

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA

EVALUACIÓN DE LA ESTRUCTURA DE VERDEOS PUROS Y MEZCLAS
BAJO PASTOREO

por

Yéssica CRESPO TRAVERS

Rosina NÚÑEZ GONZÁLEZ

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

MONTEVIDEO

URUGUAY

2018

Tesis aprobada por:

Director: -----

Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. Pablo Boggiano

Ing. Agr. David Silveira

Fecha: 25 de octubre de 2018

Autores: -----

Yéssica Crespo Travers

Rosina Núñez González

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, agradecemos a nuestras familias por el apoyo incondicional durante toda la carrera.

A nuestro tutor de tesis Ingeniero Agrónomo Ramiro Zanoniani, por su disposición y compromiso a lo largo de la elaboración de este trabajo.

A Oscar Bentancur por la ayuda brindada.

A Carol Guilleminiot y Patricia Choca del departamento Biblioteca EEMAC por su disponibilidad y ayuda constante.

A Sully Toledo por su amabilidad y dedicación.

A Facultad de Agronomía y a todos los que hicieron posible la realización de este trabajo.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	3
2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ESPECIES SEMBRADAS ..	3
2.1.1 <u>Gramíneas invernales anuales</u>	3
2.1.2 <u>Leguminosas invernales anuales</u>	4
2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES A EVALUAR	5
2.2.1 <u><i>Lolium multitorum</i> (diploide y tetraploide)</u>	5
2.2.2 <u><i>Trifolium vesiculosum</i></u>	6
2.2.3 <u><i>Trifolium resupinatum</i></u>	8
2.3 ASPECTOS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE FORRAJE	9
2.3.1 <u>Aspectos morfológicos</u>	10
2.3.2 <u>Aspectos fisiológicos</u>	11
2.3.3 <u>Aspectos morfogénéticos</u>	13
2.3.3.1 Tasa de aparición de hojas (TAH).....	15
2.3.3.2 Tasa de elongación foliar (TEF)	16
2.3.3.3 Vida media foliar	17
2.3.4 <u>Efecto de los factores ambientales sobre los procesos morfogenéticos y las variables estructurales de la pastura</u>	18
2.3.4.1. Efecto de la temperatura	18
2.3.4.2. Efecto de la calidad y cantidad de luz	20
2.3.4.3. Efecto del agua sobre la expansión foliar.....	21
2.3.4.4 Efecto del enmalezamiento sobre la pastura	21
2.3.5 <u>Efecto del pastoreo sobre las variables morfogénéticas</u>	23

2.3.5.1 Efecto del pastoreo sobre la tasa de aparición de hojas.....	24
2.3.5.2 Efecto del pastoreo sobre la tasa de elongación foliar	24
2.3.5.3 Efecto del pastoreo sobre la vida media foliar.....	25
2.3.6 <u>Efecto del pastoreo sobre las características estructurales</u>	25
2.4 ESTRUCTURA VERTICAL DE LA PASTURA.....	27
2.4.1 <u>Distribución vertical de la pasturas</u>	27
2.4.2 <u>Factores que afectan la estructura vertical del tapiz</u>	28
2.4.2.1 Tipo de pastura	28
2.4.2.2 Estación del año.....	28
2.4.2.3 Edad de la pastura	29
2.4.2.4 Manejo del pastoreo.....	29
2.4.2.5 Selección animal	31
2.5 COMPOSICIÓN BOTÁNICA	32
2.5.1 <u>Factores que afectan la composición botánica del tapiz</u>	33
2.5.1.1 Manejo del pastoreo.....	33
2.6 SELECCIÓN ANIMAL.....	35
2.7 FERTILIZACIÓN NITROGENADA.....	36
2.7.1 <u>Importancia de nitrógeno</u>	36
2.7.2 <u>Momento de aplicación</u>	38
2.7.3 <u>Efecto del nitrógeno en la composición botánica</u>	38
2.7.4 <u>Efecto del nitrógeno sobre la fijación biológica</u>	40
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	41
3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES	41
3.1.1 <u>Lugar y período experimental</u>	41
3.1.2 <u>Descripción del sitio experimental</u>	41
3.1.3 <u>Antecedentes del área experimental</u>	41
3.1.4 <u>Tratamientos</u>	42
3.1.5. <u>Diseño experimental</u>	42

3.2 MEDICIONES REALIZADAS.....	43
3.2.1 <u>Determinación de la estructura vertical y composición botánica</u>	43
3.2.2 <u>Biomasa disponible</u>	44
3.3 HIPÓTESIS	44
3.3.1 <u>Hipótesis biológica</u>	44
3.3.2. <u>Hipótesis estadística</u>	44
3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	44
3.3.1 <u>Modelo estadístico</u>	44
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	45
4.1 DATOS METEOROLÓGICOS.....	45
4.1.1 <u>Precipitaciones</u>	45
4.1.2 <u>Temperatura</u>	47
4.2 ESTRUCTURA DE LA PASTURA.....	50
4.2.1 <u>Gramíneas</u>	53
4.2.1.1 Láminas.....	53
4.2.1.2 Vainas	55
4.2.2 <u>Leguminosas</u>	56
4.2.2.1 Pecíolos	56
4.2.2.2 Folíolos.....	59
4.2.3 <u>Restos secos</u>	60
4.2.4 <u>Malezas</u>	61
4.3 EFECTO MEZCLA Y NITRÓGENO SOBRE LAS FRACCIONES DEL DISPONIBLE DE LAS ESPECIES SEMBRADAS EN PASTOREO	63
4.3.1 <u>Gramíneas</u>	63
4.3.1.1 Mezcla.....	63
4.3.1.2 Nitrógeno.....	65
4.3.2 <u>Leguminosas</u>	66
4.3.2.1 Nitrógeno.....	66

4.4 EFECTO MEZCLA Y NITRÓGENO SOBRE EL DISPONIBLE DE MALEZAS Y RESTOS SECOS EN PASTOREO	68
4.4.1 <u>Malezas y restos secos</u>	68
4.4.1.1 Mezcla.....	68
4.4.1.2 Nitrógeno.....	70
4.5 EVOLUCIÓN DE LAS DIFERENTES FRACCIONES A TRAVÉS DEL TIEMPO.....	72
4.5.1 <u>Gramíneas</u>	72
4.5.1.1 Invierno	72
4.5.1.2 Primavera.....	74
4.5.2 <u>Leguminosas</u>	76
4.5.2.1 Invierno	76
4.5.2.2 Primavera.....	77
4.5.3 <u>Malezas y restos secos</u>	78
4.5.3.1 Invierno	79
4.5.3.2 Primavera.....	80
5. <u>CONCLUSIONES</u>	83
6. <u>RESUMEN</u>	84
7. <u>SUMMARY</u>	84
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	86
9. <u>ANEXOS</u>	96

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Efecto de la mezcla sobre las gramíneas en invierno.....	63
2. Efecto de la mezcla sobre las gramíneas en primavera.....	63
3. Efecto del nitrógeno sobre las gramíneas para invierno.....	65
4. Efecto del nitrógeno sobre las gramíneas para primavera.....	65
5. Efecto del nitrógeno sobre las leguminosas en invierno.....	66
6. Efecto del nitrógeno sobre las leguminosas en primavera.....	66
7. Efecto de la mezcla sobre malezas y restos secos en invierno.....	68
8. Efecto de la mezcla sobre malezas y restos secos en primavera.....	68
9. Efecto del nitrógeno sobre malezas y restos secos en invierno.....	70
10. Efecto del nitrógeno sobre malezas y restos secos en primavera.....	70
Figura No.	
1. Mapa del diseño experimental.....	43
2. Registro de precipitaciones mensuales para el año en estudio y para el registro histórico.....	46
3. Registro de temperaturas medias, máximas y mínimas para el período en estudio, comparadas con la temperatura media del	

promedio histórico.....	48
4. Precipitaciones mensuales, ET: evapotranspiración y balance hídrico para el período en estudio.....	49
5. Distribución en Kg/ha de materia seca de forraje por estratos de la pastura según composición botánica y fertilización para invierno.....	51
6. Distribución en Kg/ha de materia seca de forraje por estratos de la pastura según composición botánica y fertilización para primavera.....	52
7. Disponibilidad en Kg/ha de materia seca del componente lámina en el estrato de 0-5 cm y >5 cm, para los cuatro tratamientos realizados, en invierno y primavera conjuntamente.....	53
8. Disponibilidad en Kg/ha de materia seca del componente vaina en el estrato de 0-5 cm y >5 cm, para los cuatro tratamientos realizados, en invierno y primavera conjuntamente.....	55
9. Disponibilidad en Kg/ha de materia seca del componente pecíolo en el estrato de 0-5 cm y >5 cm, para los tratamientos realizados, en invierno y primavera.....	57
10. Disponibilidad en Kg/ha de materia seca del componente folíolo en el estrato de 0-5 cm y >5 cm, para los tratamientos realizados, en invierno y primavera.....	59
11. Disponibilidad en Kg/ha de materia seca de componente restos secos en el estrato de 0-5 cm y >5 cm, para los cuatro tratamientos realizados.....	60
12. Disponibilidad en kg/ha de materia seca del componente maleza en el estrato de 0-5 cm para los cuatro tratamientos realizados en invierno y primavera.....	61
13. Evolución a través del tiempo de los componentes vainas y lámina en kg MS/ha durante el pastoreo para los cuatro tratamientos analizados en invierno.....	72
14. Evolución a través del tiempo de los componentes vainas y lámina en kg MS/ha durante el pastoreo para los cuatro tratamientos analizados en primavera.....	74

15. Evolución a través del tiempo de los componentes pecíolo y folíolo en kg MS/ha durante el pastoreo para los tratamientos analizados en invierno.....	76
16. Evolución a través del tiempo de los componentes pecíolo y folíolos en kg MS/ha durante el pastoreo para los tratamientos analizados en primavera.....	77
17. Evolución a través del tiempo de los componentes malezas y restos secos en kg MS/ha durante el pastoreo para los cuatro tratamientos analizados en invierno.....	79
18. Evolución a través del tiempo de los componentes malezas y restos secos en kg MS/ha durante el pastoreo para los cuatro tratamientos analizados en primavera.....	81

1. INTRODUCCIÓN

La siembra de verdeos invernales anuales surgió como forma de levantar la restricción que presentan las pasturas naturales y convencionales, en otoño e invierno, debido a que el lento crecimiento otoñal y las bajas temperaturas de invierno, determinan escasez de forraje. Por lo cual, el verdeo invernal es una alternativa de mayor producción en estas estaciones, intentando suplir las deficiencias.

