanzó un porcentaje del 44%. Mientras que las mezclas compuestas por *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Cichorium intybus* dieron un promedio de 35%.

Palabras clave: Implantación; Leguminosa; Gramíneas; Producción inicial; Mezcla forrajera; Cobertura; Macollo; Malezas.

7. SUMMARY

This work was carried out at the University of the Republic. Agronomy faculty. EEMAC (Experimental Station "Dr. Mario A. Cassinoni"), Paysandú, Uruguay; during the period between May 17th. and September 11th. 2020 on a first-year pasture composed of 2 forage mixtures. The experiment was carried out in paddock 35 on latitude 32°22' 22" S and longitude 58° 03' 49" W and in paddock 32b on latitude 32° 22' 28" S and longitude 58° 03' 33" W. The experimental design used was completely randomized blocks. The objective was to evaluate the level of implantation and initial production of different forage mixtures from different variables. The same were, number of grass plants, number of legume plants, average height of grass, average height of legume, number of grass tillers, number of developed leaves of the legume, % of bare soil, % of weeds, % of spontaneous species and % of sown species. On the other hand, dry matter of the mixtures was measured at 90 days after sowing. The mixtures were composed of *Dactylis glomerata*; cultivate. Perseo, together with *Medicago sativa* cultivate Chaná, in addition to a mixture composed of *Trifolium repens* cultivate Zapicán together with *Cichorium intybus* cultivate Puna II and *Festuca arundinacea* cultivate INIA Fortuna. The final implantation of the experiment 90 days after sowing was 22% for treatment 1 (dactylis, alfalfa) and 27% for treatment 2 (white clover, fescue and chicory). Analyzing the grasses, fescue presented a percentage of implantation 40% and dactylis 18%. In the case of legumes, alfalfa obtained 33% implantation and white clover 19%. Regarding chicory classified as non-grass, it obtained an implantation percentage similar to that of alfalfa, reaching 33%. The highest percentage of weed cover was obtained in the mixture composed of *Dactylis glomerata* and *Medicago sativa*, where a percentage of 44% was reached. While the mixtures composed of *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* and *Cichorium intybus* gave an average of 35%.

Keywords: Implementation; Legume; Grass; Initial Production; Fodder Mix; Coverage; Tiller; Weeds.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Albano, J.; Platero, T.; Sarachu, N. 2013. Evaluación invierno-primaveral de mezclas forrajeras en el primer año de vida. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 129 p.
2. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echevarría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay: clasificación de suelos. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p.
3. Altier, N. 1996. Impacto de las enfermedades en la producción de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 47-56 (Serie Técnica no. 80).
4. Ayala, W.; Bemhaja, M.; J Docanto, J.; García, J.; Olmos, F.; Real, D.; Rebuffo, M.; Reyno, R.; Silva, J.; Cotro, B.; Rossi, C. 2010. Forrajeras: catálogo de cultivares 2010. Montevideo, INIA. 131 p.
5. Bayce, D.; Caldeyro, E.; Puppo, E. 1984. Siembra de gramíneas nativas sobre tapíz. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 249 p.
6. Barry, T. N. 1988. The feeding value of chicory (*Cichorium intybus*) for ruminant livestock. *Journal of Agricultural Science*. 131:251-257.
7. Beguet, H.; Bavera, G. 2001. Fisiología de la planta pastoreada. (en línea). Río Cuarto, s.e. 6 p. Consultado oct. 2020. Disponible en http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/04-fisiologia_de_la_planta_pastoreada.pdf
8. Blaser, R. E.; Taylor, T.; Griffeth, W.; Skrdla, W. 1956. Seedling competition in establishing forage plants. *Advances in Agronomy*. 4:179-216.
9. Bobadilla, S. 2010. Implantación de pasturas en el Noreste de Chubut. (en línea). Esquel, INTA. Esquel. pp. 167-170. Consultado 1 may. 2020. Disponible en http://inta.gob.ar/documentos/implantaciondepasturasenelnorestedelchubut/at_multi_download/file/INTA_ganaderia37_pasturas.pdf