La siembra de éstos, es esencial para cubrir dichas deficiencias en su estación de crecimiento, ya que se caracterizan por producir en un período corto de tiempo, un alto volumen de forraje de buena calidad.

A través de los años, han cumplido un rol fundamental, últimamente con la intensificación ganadera, las deficiencias hídricas y las altas temperaturas estivales han determinado que su importancia haya aumentado considerablemente, debido a que varias veces pasan a ser la única alternativa en el otoño.

Una limitante de estos verdeos es que se deben amortizar en un año, debido a su estrecho período de utilización, frente a otras alternativas de más larga duración, estos se vuelven “costosos”. Por esto se considera imprescindible conocer acerca del crecimiento de las plantas para un adecuado manejo del pastoreo (Carámbula, 2002a).

Lo mencionado anteriormente se encuentra estrechamente relacionado con ciertos factores de manejo, los cuales determinan el comportamiento, y por ende la estructura de las especies sembradas. Una característica importante de la pastura es la estructura, debido a que determina la forma que el animal encuentra disponible el alimento, influyendo en la posibilidad de cosecha durante el pastoreo.

El presente trabajo se planteó con el objetivo de determinar el efecto del nitrógeno sobre la estructura y composición botánica de un verdeo puro de *Lolium multiflorum* y de un verdeo mezcla de *Lolium multiflorum*, *Trifolium vesiculosum* y *Trifolium resupinatum*. Se determinará si existen diferencias en estructura según mezcla forrajera, el nivel de nitrógeno y la interacción entre ambos sobre la distribución de la biomasa aérea de la pastura, para poder estudiar la estructura y composición botánica de la pastura sembrada.

La importancia de este trabajo radica en realizar una evaluación de las principales variables que contribuyen a la estructura de la pastura, y como en los distintos tratamientos las mismas se ven modificadas, con el objetivo de explicar el desempeño animal.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS ESPECIES SEMBRADAS

Los cultivos anuales forrajeros se denominan verdeos, contribuyen a la producción de materia seca. Su misión es la entrega de forraje cuando las especies perennes bajan su productividad, es decir en épocas críticas como invierno y verano (Carámbula, 2002a).

Dichos cultivos presentan fácil implantación y manejo, consiguiendo en un período corto de tiempo, cosechas de alta productividad. Para obtener una buena rentabilidad, estos verdeos deberán ofrecer rendimientos elevados de materia seca de buena calidad cuando las pasturas cultivadas no sean capaces de cubrir los requerimientos de los animales. Por esto se considera imprescindible conocer acerca del crecimiento de las plantas para su adecuado manejo del pastoreo (Carámbula, 2002a).

Un aspecto negativo a considerar es que presentan un costo de instalación alto, incluso superior al costo de pasturas cultivadas, ya que la últimas se amortizan en la duración de la pastura (Carámbula, 2002a).

2.1.1 Gramíneas invernales anuales

Estas especies presentan un crecimiento más lento al comienzo del ciclo que los cereales pero éste finaliza siendo más longevo, además no muestran dificultades a la hora de implantarse (Carámbula, 2002a).

La mayor entrega de forraje se contabiliza en primavera a pesar de que la producción se efectúa en invierno, exigiendo una cuidadosa administración del forraje y del pastoreo (Carámbula, 2002a).

Dichas especies anuales, presentan una eficiencia mayor en el uso del nitrógeno que los cereales (respuesta superior). Los mejores resultados durante la etapa de pastoreo directo se obtienen con pastoreos discontinuos (Agnusdei et al., 1998).

Las fechas de siembras tempranas en otoño podrían reducir el desarrollo del sistema radicular, pero al ir disminuyendo la temperatura del suelo y aumentando la disponibilidad de agua a medida que avanza la estación otoño-invierno se les permite crecer, extenderse y estar activos. Se recomiendan estas fechas de siembra con el fin de disponer de forraje lo más

temprano posible. Si estas fechas se atrasan los suelos comienzan a presentar menos oxígeno por la saturación de agua precedente (Carámbula, 2002b).

La situación antes mencionada, genera una disminución de la producción de forraje debido a la alteración parte aérea- raíz que se provoca, generando posible déficit hídrico a medida que avanza la primavera. En cultivares tardíos los efectos negativos se hacen más evidentes, demandan mayores volúmenes de agua en etapas como el alargamiento de entrenudos y la formación de las inflorescencias (Carámbula, 2002b).

Para obtener tasas elevadas de crecimiento diario y además concretar exitosamente el proceso de floración se debe realizar la siembra en la fecha correcta. Logrando así volúmenes importantes de materia seca de elevada calidad (Carámbula, 2002b).

2.1.2 Leguminosas invernales anuales

El origen de la gran mayoría de estas especies es, según Carámbula (2002a), la cuenca del Mediterráneo, desde allí emigraron hacia regiones de invierno templado, es decir de climas con características similares.

Las leguminosas anuales proveen nitrógeno al suelo, éste nutriente es necesario para su desarrollo. El nitrógeno podrá ser utilizado por las gramíneas, permitiendo ahorro energético. Producen forraje de buena calidad proteica (Carámbula, 2002a).

La habilidad más requerida por una especie anual es la capacidad de regenerarse por resiembra natural y persistir en la pastura, los rendimientos excelentes excluyen a la especie sino presenta la habilidad anteriormente mencionada (Carámbula, 2002a).

Además de la resiembra natural, estas especies deben presentar otras características como dureza seminal y/o latencias o letargo embrionario. Ante una semilla con dureza seminal, no germinan debido a que el pericarpio impide la absorción del agua, por lo tanto la misma no entra a la semilla. En el caso de presentar latencia, si están completamente embebidas en agua no logran germinar a la falta de madurez del embrión, la misma dura unos meses y frente a condiciones ambientales desfavorables, evita la germinación temprana (Quinlivan, citado por Carámbula, 2002b).

La permanencia de las leguminosas anuales en las pasturas depende fundamentalmente de la semillazón, resiembra natural y germinación al

siguiente otoño, es por esto que es de fundamental importancia de ambos mecanismos (dureza seminal y latencia embrionaria, Carámbula, 2002b).

2.2 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES

La materia seca producida debe permitir obtener del producto final (carne, leche o lana) un alto margen de ganancia para así lograr el éxito en cualquier establecimiento (Carámbula, 2002a).

Los cultivos forrajeros de gran eficiencia se logran con la intervención de diferentes especies que operaban como componentes asociados en el tiempo y en el espacio. Es fundamental obtener forraje de la manera más económica y con prácticas sencillas que promuevan una rentabilidad segura (Carámbula, 2002a).

2.2.1 *Lolium multitorum* (diploide y tetraploide)

Es considerada una especie de origen mediterráneo, está presente en los campos de la región desde el arribo de los primeros colonizadores. Es una gramínea anual invernal C3 con excelentes particularidades lo que dificulta ser superada por otras especies forrajeras (Carámbula, 2002a).

Su hábito de crecimiento es cespitoso, con buena producción de biomasa y buen desarrollo de sus raíces. Logra expresar su mayor producción en suelos fértiles a pesar de que se adapta un amplio rango de suelos. Muestra alto valor nutritivo y muy buena apetecibilidad. Sus rendimientos varían según los niveles de fertilidad del suelo mostrando muy buen aporte de forraje en invierno y primavera (Carámbula, 2002a).

La densidad de siembra recomendada para siembras puras es entre 20 - 30 kg/ha, para mezclas con avena o centeno es entre 10 – 15 kg/ha y para mezclas mixtas con perennes es entre 3 – 5 kg/ha (Carámbula, 2002a).

A medida que se incrementa la fertilidad del suelo, su resiembra se torna sencilla ya que su capacidad de semillazón es buena, además muestra un excelente rebrote con un gran número de macollos. Tiene la capacidad de tolerar pastoreos intensos. En cuanto a pastoreos directo, los raigrases se presentan como plantas rústicas agresivas y muy macolladoras, tolerando el diente del animal y el pisoteo, además dado su activo proceso de macollaje ofrece rebrote rápido (Carámbula, 2002a).

Los cultivares de *Lolium multiflorum* se definen y clasifican, por su nivel de ploidía, diploides y tetraploides, 2n y 4n respectivamente, y además por los requerimientos de frío que presentan para florecer (con y sin requerimientos). De esta manera se generan cuatro grupos distintos, dentro de cada uno de ellos se forma un amplio rango de cultivares con características diferentes debido a la importante variación en los ciclos de crecimiento (Carámbula, 2002a).

Se han creado y desarrollado cultivares tetraploides por el uso de colchicina, por las particularidades positivas que presenta esta especie, dichos cultivares tienen ventajas y desventajas frente a los diploides generándose nuevas opciones de oferta de raigrases. Presencia de ciclos más largos, mayor cantidad de forraje producido en primavera, mayor apetecibilidad al originar mayor contenido de CHO solubles son las primordiales diferencias que presentan los cultivares tetraploides frente a los diploides. No obstante muestran mayor tamaño de semilla que admite un mayor vigor inicial, menor densidad de macollos y macollos de mayores tamaños y erectos, producción de forraje similar, menor resistencia al pastoreo, menor capacidad de semillazón, requerimientos de suelos más fértiles, menor persistencia y resiembra natural (Carámbula, 2002a).

En *Lolium multiflorum* de acuerdo al requerimiento de frío, existe el tipo *multiflorum*, el cual presenta requerimientos de frío para florecer. Si se realizan siembras tardías de invierno y primavera, permanecen en estado vegetativo hasta el siguiente año, siempre que se vean favorecidos por las condiciones de humedad de verano. Existe el tipo *westerwoldicum* que no requiere vernalización y logra florecer con los días largos. Dentro de esta clasificación se ubican los cultivares no alternativos, como INIA Cetus y LE 284 (Carámbula, 2002a).

Para construir praderas tanto de corta como de larga duración, anuales-bianuales y perennes respectivamente, los raigrases son las gramíneas preferenciales por su precocidad en el año de siembra (Carámbula, 2002a).

2.2.2 *Trifolium vesiculosum*

El *Trifolium vesiculosum* se clasifica como una leguminosa anual invernal, muestra hábito de crecimiento erecto. Presenta una importante tolerancia a la sequía y buen vigor inicial. Posee adaptación a suelos arcillosos pero no tolera suelos mal drenados o sujetos a encharcamiento (Carámbula, 2002a).

Su desarrollo radicular se extiende en lo profundo, lo que permite extraer nutrientes y agua en profundidad alargando el período de crecimiento y persistiendo verde por más tiempo que otras leguminosas anuales y las pasturas anuales (Ovalle et al., 2005).

Dicha especie muestra muy buena calidad nutritiva y tiene mayor producción que otros tréboles anuales. Presenta alto potencial de fijación de nitrógeno y buena capacidad de resiembra natural. No tolera pastoreos severos, requiriendo un remanente de al menos 10 cm (Carámbula, 2002a).

Presenta hojas trifoliadas de gran tamaño. Cada folíolo muestra una forma de flecha con una marca grande en forma de "V" en color blanco. Sus semillas presentan un tamaño dos veces superior a la semilla de trébol blanco y sus flores son de color blanco con una leve coloración púrpura (Ovalle et al., 2005).

El trébol vesiculosum presenta gran germinación a temperaturas bajas. Se recomienda una densidad de siembra de 6 a 8 kg/ha y que su siembra se realice con gramíneas mezcla de raigrás o avena para corte o pastoreo y algún otro cereal. Si se realiza la última opción el cultivo deberá ser destinado para producción de semilla o heno (Carámbula, 2002a).

Según Carámbula (2002a), el *Trifolium vesiculosum* surge más comúnmente en el Estado de Río Grande del Sur (Brasil) y al norte de Uruguay.

Su primer crecimiento es lento, particularmente en su año de siembra con producción de forraje tardío, como resultado de que muestra mayores exigencias en fertilidad que otros tréboles como el subterráneo. A la hora de producir forraje a partir de resiembra natural, éste se adelanta, ofreciendo buena producción invernal en consecuencia de una germinación anticipada, rápido proceso de nodulación y una mayor población de semillas, favoreciendo así, el crecimiento temprano en otoño (Carámbula, 2002a).

Muestra su mayor crecimiento de invierno a primavera y se alarga hasta principios de verano. No presenta un adecuado comportamiento en suelos ácidos, de baja fertilidad y con mal drenaje. La resiembra natural es exitosa como resultado de la alta producción de semillas duras (Frame, 2005).

Durante varios meses, los meristemas de crecimiento de *Trifolium vesiculosum* persisten cerca del suelo y fuera del alcance de los animales, esto sucede mientras tanto su hábito de crecimiento sea postrado en forma de roseta. Esto admite pastoreos continuos sin grandes inconvenientes, aún en

inviernos húmedos. En la medida que la temperatura aumente, desarrolla tallos erectos, sin generar inconvenientes en el pastoreo (Carámbula, 2002a).

Puede ser pastoreado cuando los tallos alcanzan 15 – 20 cm de altura, y se debe retirar el ganado cuando éstos miden 10 cm (Carámbula, 2002a).

2.2.3 *Trifolium resupinatum*

Presenta su origen en Europa Central y Sur, el Mediterráneo y sureste de Asia, es conocido como trébol persa. Dentro de las variedades más conocidas, las más productivas son las *ssp.* Majus (INIA, 2012).

Dicha especie es considerada una leguminosa anual invernal o bianual de resiembra natural y con bajos porcentajes de semillas duras. Se genera una buena producción en primavera. Presenta buena adaptación a suelos bajos, húmedos y pesados. Se mantiene verde tolerando a las heladas, pero con un desarrollo más lento frente a bajas temperaturas (INIA, 2012).

El *Trifolium resupinatum* presenta una elevada digestibilidad con altos contenidos de proteína bruta (16-28%). Es una especie muy palatable y puede causar meteorismo (UPNA, s.f.). Presenta raíces robustas y ramificadas, muestra hojas grandes y sus tallos son gruesos y huecos, los mismos pueden medir hasta 90 cm de altura. Su hábito de crecimiento es erecto (INIA, 2012).

Muestra buena respuesta al agregado de fósforo, siendo su potencial máximo con niveles de 14 ppm (Bray I) en el suelo (INIA, 2012).

Según INIA (2012), la densidad de siembra recomendada para verdeos puros es de 6 a 8 Kg/ha, mientras que cuando se realiza mezcla con gramíneas correspondería usar entre 4 y 6 Kg/ha. Con el fin de potenciar el crecimiento en invierno y principios de primavera se recomiendan siembras tempranas de otoño, desde principios de marzo hasta inicios de abril, no obstante, puede sembrarse en otoño invierno, desde marzo incluso hasta agosto. La producción forrajera se deprime con siembras tardías, pero son aplicables si el objetivo es la producción de semillas (INIA, 2012).

En años favorables, otoño no muy severo y primavera húmeda, su potencial puede alcanzar las 10 ttMS/ha/año. En años medios, con siembras tempranas de otoño, suele producir entre 7 y 8 ttMS/ha/año (INIA, 2012).

En el caso de realizar pastoreo, se recomienda la sub. especie *resupinatum*. Con el objetivo de producir semillas y asegurar una resiembra natural, el pastoreo se aconseja diferido (UPNA, s.f.).

Ante eventos de lluvias reiteradas, se generan riesgos de pre germinado de las semillas de las inflorescencias debido a la ausencia de semillas duras (INIA, 2012).

Si se utiliza siembra directa en línea, *Trifolium resupinatum* muestra incrementos en la producción, presenta buena capacidad de implantarse con siembras al voleo en coberturas. De la sub. especie *majus* se utilizan los primeros cortes de la primavera, y al mostrar rápido rebrote, da lugar a 2 o 3 cortes más, siempre dependiendo de las condiciones climáticas (INIA, 2012).

Se considera una nueva alternativa para ser usado como cobertura entre cultivos, en mezclas con o puro, consiguiendo agregar nitrógeno al sistema mediante la fijación biológica de nitrógeno (INIA, 2012).

Con el agregado de *Trifolium resupinatum* a gramíneas como avena/raigrás se logra el alargamiento del ciclo, aumentando así su calidad (INIA, 2012).

2.3 ASPECTOS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE FORRAJE

Los verdeos son cultivos forrajeros anuales, de fácil implantación y manejo, constituyen cosechas de alta productividad en un período corto de tiempo. Los principales factores que afectan sus rendimientos y la distribución son suelo, prácticas culturales, manejos y especies (Carámbula, 2010).

Los verdeos de invierno, si bien producen en invierno, entregan su mayor producción de forraje en primavera, debido a esto se debe realizar una cuidadosa y acertada administración del mismo (Carámbula, 2010).

Las estrategias deben orientarse a optimizar la cosecha del material vegetal antes de que envejezca y se produzca la muerte de la primera hoja totalmente expandida que apareció con posterioridad a la defoliación anterior. Esto es posible evaluando aspectos morfológicos, fisiológicos y morfogenéticos de las especies (Agnusdei et al., 1998).

El término de utilización de pasturas hace referencia al % de forraje que fue consumido por el animal dada una disponibilidad inicial. Para obtener una

eficiente utilización es importante considerar herramientas como el ajuste de la presión de pastoreo (Leaver y Weissbach, citados por Saldanha, 2012).

En general el grado de utilización puede ser elevado, entre 50 y 70% cuando se aplican técnicas de manejo apropiadas (Chiara et al., citados por Carámbula, 2010).

La productividad afecta el crecimiento y posibilidad de utilización del animal, lo cual está dado por la estructura del verdeo. Al definir estrategias de manejo, además de la producción de forraje se deben considerar otras características que afectan la accesibilidad del forraje por parte del animal como la altura de la pastura, la biomasa aérea, biomasa verde y el tamaño de las láminas (Prache y Peyraud, citados por Saldanha, 2012).

2.3.1 Aspectos morfológicos

Para llevar a cabo un correcto manejo de la pastura se deben considerar características de las especies que la integran. Una de estas características cuyo conocimiento es básico, es la altura a la cual se encuentran sus puntos de crecimiento de acuerdo con la especie, las diferentes épocas de año y el hábito de crecimiento (Carámbula, 1977).

Estos aspectos están asociados con el número de entrenudos ubicados por debajo del nivel del suelo. Cuantos más números de entrenudos presente, mayor será el tiempo en que los puntos de crecimiento sean elevados, una vez que sobrepasen los 2,5 cm quedan expuestos a ser eliminados por pastoreos o cortes (Booyesen et al., Tainton y Scott, Branson, Aitken, Vogel, citados por Carámbula, 1977).

Debido a esto es que las plantas podrán mostrar un comportamiento diferente a la defoliación según la altura con la que se realice el pastoreo (Carámbula, 1977).

2.3.2 Aspectos fisiológicos

Es fundamental conocer, para el manejo de las pasturas, el momento en que se produce el alargamiento de los entrenudos de las macollas, y se da la transformación de los puntos de crecimiento de vegetativo a reproductivo, influenciado por el medio ambiente y el genotipo. En este momento los mismos se encuentran generalmente por encima del nivel del suelo, lo que los vuelve susceptibles a cortes y pastoreos (Carámbula, 1977).

El agua, la disponibilidad de nutrientes y fundamentalmente el grado de explotación que realice la pastura de la radiación solar a través de sus hojas, es la capacidad que posee para producir materia seca (Carámbula, 1977).

El comportamiento de las diferentes especies se ve afectado de manera contundente por las sustancias de reservas y el área foliar, las cuales están fuertemente relacionadas entre sí, ya que el proceso de fotosíntesis afecta la acumulación de reservas y a su vez la superficie foliar de las plantas (Carámbula, 1977).

Luego de que una macolla ha sido defoliada o ha pasado por un período de latencia se da el rebrote, éste como se mencionó anteriormente depende del área foliar y de las sustancias de reservas como azúcares y almidón (Weinmann, citado por Carámbula, 1977).

Del total de productos generados por la fotosíntesis, una parte se utiliza para satisfacer los requerimientos de respiración, otra para el crecimiento de los órganos y lo que exceda se almacena como sustancias de reservas sin propósitos previamente definidos (Carámbula, 1977).