10. Bologna, J.; Hill, W. 1993. Implantación de gramíneas y leguminosas en cobertura. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 412 p.
11. Bordoli, J. s.f. Fertilización de pasturas de leguminosas y mezcla de gramíneas y leguminosas. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. 9 p. Consultado 20 ago. 2020. Disponible en <http://prodanimal.fagro.edu.uy/cursos/PASTURAS%20CRS/12%20%20Fertilizacion%20de%20Pasturas.pdf>
12. Brito del Pino, G.; Colella, A.; Crosta, D.; Morales, 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.
13. Brougham, R. W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. Australian Journal of Agricultural Research. 7 (5):377-387.
14. Campbell, M.; Swain, M. 1973. Factors causing losses during the establishment on surface-sown pastures. Journal of Range Managment. 26(5):355-359.
15. Cangiano, C. 1997. Producción animal en pastoreo. Balcarce, Buenos Aires, Argentina, La Borrosa. 139 p.
16. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 464 p.
17. _____. 1991. Aspectos relevantes para la producción forrajera. Montevideo, Uruguay, INIA. 46 p. (Serie Técnica no. 19).
18. _____. 2002a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 1, 357 p.
19. _____. 2002b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 2, 371 p.
20. _____. 2004. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.

21. _____. 2007. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 3, 403 p.
22. _____. 2010a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 1, 383 p.
23. _____. 2010b. Pasturas y forrajes: insumos, implantación y manejo de pasturas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. t. 2, 371 p.
24. Castiglioni, E. 1999. Manejo de la fauna del suelo e insectos plaga. In: Díaz Roselló, R. ed. Siembra sin laboreo de cultivos y pasturas. Paysandú, Uruguay, FA. EEMAC. 1 disco compacto.
25. _____. 2001. Manejo de la fauna e insectos plaga del suelo. In: Díaz Roselló, R. ed. Siembra directa en el cono Sur. Montevideo, PROCISUR. pp. 89-101.
26. 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.
27. Chapman, D. F.; Lemaire, G. 1993. Morfogenetic and structural determinants of plants regrowth after defoliation. In: International Grassland Congress (12th., 1993, New Zealand). Proceedings. s.n.t. pp. 95-104.
28. Díaz, J.; Moor, J. 1980. Estudios sobre métodos y densidades de siembra de pradera. In: Reunión Técnica de la Facultad de Agronomía (3^a., 1980, Montevideo, Uruguay). Trabajos presentados. Montevideo, Facultad de Agronomía. pp. 10-11.
29. Ernst, O. 2000. Siete años de siembra sin laboreo: nota técnica. Cangüé. no. 20:19-23.
30. Fariña, M. F.; Saravia, R. 2010. Evaluación de mezclas forrajeras bajo pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 108 p.
31. Ferrari, H. s.f. Consideraciones a tener en cuenta en la sembradora para lograr una buena implantación de pasturas. (en línea). Concepción del Uruguay, INTA. 4 p. Consultado 10 oct. 2020. Disponible en

http://inta.gob.ar/sites/default/files/scripttmpinta_5_jornada_nacional_de_forrajes_conservados_-_c.pdf

32. Finozzi, G.; Quintana, P. 2000. Implantación de gramíneas y leguminosas en tres suelos y tapices de basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 142 p.
33. Formoso, A. 2000. Manejo de la alfalfa para producción de forraje. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 53-74 (Boletín de Divulgación no. 69).
34. _____. 2007a. Conceptos sobre implantación de pasturas. In: Jornada Instalación y Manejo de Pasturas (2007, La Estanzuela). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 17-39 (Actividades de Difusión no. 483).
35. _____. 2007b. Manual para la siembra directa. Montevideo, INIA. 148 p. (Serie Técnica no. 161).
36. _____. 2010. *Festuca arundinacea*, manejo para la producción de forraje y semillas. Montevideo, Uruguay, INIA. 192 p. (Serie Técnica no. 182).
37. García, J. 1995. *Dactylis glomerata* LE Oberon. Montevideo, INIA. 50 p. (Boletín de Divulgación no. 49).
38. Gomes de Freitas, S.; Klassen, A. 2011. Efecto de la fecha de siembra y tipo de barbecho en la implantación y producción inicial de mezclas con *Festuca arundinacea* y *Dactylis glomerata*. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 131 p.
39. INIA; INASE (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY; Instituto Nacional de Semillas, UY). 2011. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras: anuales, bianuales y perennes, período 2011. Colonia, Uruguay. 97 p.
40. _____.; _____. 2012. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras: anuales, bianuales y perennes, período 2011. Colonia, Uruguay. 105 p.