Para un adecuado manejo de las pasturas y considerando su principal objetivo, además de lo mencionado anteriormente, se debe considerar aspectos fisiológicos con el fin de maximizar la producción de proteína y materia seca digestible por hectárea y por estación de crecimiento, de las plantas defoliadas por pastoreos (Agnusdei et al., 1998).

La velocidad de macollaje difiere entre las especies forrajeras, dependiendo del número necesario de hojas que requiere desarrollar la plántula antes de comenzar dicho proceso (Carámbula, 1977).

Además, con la aparición de nuevas hojas, se produce el desarrollo de las macollas individuales, las cuales se encuentran en emergencia constante dependiendo de las condiciones ambientales; su velocidad de aparición será mayor en la medida que las plantas crezcan en ambientes bien iluminados, con un nivel importante de nutrientes y a temperaturas apropiadas (Mitchell, Anslow, citados por Carámbula, 1977).

El grado de susceptibilidad de las plantas a diferentes intensidades y época de pastoreo será en función del alargamiento de los entrenudos, destacándose su importancia en el manejo de las especies. En las gramíneas, este evento transcurre en un período cercano a floración y en él se observan las

mayores velocidades de producción de forraje. En la mayoría de las leguminosas este proceso se produce previo a la floración (Carámbula, 1977).

La velocidad de producción de macollos, así como la velocidad de crecimiento de macollos individuales influyen en la velocidad de crecimiento de la pastura. Luego de la diferenciación del ápice reproductivo, la velocidad que predomina, en la mayoría de los casos, es la velocidad de crecimiento de las macollas individuales. Lo que indica que cuando hay una alta proporción de macollas alargándose, la velocidad de producción de materia seca digestible por hectárea se maximiza (Milthorpe y Davison, Langer, Carámbula, citados por Otegui, 1978).

La superficie foliar remanente es la responsable en forma directa del crecimiento luego de una defoliación. Dicha superficie se determina por el tipo de crecimiento de la especie, erecto o rastrero y por la intensidad de la defoliación. A mayor área foliar remanente, mayor será la velocidad de recuperación debido al restablecimiento de la actividad fotosintética (Carámbula, 1977).

Para un óptimo rebrote es necesario que se respete un período de descanso suficiente que permita recuperar un nivel apropiado de reservas, con el fin de asegurar la movilización de productos de metabolismo para el posterior rebrote a partir de las partes remanente. Si se disminuyen en forma excesiva las reservas, por defoliación intensa y en forma frecuente, puede causar efectos depresivos sobre la producción de hojas de cada macolla afectando el proceso de macollaje, el rebrote será más lento y se traducirá en menor rendimiento (Carámbula, 1977).

Otro efecto del sobrepastoreo y no menos importante es la reducción considerable en los sistemas radiculares (Troughton, citado por Carámbula, 1977).

Briske (1996) estudió en respuesta a la defoliación de plantas cespitosas, como se produce la movilización de sustancias en su interior. La respuesta encontrada se basó en el transporte de carbohidratos solubles y nitrógeno desde los macollos no defoliados hacia los defoliados. Cuando el macollo defoliado se encontró en el período inicial de rebrote el transporte fue constante, y se atenuó cuando el macollo alcanzó una altura entre 9 y 29 cm.

Briske (1996) concluyó que la importación de carbohidratos y nitrógeno aumentó 200% en respuesta a la defoliación en comparación con los macollos intactos. Este incremento en la importación de carbohidratos, nitrógeno y

probablemente otros nutrientes hacia macollos defoliados, puede beneficiar la habilidad del macollo para sobrevivir y rebrotar luego de cada pastoreo.

De acuerdo al hábito de pastoreo del animal (lanar o vacuno) y al hábito de crecimiento, postrado o erecto, de las gramíneas es factible encontrar diferencias frente a una misma defoliación (Millot et al., 1987).

En leguminosas generalmente los rebrotes se dan desde la corona de las raíces (lotus, alfalfa, trébol rojo) o estolones (trébol blanco), en contraste con las gramíneas, en las primeras los mecanismos de rebrotes son similares según el hábito de la especie. En leguminosas los tallos pueden contribuir al igual que las hojas en el rebrote, si están verdes y son capaces de fotosintetizar teniendo una menor relación superficie-peso (Carámbula, 1977).

La cantidad de sustancias de reservas se ven disminuidas en consecuencia de la defoliación, afectando el ritmo de producción de raíces, debido a que cuando las plantas son sobre pastoreadas se produce una reducción considerable en los sistemas radiculares (Carámbula 1977, García 1977).

2.3.3 Aspectos morfogénéticos

La acumulación de biomasa y la respuesta de una pastura a la defoliación dependerán de los procesos que les ocurran a los macollos que integran las plantas, ya que una pastura está formada por una población de plantas (Agnusdei et al., 1998).

El macollo individual, en cubiertas herbáceas, representa la unidad morfológica y funcional de gramíneas forrajeras (Agnusdei et al., 1998).

El cambio estructural (formación, expansión y muerte de órganos) que experimenta un organismo durante su desarrollo se denomina morfogénesis (Agnusdei et al., 1998).

Los cambios de estructura que experimentan los macollos en el transcurso de su desarrollo están mayoritariamente determinados por variables morfogénéticas como la tasa de elongación de hojas, la tasa de aparición de hojas y la vida media foliar. Determinando también la recuperación de la pastura luego del pastoreo. Estos constituyen los procesos morfogénéticos básicos que definen la estructura de la pastura (Mazzanti et al. 1994, Cauduro et al. 2006).

El crecimiento del forraje está determinado por procesos morfogénicos de las plantas, factores tales como variación en la frecuencia, intensidad y momento del pastoreo, y factores ambientales como fotoperíodo, temperatura, calidad de la luz, disponibilidad de humedad y nutrición mineral (Frame 1982, Agnusdei et al. 1998).

En conclusión el conjunto de variables morfogénicas inciden en las características estructurales de la pastura, entre ellas resaltan la densidad poblacional de macollos, el número de hojas vivas por macollo y el tamaño final de la hoja (Cauduro et al., 2006).

- densidad de macollos: se encuentra parcialmente relacionado con la tasa de aparición de hojas y determina el número potencial de sitios para la aparición de nuevos macollos. De esta manera, las pasturas con mayor densidad de macollos se corresponden con genotipos con alta tasa de aparición de hojas debido a que presentan alto potencial de macollaje, con respecto a una pastura con menor tasa de aparición de hojas (Cauduro et al., 2006).

En los tapices pastoreados la densidad de macollos resulta de un equilibrio entre la tasa de aparición de hojas y la muerte de macollos (Cauduro et al., 2006).

En pasturas densas, cuando el IAF de las mismas es bajo, es cuando se alcanza la tasa potencial de aparición de macollos, por tanto mientras el IAF se desarrolla, la tasa de aparición de macollos disminuye, y se detiene para valores de IAF mayores de 3-4 (Simon y Lemaire, 1987).

La muerte de macollos puede atribuirse a diferentes causas, una de ellas es la remoción de ápices por el pastoreo animal, en pasturas en estado reproductivo este punto es muy importante debido a que los ápices se encuentran elevados sobre el suelo. En pasturas densas, otro motivo de la muerte de macollos se debe al sombreado de las plantas ya que si se encuentran sombreadas más materia seca es particionada para el crecimiento de macollos existentes y menos para el desarrollo de nuevos macollos. El régimen de defoliación controla dicho equilibrio, el cual determina la evolución del IAF, factor clave en gobernar la aparición y muerte de macollos (Lemaire y Chapman, 1996).

- número de hojas vivas por macollo: es el producto de la tasa de alargamiento foliar por la vida media foliar (Gottscall et al., 1998). La planta no acumula mayor cantidad de material foliar una vez alcanzado el número

máximo de hojas vivas por macollo porque mientras aparece una nueva hoja, la más vieja comienza a morir (Agnusdei et al., 1998).

- tamaño de hojas: la relación entre la tasa de aparición de hojas y la tasa de elongación determina el tamaño de hojas. En especies con baja TAH y larga vida media foliar se espera muestren mayor capacidad de llegar al rendimiento potencial debido a que se espera acumulen hojas de mayor tamaño (Lemaire y Agnusdei, 1990).

El índice de área foliar está definida en conjunto por estos tres componentes de la estructura de la pastura (Agnusdei et al., 1998), además definen las características del perfil (Chapman y Lemaire, 1993), que a su vez interfieren en la forma como el forraje es ofrecido a los animales.

2.3.3.1 Tasa de aparición de hojas (TAH)

La tasa de aparición foliar expresa la tasa a la cual las nuevas hojas se producen, éste es un factor aproximadamente constante para cada especie cuando se expresa en términos de grados días sobre un crecimiento con una temperatura base determinada (Lemaire y Agnusdei, 1990).

Sin limitaciones nutricionales e hídricas, el tallo principal produce las hojas con un ritmo determinado genéticamente, éste depende de la acción de la temperatura ambiente sobre el meristema apical (Peacock, 1975).

La tasa de aparición de hojas actúa directamente sobre cada uno de los tres componentes de la estructura de la pastura.

En la tasa de aparición de hojas, existen variaciones interespecíficas que determinan grandes diferencias en la estructura de la pastura por su efecto en densidad y tamaño de macollos (Gottscall et al., 1998).

La densidad de macollos, una de las tres características de la pastura se encuentra muy relacionada con la tasa de aparición de hojas y por tanto con el proceso de macollaje, debido a que cada hoja producida presenta yemas axilares capaces de originar nuevos macollos con idénticas características al macollo que le dio origen. Por lo mencionado anteriormente una única planta es capaz de presentar varias generaciones de macollos. La formación de hojas con el tallo principal se encuentra altamente sincronizada con la producción de nuevos módulos y de sus hojas, lo cual determina que el surgimiento de nuevos módulos sea altamente predecible. De esta forma la velocidad de emisión de

hojas (pues en cada hoja formada se genera una yema axilar) determina el potencial del macollaje de un genotipo (Nabinger, 1996).