41. _____; _____. 2020. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de especies forrajeras: anuales, bianuales y perennes, período 2020. Colonia, Uruguay. 108 p.
42. La Paz, A.; Pérez, M.; Robatto, R. 1994 Implantación de especies sembradas en cobertura sobre basalto. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 137 p.
43. Langer, R. H. M. 1981a. Alfalfa. *In*: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 417-437.
44. _____. 1981b. Crecimiento de gramíneas y tréboles. *In*: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 47-73.
45. _____. 1981c. Especies y variedades de gramíneas. *In*: Langer, R. H. M. ed. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 75-96.
46. MDN. DNM (Ministerio de Defensa Nacional. Dirección Nacional de Meteorología, UY). 2020. Estadísticas climatológicas Paysandú. (en línea). Montevideo. 3 p. Consultado oct. 2020. Disponible en [http://www.meteorologia.gub.uy/index.php/estadisticasclimaticas`](http://www.meteorologia.gub.uy/index.php/estadisticasclimaticas)
47. Moliterno, E. 2000. Caracterización de la producción inicial de diversas mezclas forrajeras. *Agrociencia (Uruguay)*. 4(1):31-49.
48. _____. 2002. Variables básicas que definen el comportamiento productivo de mezclas forrajeras en su primer año. *Agrociencia (Uruguay)*. 6(1):40-52.
49. Morón, A. 2007. Fertilización fosfatada de pasturas para producción lechera. *In*: Jornada de Instalación y Manejo de Pasturas (2007, La Estanzuela, Colonia). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 53-57 (Actividades de Difusión no. 483).
50. Muslera, E.; Ratera, C. 1984. Praderas y forrajes. Madrid, España, Mundi-Prensa. 702 p.
51. Núñez, G.; Espinoza, J.; Salinas, H.; Gutiérrez, J.; Medina, G.; Dovel, R. 2000. Manejo agronómico de praderas. (en línea). México, D.F., s.e. 6 p. Consultado jul. 2012. Disponible en

http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas%20artificiales/48-manejo_agronomico_de_praderas.pdf

52. Oriella, N. s.f. Establecimiento y manejo de praderas. (en línea). s.l., INIA Carillanca. 12 p. Consultado 13 jun. 2020. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/boletines/NR31863.pdf>
53. Pautasso, J. 2013. Implantación de pasturas base alfalfa. (en línea). Paraná, INTA. 1 p. Consultado 15 oct. 2020. Disponible en <http://inta.gob.ar/documentos/implantacion-de-pasturas-base-alfalfa%60>
54. Pereyra, S.; Díaz, M.; Stewart, S. 1996. Enfermedades de trigo y cebada en siembra directa. In: Jornada de Cultivos de Invierno (1996, La Estanzuela). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 10-13 (Actividades de Difusión no. 94).
55. Pérez, C.; Altier, N. 2000. Enfermedades de implantación en leguminosas forrajeras: importancia y estrategias de control. Nota técnica. Cangüé. no. 19:11-14.
56. Rebuffo, M. 2000a. Adopción de variedades en Uruguay. In: Rebuffo, M.; Risso, D. F.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 5- 16 (Boletín de Divulgación no. 69).
57. _____. 2000b. Implantación. In: Rebuffo, M.; Risso, D.; Restaino, E. eds. Tecnología en alfalfa. Montevideo, INIA. pp. 29- 36 (Boletín de Divulgación no. 69).
58. _____. 2008. Achicoria INIA LE Lacerta: alternativa de alta calidad en rotaciones cortas. Revista INIA. no. 14:24-25.
59. Ríos, A. 1996. Consideraciones para el manejo eficiente de las malezas en forrajeras. In: Risso, D. F.; Berretta, E. J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 77-84 (Serie Técnica no. 80).
60. _____. 2007. Manejo de malezas en pasturas. In: Jornada Instalación y Manejo de Pasturas (2007, La Estanzuela). Memorias. Montevideo, INIA. pp. 41-51 (Actividades de Difusión no. 483).

61. Risso, D. 1991. Siembras en el tapiz, consideraciones generales y estado actual de la información en la zona de suelos sobre cristalino. *In*: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, D. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 71-82 (Serie Técnica no. 13).
62. Robson, M. J.; Ryle, G. J. A.; Woledge, J. 1988. The grass plant: its form and function. *In*: Jones, M. B.; Lazenby, A. eds. The grass crop: the physiological basis of production. London, UK, Chapman and Hall. pp. 25-83.
63. Romero, L. A.; Bruno, O. A.; Fossati, J. L.; Quaino, O. R. 1988. Fertilización nitrogenada en achicoria (*Cichorium intybus*). *Revista Argentina de Producción Animal*. 8(4):323-329.
64. Romero, O. s.f. Establecimiento y manejo de praderas. (en línea). s.l., INIA Carillanca. 12 p. Consultado 19 ago. 2020. Disponible en <http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/biblioteca/boletines/NR31863>
65. Santiñaque, F.; Carámbula, M. 1981. Productividad y comportamiento de distintas mezclas forrajeras. *Miscelánea CIAAB*. no. 1:16-21.
66. Schneiter, O. 2005. Mezclas de especies forrajeras templadas. *In*: Jornada de Actualización Técnica en Pasturas Implantadas (2005, Buenos Aires, Argentina) Trabajos presentados. Buenos Aires, s.e. s.p.
67. Stanton, M. L. 1984. Seed variation in wild radish: effect of seed size on components of seedling and adult fitness. *Ecology*. 65(4):1105 - 1112.
68. Vernet, E. 2005. Manual de consulta para implantación de pasturas. Buenos Aires, Argentina, s.e. 48 p.
69. Zanoniani, R. 2010. Estado actual del conocimiento en producción de pasturas, brecha tecnológica. *Agrociencia (Uruguay)*. 14(3):26-30.
70. Zerbino, M. 2001. Macrofauna del suelo en sistemas con siembra directa. *In*: Reunión Técnica de Siembra Directa (2001, Las Brujas). Resúmenes. Montevideo, INIA. p. 13.

9. ANEXOS

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% impl mezcla	8	0,94	0,86	20,48

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1326,95	4	331,74	11,46	0,0366
BLOQUE	1009,81	3	336,60	11,63	0,0369
TRATAMIENTO	317,14	1	317,14	10,96	0,0454
Error	86,81	3	28,94		
Total	1413,76	7			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=19,77542

Error: 28,9362 gl: 3

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	43,36	2	3,80	A
4	29,26	2	3,80	A B
1	17,34	2	3,80	B
2	15,12	2	3,80	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,10)

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=8,95147

Error: 28,9362 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	32,57	4	2,69	A
1	19,97	4	2,69	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,10)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
templ gram	8	0,87	0,70	41,98

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2437,93	4	609,48	5,06	0,1070
BLOQUE	1355,64	3	451,88	3,75	0,1532
TRATAMIENTO	1082,29	1	1082,29	8,98	0,0578
Error	361,56	3	120,52		
Total	2799,49	7			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=40,35819

Error: 120,5183 gl: 3

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
3	46,66	2	7,76	A
4	28,12	2	7,76	A
2	15,51	2	7,76	A
1	14,30	2	7,76	A

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=18,26840

Error: 120,5183 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
2	37,78	4	5,49	A
1	14,52	4	5,49	B

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
impl NO gram	8	0,33	0,22	48,16

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	450,55	1	450,55	3,02	0,1328
TRATAMIENTO	450,55	1	450,55	3,02	0,1328
Error	894,45	6	149,08		
Total	1345,00	7			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=16,77650

Error: 149,0756 gl: 6

TRATAMIENTO Medias n E.E.

1	32,86	4	6,10	A
2	17,85	4	6,10	A

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% impl NO gram (sin TB)	8	1,00	0,99	4,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1359,18	4	339,80	163,88	0,0008
BLOQUE	1353,90	3	451,30	217,66	0,0005
TRATAMIENTO	5,28	1	5,28	2,55	0,2089
Error	6,22	3	2,07		
Total	1365,40	7			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=5,29358

Error: 2,0734 gl: 3

BLOQUE Medias n E.E.

3	53,93	2	1,02	A
4	33,37	2	1,02	B
1	29,46	2	1,02	B
2	17,90	2	1,02	C

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

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=2,39617

Error: 2,0734 gl: 3

TRATAMIENTO Medias n E.E.