El potencial de macollaje de un genotipo y el tamaño de las hojas, están determinado por la velocidad de emisión de hojas, y a su vez el período de alargamiento de una hoja es inversamente a la velocidad en que se elonga, siempre en condiciones de crecimiento no limitante. De este modo los genotipos que presentan alta velocidad de aparición de hojas poseen numerosos macollos de hojas pequeñas. La paralización del macollaje en estas especies o genotipo, se atribuye al auto-sombreado sobre un número importante de macollos. La velocidad de aparición de hojas es por tanto en gran medida la determinante de la estructura de una pastura, dicha velocidad aparece como una característica genotípica esencial de la morfogénesis la cual requiere ser conocida para cada genotipo y así poder concluir su potencial de macollaje. Por lo tanto, si la tasa de elongación foliar cambia ante cualquier efecto como intensidad o frecuencia del pastoreo, se verá afectada la velocidad de emisión de hojas y consecuentemente la velocidad de aparición de yemas y el origen de sus correspondientes macollos (Nabinger, 1996).

2.3.3.2 Tasa de elongación foliar (TEF)

Expresa el incremento en el largo individual de las hojas por día (mm por día). El meristemo apical percibe y responde a diferencias en la temperatura (Gastal et al., 1992).

La división celular, número de células que maduran por día, y la elongación celular, cambio en el largo de las células, que ocurre entre la producción, la división y la maduración, son dos características que modifican la tasa de elongación celular. La TEF también puede medirse como el incremento en el largo foliar por unidad de incremento térmico (mm/grados Celsius, Gastal et al., 1992).

2.3.3.3 Vida media foliar

Se define como el período que abarca la aparición de la hoja y el comienzo de su senescencia, por lo que se considera un parámetro morfológico determinante entre el flujo de crecimiento y el flujo de senescencia (Agnusdei et al., 1998)

La temperatura influye en la vida media de las hojas y por tanto en su senescencia, por lo que se determina un equilibrio entre la TAH y la senescencia de las hojas cuando el macollo alcanza su número máximo de hojas vivas (Agnusdei et al., 1998).

El techo potencial de rendimiento de la especie (cantidad máxima de material vivo por superficie) está indicado por esta variable morfogénica (vida media foliar), además determina la frecuencia de pastoreo en pastoreo rotativo o la intensidad de pastoreo continuo debido a que determina la duración del intervalo corte-inicio de la senescencia foliar, durante la cual se puede aceptar que la productividad cosechable es igual a la productividad bruta aproximadamente (Gottscall et al., 1998).

Las especies que deben ser pastoreadas más frecuentemente son las que presentan una vida media corta, tienen un recambio foliar más rápido (por ejemplo raigrás perenne) en comparación con las especies que presentan mayor vida media foliar (Agnusdei et al., 1998).

Como se mencionó una de las características estructurales es el número máximo de hojas vivas por macollo, siendo una constante genotípica relativamente independiente de la temperatura pero muy relacionada con la vida media foliar. Esto indica que la temperatura sobre la velocidad de aparición de hojas y sobre la duración de vida presenta relación relativamente constante, es decir que el aumento en la velocidad de aparición de hojas se relaciona con una reducción equivalente en su duración. Esto no implica que cada macollo presente igual número de hojas debido a que los mecanismos de senescencia foliar, ante ciertas situaciones como por ejemplo déficit de nitrógeno o hídrico podrían ser relativamente apresurados independientemente de los mecanismos de crecimiento foliar, lo cual podría conllevar a un ligero cambio en el número máximo de hojas por macollo (Nabinger, 1996).

Las diferencias de acumulación de tejido verde foliar entre las especies y entre estaciones puede caracterizarse mediante la vida media foliar.

Las hojas producidas al comienzo del período de rebrote, son en general más chicas que las producidas de forma sucesiva, por lo tanto son las primeras en morir. En términos de flujo de masa, la tasa de senescencia de hojas se retrasa con respecto a la producción de nuevos tejidos (Robson et al., 1988). Cuando el tamaño de las hojas tiene a volverse constante comienza a desaparecer la diferencia en senescencia.

A pesar de la sincronía, no siempre es constante el número de hojas por macollo. Factores como el estrés nutricional o hídrico (fundamentalmente el de nitrógeno) pueden aumentar el proceso de senescencia, independientemente de los mecanismos de crecimiento foliar, modificando en el macollo el número máximo de hojas (Azanza et al., 2004).

2.3.4 Efecto de los factores ambientales sobre los procesos morfogénéticos y las variables estructurales de la pastura

El crecimiento y desarrollo de las plantas se ven afectadas por factores abióticos como la temperatura, la luz, la disponibilidad de agua y los nutrientes. Dependiendo de las características de estos factores, los efectos pueden ser positivos o negativos. Los requerimientos de las plantas se ven definidos por el balance entre los efectos positivos y negativos. Dichos requerimientos pueden ser substituidos en los procesos de asimilación, mayoritariamente a través de la fotosíntesis (Agnusdei et al., 1998).

La morfogénesis de las plantas se ve modificada en diferentes condiciones con la información que captan las mismas del ambiente. La temperatura, es uno de los factores involucrados, causando una respuesta instantánea, siendo el principal regulador del programa morfogénético (Agnusdei et al., 1998).

2.3.4.1. Efecto de la temperatura

A nivel de campo, el hombre no puede tomar control sobre ciertos factores del ambiente, como la temperatura y la radiación solar. La base de condiciones para el crecimiento de la pastura, se encuentra definida por estos factores, pero el principal es la temperatura, siendo ésta una determinante de la producción de biomasa aérea (Anslow y Green, 1967).

La morfogénesis (crecimiento y desarrollo) presenta una notoria respuesta al incremento de la temperatura. La dinámica de generación de tejido foliar de las plantas y por tanto su adaptación a la defoliación, se explica por este factor. Adquiriendo efectos directos sobre la morfogénesis, especialmente en la tasa de aparición de hojas, la tasa de elongación foliar y la senescencia foliar (Thomas y Norris, 1981).

En las estaciones de otoño e invierno, la longitud de la hoja tiende a ser menor. Esto se debe a la disminución de la temperatura en estas estaciones, luego en primavera y verano se incrementa progresivamente. La producción de tejido aéreo estacional, es quien refleja la rápida respuesta de la tasa de

elongación de hojas que existe frente a los cambios de temperatura y su acumulación. Esta respuesta inmediata ante estos cambios, no sucede en la tasa de senescencia promedio, ésta depende de la cantidad de hojas producidas con una vida media foliar dada anteriormente (Agnusdei, 1999)

En otoño, cuando la temperatura desciende, la cantidad de tejido foliar que muere es mayor al que se genera, produciendo un balance negativo entre crecimiento y senescencia, desciende la eficiencia de utilización de forraje. La baja eficiencia se acentúa en invierno debido a que las hojas producidas en otoño mueren y son reemplazadas por hojas de menor tamaño, generadas a menores temperaturas. Esto se revierte cuando la temperatura se incrementa (primavera), el balance se vuelve positivo, hay más crecimiento que senescencia, y se adquiere una alta eficiencia de utilización (Agnusdei, 1999).

La tasa de elongación foliar y largo final de hoja, aumenta por el incremento de la temperatura, provocando aumentos en la tasa de crecimiento de la pastura sin modificar la senescencia, produciendo un mejor balance entre flujos de tejidos (Agnusdei, 1999).

Tanto la tasa de aparición foliar (TAF) como la tasa de elongación foliar (TAF), presentan una relación proporcionalmente directa con la temperatura. No obstante a igual temperatura y en situaciones de nitrógeno no limitante, la tasa de elongación de primavera es mayor que la de otoño (García y Mazzanti, 1993).

En diferentes estudios, las relaciones entre la TEF y la temperatura se representan como lineales o exponenciales. Lemaire y Chapman (1996) sostienen que, en un rango de temperatura promedio de 0 a 12°C las respuestas halladas en la tasa de elongación foliar es de carácter exponencial, mientras que para temperaturas de 12 a 20-25°C la respuesta es lineal. Agnusdei (1999) refiere a una respuesta aproximadamente exponencial de 12 a 20°C para especies de tipo C4 y de 5 a 17°C para especies C3.

A fin de comprender la evolución estacional de forraje, explicada por el balance entre crecimiento y senescencia, es importante conocer el efecto que genera la temperatura sobre las variables morfogénicas, obteniendo como resultado la cantidad de forraje cosechable de una pastura (Agnusdei et al., 1998).

2.3.4.2. Efecto de la calidad y cantidad de luz

La estación del año y la latitud geográfica, son variables que afectan la intensidad de la luz, pero la capacidad de las plantas de interceptarlas es dependiente de su hábito de crecimiento, de la manera en que se orientan las hojas, del ángulo de incidencia de la luz y de la transmisión de la luz a través de su trama de vegetación (Carámbula, 2002b).

Agnusdei et al. (1998) afirman que la calidad de la luz incidente sobre una pastura, se ve modificada por el índice de área foliar y la forma de intercepción, generando cambios en la estructura (tamaño y densidad de macollos) como resultado a una variación de las principales variables morfogenéticas (TAF Y TEF).

A medida que se realizan cortes o defoliaciones, aumenta la relación R/RL. Las plantas son quienes perciben la diferencia entre esta relación ya que alteran el estado de equilibrio del fitocromo, produciéndose cambios morfológicos (Casal et al., 1984).

Deregibus et al., Casal et al., citados por Agnusdei et al. (1998) sostienen que ante una baja intensidad de luz y una baja relación R/RL existen tres principales respuestas, son la reducción del macollaje, provocando una menor aparición de hojas nuevas, una mayor asignación de recursos a la parte aérea y la elongación de los órganos aéreos presentes en la planta. Como consecuencia se obtiene una pastura con menor densidad (menor número de macollos), con macollos de mayor tamaño y ante situaciones de sombreado prolongado, hay menor desarrollo raíces, con mayor susceptibilidad al pastoreo y déficit hídrico.

Según Bradshaw, citado por Agnusdei et al. (1998) el efecto de la calidad y cantidad de luz, provocan cambios en la morfología de las plantas, relacionados a respuestas de plasticidad fenotípica que las mismas han desarrollado. Ante esta situación, el pastoreo se considera un importante regulador de la estructura morfológica de las pasturas, debido a que regula el impacto lumínico. En pasturas de estructuras contrastantes, se podría obtener una producción de biomasa por unidad de área parecida, manejando diferentes presiones de pastoreo permitiendo compensar entre el tamaño y número de macollos (Agnusdei et al., 1998).

2.3.4.3. Efecto del agua sobre la expansión foliar

En situaciones de agua limitante, genera efectos directos en los demás factores que afectan el crecimiento y desarrollo vegetal. Las precipitaciones, la profundidad y textura del suelo son quienes determinan la disponibilidad de agua (Carámbula, 1998).

Las plantas son capaces de reaccionar ante el déficit hídrico, provocando modificaciones en su morfología y fisiología con intención de reducir las pérdidas de agua y optimizar la utilización (Passioura, citado por Agnusdei et al., 1998). El déficit hídrico afecta negativamente el proceso de expansión foliar.

Tumer y Begg, citados por Agnusdei et al. (1998) sostienen que se obtiene un menor tamaño final de hojas en condiciones de déficit hídrico, esto se debe a que generalmente la elongación celular se ve más afectada que la división celular, afectando negativamente la elongación de las hojas. Se ha observado que el número de hojas vivas por macollo y la tasa de macollaje se han reducido, junto con un incremento en el proceso de muerte de hojas y macollos, tendiendo a disminuir la vida media foliar y la densidad de la pastura (Agnusdei et al., 1998).

Las características estructurales se ven afectadas negativamente ante una reducción en las variables morfogenéticas, provocando alteraciones sobre el desarrollo del IAF. Con un bajo IAF se logra una menor interceptación de radiación, lo que explicaría la menor performance de una pastura en condiciones de deficiencia hídrica (Agnusdei et al., 1998).

Según Tumer y Begg, citados por Agnusdei et al. (1998) la reducción de crecimiento de parte aérea se origina por una disminución de la capacidad fotosintética de las hojas durante una sequía. Ante esta situación se genera un incremento en la relación raíz/parte aérea. A nivel de raíces también sufren modificaciones, obteniendo una superior colonización de las raíces en profundidad que lateralmente.

2.3.4.4 Efecto del enmalezamiento sobre la pastura

Carámbula (2002a) ha demostrado que la persistencia y estabilidad de las praderas se ven afectadas negativamente por el factor malezas, alterando también su productividad y calidad. Cuando la maleza comparte el mismo ambiente con la especie sembrada, se genera una relación de competencia, produciéndose una relación negativa recíproca. De las interacciones como el

parasitismo, la alelopatía y la competencia por los recursos, se generan pérdidas de rendimiento en la pastura (Fernández, 1996).

El ambiente en el que crecen las plantas se origina de la interacción ente los factores abióticos como la luz, el agua y los nutrientes. La competencia por luz se genera por la capacidad de las plantas a interceptarla, dicha competencia no está asociada a la disponibilidad de la luz. La rápida interceptación de luz y el sombreado de las plantas competidoras se logran debido al rápido crecimiento inicial y al hábito de crecimiento (Fernández, 1996).

Las malezas presentan rápido crecimiento radicular, sistemas radiculares de mayor densidad y actividad, lo que les permite expresar su habilidad competitiva ante el uso de nutrientes, obteniendo un mayor consumo de los mismos. La competencia por el factor agua, se acentúa cuando es limitante, pasando a ser fundamental la velocidad de desarrollo del sistema radicular (Fernández, 1996).

La estructura y temperatura del suelo pueden incidir en el crecimiento y desarrollo de las plantas, afectando su competitividad frente a otras, pero no se produce competencia entre plantas con estas condiciones ambientales (Rodríguez, 1988).

Rodríguez (1988) afirma que la clave para la exitosa capacidad de colonizar ambientes diversos por las malezas se debe a la plasticidad morfológica y fisiológica que las mismas presentan. Una de las principales características que marcan las diferencias entre las plantas, es el ciclo fotosintético, creándose tres grupos, C3 (ciclo de Calvin—Benson), C4 (ciclo HatchSlack) y CAM.

De las 18 malezas más agresivas, el 78% corresponde a C4, estas plantas tienen por lo general, tasa fotosintéticas netas mayores que las C3, debido a que la PEP (fosfoenolpiruvato) carboxilasa (enzima fijadora de CO₂) tiene más afinidad por este gas que la enzima del ciclo C3 (RuBP (ribulosa difosfato carboxilasa). Los estomas se hallan prácticamente cerrados o la concentración de este gas en el aire es menor, debido a que anatómicamente las C4 poseen la capacidad de concentrar el CO₂ en las células del mesófilo y de esta manera mantener el proceso fotosintético. La fotorespiración disminuye considerablemente en consecuencia de la alta concentración interna de CO₂ y debido a que el oxígeno no es captado por la enzima, aumentando el balance neto fotosintético de las C4, estableciendo una ventaja (Rodríguez, 1988).

Rodríguez (1988) afirma que predominantemente en verano, las malezas son de tipo C4 debido al posible estrés hídrico de esta estación y a las altas temperaturas, mientras que las especies invernales son de ciclo C3. Una mayor eficiencia en el uso del agua transpirada, una mayor producción de materia seca y un mayor desarrollo del sistema radicular son características que explican la adaptación al estrés hídrico de las especies C4.

Las especies cultivadas han perdido adaptabilidad morfológica y fisiológica frente a cambios ambientales a causa del intenso proceso de mejoramiento que han sufrido (Rodríguez, 1988).

2.3.5 Efecto del pastoreo sobre las variables morfogenéticas

La morfogénesis de las especies que integran las comunidades vegetales se ven directamente influenciadas por el pastoreo, dependiendo de la especie animal y de la densidad de carga de la pastura.

Frente a eventos de defoliación, las especies forrajeras tienen la habilidad de rebrotar. Dicha capacidad es de carácter genético por lo que las características morfogenéticas específicas de la pastura en cuestión, deberán ser el criterio para manejar la defoliación (Agnusdei et al., 1998).

A través de una respuesta plástica las plantas individuales pueden adaptar su morfogénesis y percibir sus propias condiciones ambientales (Lemaire y Agnusdei, 1990). Para el manejo del pastoreo, dicha plasticidad fenotípica es fundamental en la adaptación de las especies forrajeras (Bradshaw, 1965).

La "plasticidad fenotípica" es fundamentalmente quien explica la adaptación de las especies forrajeras a la defoliación (Bradshaw, 1965). Dicha plasticidad otorga resistencia al pastoreo mediante la evasión y la tolerancia. La última permite maximizar el crecimiento de la pastura luego de la defoliación, regenerando la capacidad de absorción y redistribuyendo sustratos de C y N hacia los meristemas remanentes mediante mecanismos fisiológicos (Lemaire, 1997). Dentro de las especies forrajeras existen diferentes niveles de tolerancia, dependiendo de la capacidad de acumulación y utilización de reservas, con el fin de suministrar a los tejidos foliares en formación (Thornton y Millard, 1997).

El mecanismo que impide o dificulta las variables del pastoreo (frecuencia y severidad) a través de diferentes maneras, es el escape o evasión al pastoreo. Mediante una adaptación morfogenética, la planta varía su arquitectura adoptando un hábito de crecimiento más postrado o generando

sustancias bioquímicas repelentes que no son apetecidas por los animales (Lemaire, 1997).

Mediante procesos fisiológicos, los mecanismos de tolerancia permiten continuar con el máximo crecimiento de las plantas luego de la pérdida de tejido fotosintético posterior a la defoliación. Los cambios arquitectónicos mencionados anteriormente como mecanismos de escape también pueden incrementar la tolerancia al pastoreo (Lemaire, 1997).

Ante un cambio en el sistema de defoliación, la planta puede responder y adaptarse rápidamente mediante la plasticidad fenotípica, manifestando su adaptación genotípica.

2.3.5.1 Efecto del pastoreo sobre la tasa de aparición de hojas

Las características morfogénéticas se ven influenciadas por los métodos de pastoreo, resultando en una mayor tasa de aparición de hojas bajo pastoreo continuo (Cauduro et al., 2006).

En las pasturas sostenidas con bajo IAF causadas por defoliaciones frecuentes en pastoreo continuo, la tasa de aparición de hojas puede resultar mayor con respecto a la aparición en pastoreo rotativo (Gottscall et al., 1998).

2.3.5.2 Efecto del pastoreo sobre la tasa de elongación foliar

Lemaire (1997) afirma que las plantas originan hojas con vainas más cortas y láminas más horizontales, ubicando las lígulas por debajo del corte, cuando las mismas son defoliadas frecuente y severamente. Cuando la frecuencia de pastoreo disminuye, las plantas gradualmente recuperan el tamaño inicial de las vainas, retomando su hábito de crecimiento normal. Dicho mecanismo es consecuente de la plasticidad fenotípica, la cual es expresada como el tamaño de los individuos y la densidad poblacional en una comunidad bajo pastoreo (Lemaire y Chapman, 1996).

Es de gran importancia la habilidad que tienen las plantas para modificar el largo de la vaina cuando se las somete a diferente grado de defoliación, definiendo el rango de su respuesta plástica y adaptación (Lemaire, 1997).

Se observó una mayor tasa de elongación foliar, un menor tiempo de duración de la elongación foliar y mayor tamaño final de hojas a medida que aumenta la altura de la pastura, derivando en un mayor alargamiento de hojas verdes por macollo. En cambio, la densidad poblacional de macollos, el número

de hojas vivas por macollo, la tasa de aparición de hojas o la duración de vida de las mismas, no se vieron alteradas por diferentes alturas de pastoreo (5, 10, 15 y 20 cm.) con ovinos. Esto se concluyó de marcar los macollos en un período de agosto a octubre con el fin de estudiar las variables estructurales y morfogenéticas de raigrás anual. El aprovechamiento de los recursos del medio para la producción de forraje se ve alterado morfológica y estructuralmente por severas intensidades de defoliación (Pontes et al., 2003).

Se produce mejores características estructurales y una mayor tasa de elongación foliar con baja intensidad de pastoreo ya que existen diferentes respuestas según intensidad (Cauduro et al., 2006).

El pastoreo continuo genera una mayor tasa de elongación de hojas influenciando en las características morfogenéticas (Cauduro et al., 2006).

2.3.5.3 Efecto del pastoreo sobre la vida media foliar

El número máximo de hojas vivas por macollo se alcanza en un espacio temporal en forma directa al filocrón, por lo tanto en las especies con similar número máximo de hojas vivas por macollo su vida media se relaciona directamente con el intervalo de desaparición foliar. Por lo tanto en la especie que las hojas aparezcan más lentamente, el comienzo de la senescencia será más tardío (Agnusdei et al., 1998).