2	34,48	4	0,72	A
1	32,86	4	0,72	A

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

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% impl leguminosas	8	0,69	0,28	47,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	972,82	4	243,20	1,69	0,3483
BLOQUE	517,85	3	172,62	1,20	0,4432
TRATAMIENTO	454,96	1	454,96	3,15	0,1739
Error	432,86	3	144,29		
Total	1405,68	7			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=44,15906

Error: 144,2877 gl: 3

BLOQUE	Medias	n	E.E.
4	32,93	2	8,49 A
3	32,60	2	8,49 A
1	22,17	2	8,49 A
2	13,57	2	8,49 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,10)

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=19,98889

Error: 144,2877 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.
1	32,86	4	6,01 A
2	17,78	4	6,01 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,10)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
% impl leguminosas	8	0,69	0,28	47,45

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	972,82	4	243,20	1,69	0,3483
BLOQUE	517,85	3	172,62	1,20	0,4432
TRATAMIENTO	454,96	1	454,96	3,15	0,1739
Error	432,86	3	144,29		
Total	1405,68	7			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=44,15906

Error: 144,2877 gl: 3

BLOQUE	Medias	n	E.E.	
4	32,93	2	8,49	A
3	32,60	2	8,49	A
1	22,17	2	8,49	A
2	13,57	2	8,49	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,10)

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=19,98889

Error: 144,2877 gl: 3

TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1	32,86	4	6,01	A
2	17,78	4	6,01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,10)

Análisis de la varianza

mezcla 1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
mezcla 1	16	0,39	0,23	104,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	445899,38	3	148633,13	2,51	0,1084
Días	445899,38	3	148633,13	2,51	0,1084
Error	710982,44	12	59248,54		
Total	1156881,82	15			

Test:Tukey Alfa=0,10 DMS=440,65870

Error: 59248,5365 gl: 12

Días	Medias	n	E.E.
109	451,30	4	121,71 A
91	331,42	4	121,71 A
70	109,86	4	121,71 A
49	35,58	4	121,71 A

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

mezcla 2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
mezcla 2	16	0,28	0,10	155,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1387231,36	3	462410,45	1,58	0,2446
Días	1387231,36	3	462410,45	1,58	0,2446
Error	3501709,10	12	291809,09		
Total	4888940,45	15			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=977,94165

Error: 291809,0915 gl: 12

Días	Medias	n	E.E.
109	829,43	4	270,10 A
91	335,37	4	270,10 A
70	144,42	4	270,10 A
49	77,01	4	270,10 A

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

Análisis de la varianza

biomasa mezcla 1

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
biomasa mezcla 1	16	0,39	0,23	104,90

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	445899,38	3	148633,13	2,51	0,1084
acumulación térmica	445899,38	3	148633,13	2,51	0,1084
Error	710982,44	12	59248,54		
Total	1156881,82	15			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=440,65870

Error: 59248,5365 gl: 12

acumulación térmica	Medias	n	E.E.
1435,50	451,30	4	121,71 A
1161,50	331,42	4	121,71 A
867,58	109,86	4	121,71 A
600,50	35,58	4	121,71 A

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

biomasa mezcla 2

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
biomasa mezcla 2	16	0,28	0,10	155,87

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1387231,36	3	462410,45	1,58	0,2446
acumulación térmica	1387231,36	3	462410,45	1,58	0,2446
Error	3501709,10	12	291809,09		
Total	4888940,45	15			

Test: Tukey Alfa=0,10 DMS=977,94165

Error: 291809,0915 gl: 12

acumulación térmica	Medias	n	E.E.
1435,50	829,43	4	270,10 A
1161,50	335,37	4	270,10 A
867,58	144,42	4	270,10 A
600,50	77,01	4	270,10 A

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

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,900937012
Coeficiente de determinación R ²	0,8116875
R ² ajustado	0,780302083
Error típico	327,7519303
Observaciones	8

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	2778123,033	2778123,033	25,86193161	0,002253388
Residuos	6	644527,967	107421,3278		
Total	7	3422651			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	-524,0862213	256,627466	-2,042206274	0,087177669
Variable X 1	44,32946762	8,716899446	5,085462772	0,002253388

	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	-1152,031009	103,8585667	-1152,031009	103,858567
Variable X 1	22,99998306	65,65895218	22,99998306	65,6589522

Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de correlación múltiple	0,771793986
Coeficiente de determinación R ²	0,595665956
R ² ajustado	0,528276949
Error típico	480,2593603
Observaciones	8

ANÁLISIS DE VARIANZA					
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	2038756,681	2038756,681	8,839215479	0,02485815
Residuos	6	1383894,319	230649,0532		
Total	7	3422651			

	Coeficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad
Intercepción	-498,2578465	418,9297077	-1,189359068	0,279226708
Variable X 1	39,60418596	13,32092032	2,973081815	0,02485815

	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95,0%	Superior 95,0%
Intercepción	-1523,341913	526,82622	-1523,341913	526,82622
Variable X 1	7,009068164	72,19930376	7,009068164	72,19930376