El programa de manejo (frecuencia e intensidad de defoliación) se relaciona con las características estructurales de la pastura y su morfogénesis permitiendo determinar la porción cosechable. La diferencia entre la producción primaria y la fracción cosechable aumenta cuando se produce un intervalo de defoliación superior a la vida media foliar, pudiendo generar pérdidas por senescencia (Chapman y Lemaire, 1993).

El pastoreo continuo genera un mayor tiempo de vida de hojas influenciando en las características morfogenéticas (Cauduro et al., 2006).

2.3.6 Efecto del pastoreo sobre las características estructurales

Según Matthew et al. (2000), frente a alta intensidad de pastoreo y una densidad poblacional alta de macollos pequeños, las plantas forrajeras intentan ajustarse a un IAF óptimo e intensidades y condiciones diferentes de defoliación. Según Korte (1986) con defoliaciones más frecuentes se disminuye el efecto de sombreado de macollos basales por lo que se espera una mayor densidad poblacional de macollos.

Pasturas con mayor IAF, menor número de macollos más grandes y mayor número de hojas vivas por macollo se generan en pasturas mantenidas con alto IAF. Luego de una defoliación de este aspecto depende la respuesta de la pastura. Si ocurre una defoliación severa ante esta situación (IAF alto) la restauración del mismo dependerá de las reservas (Davies, Davidson y Milthorpe, citados por Nabinger, 1996).

Contrariamente cuando se mantiene una pastura con bajo IAF ciertas plantas tienen la habilidad de modificar su estructura y producir un mayor número de macollos más chicos por planta, de esta manera al someterlas al pastoreo son parcialmente defoliadas siendo capaces de mantener la producción mediante la fotosíntesis. Ante esta situación (bajo IAF) por un largo período de tiempo las reservas no logran ser restablecidas, no se puede depender de ellas (Hodgson y Ollerenshaw, Morris, citados por Nabinger, 1996).

Existe una estrecha relación entre el tamaño individual y la densidad de macollos, disminuyendo el peso de los mismos al incrementar la densidad y viceversa. Así es que cambios en el manejo de pastoreo pueden modificar rápidamente la estructura y la morfología de las pasturas (Hodgson, 1990).

En pasturas sometidas a defoliaciones frecuentes disminuye el efecto del sombreado y por ende se esperan mayores densidades poblacionales de macollos (Korte, 1986).

A medida que el IAF aumenta, la tasa de aparición de macollos disminuye, por lo que en pasturas densas la tasa potencial de aparición de macollos se alcanza con bajo IAF (Simon y Lemaire, 1987).

Las diferencias en la tasa de elongación de hojas de raigrás se ven influenciada por diferentes intensidades de pastoreo, es decir que una menor densidad poblacional de macollos resulta de bajas intensidades (Cauduro et al., 2006).

El pastoreo continuo genera una mayor densidad poblacional de macollos ya que los métodos de pastoreo influyen en las características estructurales (Cauduro et al., 2006).

La estructura y morfología de las pasturas se ven alteradas por severas intensidades de defoliación, debido a que se disminuye el aprovechamiento de los recursos del medio para la producción de forraje. Contrariamente se observa

mayor tasa y duración de elongación foliar y mayor tamaño final de las mismas cuando la altura de la pastura es mayor (Carnevalli, 2003).

La altura de la vaina también influye, la fase de multiplicación celular será mayor cuanto mayor sea su largo, por lo tanto el tamaño de la lámina será mayor (Carnevalli, 2003).

2.4 ESTRUCTURA VERTICAL DE LA PASTURA

La distribución del forraje desde el nivel del suelo al estrato superior se corresponde con la estructura del tapiz, tanto la densidad como la altura son aspectos importantes ya que a igual cantidad de forraje se pueden obtener pasturas laxas y altas o densas y bajas (García, 1995).

El consumo de los animales en pastoreo se ve afectado por la estructura del tapiz, lo que determina su importancia. Los aspectos de la pastura que afectan el consumo animal se denominan “nutricionales” y “no nutricionales”. Los primeros son los que determinan el consumo, afectando la accesibilidad de forraje, es decir la cosecha física que pueden efectuar los animales, estas variantes son como por ejemplo la disponibilidad por animal y por hectárea, la estructura de la pastura y la cantidad de forraje post-pastoreo (García, 1995).

El comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo, la competencia en las comunidades vegetales y la dinámica del crecimiento son determinantes de la estructura de la pastura, esta se relaciona directamente con la forma en que el alimento queda disponible para el animal, determinando el valor nutritivo de la pastura (Carvalho, 2001).

Una serie de mecanismos determinan la respuesta de las plantas frente al pastoreo, dichos mecanismos dependen del resultado del patrón de defoliación que ocurre a su alrededor, así como también de la frecuencia y severidad de defoliación. Por lo tanto dentro de una comunidad, dependiendo del comportamiento selectivo de los animales, la competitividad puede estar influenciada por el manejo del pastoreo (Louda et al., 1990).

2.4.1 Distribución vertical de la pasturas

Las especies más frecuentes en pasturas sembradas de aproximadamente 20 cm, con una disponibilidad entre 4 y 6 tt/ha de materia seca, con buena densidad de plantas y cobertura del suelo eran festeja, trébol blanco, lotus y algunas con raigrás y trébol rojo. En el estrato inferior (0- 5 cm)

se encuentra el material menos digestible, coincidiendo con más de la mitad del forraje, marcando la diferencia con el resto de la pastura (García, 1995).

Para que el animal pueda realizar una adecuada selección en la pastura, las leguminosas deben aparecer en una proporción aceptable y accesible. En un experimento de pasturas sembradas, para trébol blanco con alta disponibilidad de forraje, se encontró un desarrollo del pecíolo en el estrato superior, este comportamiento seguramente fue por un mecanismo de competencia a causa del sombreado ocasionado por la gramínea. Con alta disponibilidad de forraje, en el estrato superior se encuentran mayor proporción de tallos, en cambio cuando la disponibilidad es baja, estos aumentan en los estratos medios a bajos. Las hierbas enanas se encontraron en los estratos medios a bajos de la pastura. Con alta disponibilidad, el material muerto se centró en la base de las pasturas, conservando en los estratos superiores una contribución parcialmente importante (Montossi et al., 2000).

2.4.2 Factores que afectan la estructura vertical del tapiz

2.4.2.1 Tipo de pastura

El tipo de pastura es un factor a considerar ya que cuando la proporción de gramíneas es mayor se espera mayor densidad (MS kg/ha/cm de altura) en los estratos inferiores, en contraste con pasturas donde predominan las leguminosas, especialmente trébol blanco (García, 1995).

2.4.2.2 Estación del año

La arquitectura de las plantas, el contenido de materia seca, la relación hoja/tallo, entre otros se ve afectado también por la estación del año (García, 1995).

En dos pasturas de festuca con leguminosas de tercer y cuarto año, se determinó que en el mes de diciembre la densidad se redujo en el estrato inferior y tendió a aumentar en el estrato superior en comparación con el mes de setiembre (García, 1995).

Esto se debe a que en diciembre las gramíneas se encuentran alargadas con macollos más erectos y las leguminosas con pecíolos más largos y hojas más grandes por encontrarse en estado reproductivo. En setiembre al estar en estado vegetativo la pastura se encuentra densa en los estratos inferiores correspondiéndose con el 66% de la biomasa total, mientras que en diciembre fue de 42% (García, 1995).

2.4.2.3 Edad de la pastura

El balance gramínea/leguminosa, acumulación de restos secos, etc, se asocian con la edad de la pastura. Es más probable encontrar mayor porcentaje de materia seca, menor digestibilidad y mayor densidad en los estratos inferiores en pasturas de mayor edad, afectando la cantidad de forraje distribuida verticalmente (García, 1995).

En pasturas jóvenes (menores a 3 años) el 56% del forraje se ubicó en los primeros 5 cm, mientras que en pasturas de tres años o más se correspondió con el 67%. No se encontraron diferencias según la edad de la pastura en los estratos superiores, la biomasa total en las primeras fue de 4,26 tt/ha MS, mientras que en las segundas fue 6,28 tt/ha MS (García, 1995).

En primer lugar esto se debe a que a medida que transcurre el tiempo la proporción de leguminosas disminuye y las gramíneas aumentan, en praderas jóvenes de 37% a 61% en las más viejas. La mayor proporción de las gramíneas se acompaña de mayor concentración de forraje en los primeros horizontes, principalmente en invierno. En segundo lugar al aumentar la edad de la pastura se constata mayor cantidad de material muerto (García, 1995).

2.4.2.4 Manejo del pastoreo

Este factor también influye en la estructura, se esperan praderas más densas bajo pastoreo continuo en comparación bajo pastoreo rotativo, principalmente en los estratos inferiores (García, 1995).

El consumo también se ve afectado por la estructura, cuando se encuentran pastos altos, con láminas foliares más largas, se puede aumentar el tiempo de manipulación del forraje de cada bocado, lo que conlleva a un aumento en la ingestión de materia seca (Carvalho, 2001).

Según Fagundes et al. (1999) en pasturas sometidas a pastoreos más intensos, se espera mayor proporción de material vivo.

Pasturas de mayor altura presentan mayores tasas de senescencia, esto se asocia con una menor penetración de la luz y un aumento en la proporción de material vegetal muerto (Grant et al., 1981).

Bricham y Hodson (1983) constataron que a mayor altura de la pastura hubo un incremento lineal de la tasa de senescencia responsabilizando estos resultados a la carga animal utilizada en los tratamientos. La mayor carga

animal proporciona mayor probabilidad de defoliación de hojas individuales, a menores alturas de la pastura.

Se observó, en un ensayo realizado en Brasil con *Lolium multiflorum* manejado a diferentes alturas, que se reducen las pérdidas por senescencia cuando es manejado intensamente (Pontes et al., 2004).

La utilización de las pasturas genera un impacto que cambia la respuesta en las comunidades. Detlinger et al., citados por Olmos (1992), descubrieron plantas enanas, con hojas más pequeñas y ecotipos más prostrados de la misma especie cuando se aumentaba la intensidad de pastoreo, generando cambios en la morfología y estructura de las plantas del forraje.

Se logra una mayor eficiencia de producción y renovación de forraje con cortes más intensos y frecuentes, en cambio se obtiene mayor producción de pseudotallos, mayor proporción de tejido muerto y mayor floración con cortes menos intensos y frecuentes (Marcelino et al., 2006).

Cuanto menor es la altura de la pastura el interior del tapiz recibe más luz, alterando la calidad de la misma por modificar la relación rojo/rojo lejano en la base de la planta, y por ende el macollaje se ve favorecido (Cesal et al., 1985).

El desempeño animal está determinado por la cosecha de forraje, el cual puede estar afectado tanto por factores propios de las plantas como de los animales. El animal dependiendo de la variabilidad disponible de la pastura, es capaz de por medio de la defoliación seleccionar su alimento. La probabilidad diaria de cada órgano vegetal a ser consumida es explicada por la frecuencia en que un mismo macollo es defoliado (Lemaire y Chapman, 1996).

Para determinar la acumulación de forraje y la tasa de crecimiento se debe tener en cuenta la interacción entre la altura del pasto y el intervalo de defoliación (Alexander y Thompson, 1982).

La diferencia entre el largo de la lámina foliar y el largo de la misma luego de ser removida por el corte se corresponde con la intensidad de defoliación (Lemaire y Agnusdei, 1999), la cual puede verse afectada por el esfuerzo que ejercen los animales en el proceso de prensión (Illius et al., 1993).

El rendimiento estimado puede verse modificado ante pequeños cambios en la altura de pastoreo, debido a que en los estratos inferiores del tapiz se encuentra la mayor proporción de forraje (Hunt, 1969).

Cuando la estructura de la pastura es modificada se producen una serie de modificaciones en los flujos crecimiento, senescencia y consumo. Para comprender los diferentes manejos realizados sobre la dinámica y evolución de la pastura es importante aplicar la técnica de macollos marcados, ya que permite medir cómo varían dichos flujos (Pontes et al., 2004).

Para obtener en la pastura altas tasas de crecimiento se debe obtener un correcto balance de los flujos, aunque en una franja comprendida entre 10-15 cm de altura, aumentos en los flujos de senescencia e ingestión al mismo tiempo, se logran rendimientos superiores (Pontes et al., 2004).

La cosecha de forraje puede verse directamente afectada por la elección de los animales en pastoreo (Carvalho et al., 1999).

2.4.2.5 Selección animal

La tasa de consumo de nutrientes se ve limitada por la composición botánica de la vegetación, complejidad de la estructura y por la necesidad de consumir una dieta variada (Illius et al., 1993).

Debido a la baja digestibilidad e inaccesibilidad por encontrarse en el estrato inferior, el material muerto es rechazado. Cuando éste supera el 70% el consumo disminuye por el impedimento que se genera para cosechar material verde (Poppi et al., citados por Montossi et al., 2000). Comparando el forraje ofrecido al animal con el que el animal consume, éste último contiene mayor proporción de tejidos vivos y hojas verdes, y menor proporción de tejido muerto y tallos (Hodgson 1982, 1985, 1990, Chacon y Stobbs, Van Dyne, Arnold, Clark et al., L'Huillier et al., Vallentine, citados por Montossi et al., 2000). La menor rigidez y mayor facilidad de ruptura que presenta la hoja en comparación con los tallos, posibilita la mayor proporción de cosecha de la misma (Hodgson, 1982).

El volumen, la altura, la distribución horizontal y vertical de los diferentes componentes de la pastura controlan la tasa potencial de consumo influenciando la elección de los animales frente a diferentes fuentes de forraje (Hodgson, 1985). Tanto ovinos como vacunos seleccionan forraje de mayor rapidez, a pesar de que éste presente menor digestibilidad (Gordon y Lascano, Clark, citados por Montossi, 2000).

Los forrajes altos y esparcidos son más escogidos, por cabras y ovinos, que los bajos y densos según trabajos realizados (Black y Kenny, citados por Montossi et al., 2000).

El mayor porcentaje de utilización de forraje está por encima de 4-5 cm del nivel del suelo, esto coincide con la porción del tapiz que el animal logra cosechar, la porción del estrato inferior aporta materia seca, por lo que si se desea hacer una presupuestación forrajera, el muestreo desde el nivel del suelo arrojará un rendimiento estimado mayor al real, ya que de 0-4 cm generalmente es una porción inaccesible y con menores porcentajes de utilización para el animal. Estas diferencias pueden llegar a ser entre 2 y 4 tt/ha MS (García, 1995).

2.5 COMPOSICIÓN BOTÁNICA

La intensidad y frecuencia de pastoreo afecta la morfología de las plantas, conllevando a que tenga efectos directos sobre la composición botánica de la pastura (Heitschmidt, 1984).

Al buscar un buen balance entre gramíneas y leguminosas, se ven incrementos en la producción animal, cuando las leguminosas se aumentan en detrimento de las gramíneas, provocando riesgos de meteorismo. Cuando la contribución de la gramíneas es mayor y la presencia de las leguminosas disminuye, la producción animal también se ve decrecida (Carámbula, 2004).

El escape al pastoreo por su forma de crecimiento o por disuasivos químicos, o la tolerancia al pastoreo (tolerancia a la defoliación y rápido rebrote) dan como resultado las diferentes formas de adaptación al pastoreo de las plantas. Estas difieren en su habilidad para resistir al pastoreo, recuperar el crecimiento, y mantenerse competitivas, contribuyendo diversidad en la composición botánica de la pastura en un determinado momento (Caldwell, 1991).

El nivel de carbohidratos de reserva que presenten las plantas se correlaciona con la recuperación luego del corte. La susceptibilidad a la defoliación ha sido explicada por las diferencias en este aspecto entre plantas, sometidas a diferentes tipos de defoliación, o a diferentes períodos del año a una misma planta (Caldwell, 1991).

Diferentes respuestas de especies o géneros a la defoliación y competencia, provocan cambios en la composición botánica de una pastura, los

mismos pueden ser perjudiciales o beneficiosos, pero se relacionan con la intercepción de la luz (Mc Meekan, 1960).

El comportamiento de los animales dentro de la pastura puede ser definido por la composición botánica de la misma. El rendimiento total y estacional de esta se ve determinado por las diferentes especies en el tapiz, afectado también por el pastoreo (Millot et al., 1987).

2.5.1 Factores que afectan la composición botánica del tapiz

2.5.1.1 Manejo del pastoreo

Una pastura está constituida por diferentes especies, estas pueden variar sus proporciones manejando eficientemente la luz a través de los cortes. Las leguminosas con bajo IAF absorben más energía que las gramíneas, por lo que generalmente se ven favorecidas con cortes frecuentes, mientras que las gramíneas se favorecen con cortes menos o poco frecuentes (Carámbula, 2004).

El momento de mayor crecimiento de las plantas es la primavera, realizar pastoreos intensos en esta estación las deprime, sujeto a la tolerancia de las mismas al pastoreo y pisoteo (Langer, 1981).

En un estudio se reportó que cuando la altura de corte pasa de 5 a 9 cm, se produce un incremento en el canopeo rechazado por los animales, produciendo en trébol blanco una menor ramificación y un mayor sombreado, por lo que se reduce el contenido del mismo en la pastura (Johns, 1974).

Las especies con la habilidad de ubicar sus hojas en los estratos superiores de la pastura, son capaces de realizar más eficientemente la fotosíntesis y además sombrean a las plantas vecinas (Hutchings y De Kroon, 1994). A su vez, su posicionamiento en la parte superior del canopeo y un rápido rebrote incrementan las posibilidades de ser defoliadas por los animales en pastoreo (Briske, 1996).

En una pastura de trébol blanco y raigrás perenne se llevó a cabo un estudio en el cual se observó que cuando el trébol blanco se encuentre en el horizonte de pastoreo en alta proporción, los ovinos lo prefieren (Poppi et al., 1987).

Hodgson (1985) determinó que la selectividad por el trébol blanco se encontró determinada mayormente por la distribución vertical dentro de la pastura, y por el peso y tamaño de las hojas.

La distribución de las especies dentro de la pastura determina la selección de los animales, la que también depende de las preferencias de estos (Hodgson, 1981). También se encontró evidencia que en pasturas templadas con dietas de animales con fístula esofágica, la cual alude a que es el reflejo directo de la relación entre los diferentes componentes encontrados en los estratos superiores, se manifestó un pastoreo no selectivo de los mismos (Milne et al., Barthram y Grant, Illius et al., Clark, citados por Montossi et al., 2000).

En trabajos con vacunos, ovinos y cabras, Nicol y Collins, citados por Montossi et al. (2000), revelaron que la elección del horizonte de pastoreo podría explicar ciertas diferencias en la composición de la dieta, mientras que la preferencia dentro del mismo horizonte provocaría una menor influencia.

Al ser defoliada una planta, en término individual, se ve disminuida el área foliar remanente y por ende la capacidad para fijar carbono, la acumulación de biomasa y la tasa de crecimiento relativo. Pero en términos absolutos como relativos, la defoliación puede provocar aumentos en la tasa de crecimiento (McNaughton, Oesterheld y McNaughton, citados por Paruelo et al., 2004). Varios mecanismos son los que explican éste crecimiento compensatorio, algunos están vinculados con las transformaciones que el pastoreo ocasiona al ambiente biótico y abiótico, mientras que otros se relacionan con el crecimiento de las plantas (McNaughton, citado por Paruelo et al., 2004).

Las especies postradas con menor relación hoja/tallo y alta tasa de crecimiento se ven favorecidas por la presión de selección que ejerce el pastoreo. La diferenciación de ecotipos pueden darse por alteraciones en la frecuencia génica (Loreti et al., citados por Paruelo et al., 2004).

A nivel comunidad, el pastoreo también provoca alteraciones a nivel florístico, las cuales usualmente se manifiestan en pérdidas de especies palatables a favor de las no palatables. Esta sustitución corresponde en varias ocasiones, a un aumento en las especies leñosas (Milchunas y Lauenroth, Varnamkhasti et al., citados por Paruelo et al., 2004).

Especies estrechamente relacionada responden con mayor rapidez y fuerza a los mismos factores ambientales (Fogg, 1973).

Las especies de hábito de crecimiento rastrero, estoloníferas o rizomatosas, escapan al diente del animal, lo que le permite mantenerse con una área foliar remanente aceptable, permitiéndoles hacer una ocupación casi exclusiva del suelo (Millot et al., 1987).

En una pastura mixta sus componentes se ven modificados por el pastoreo, ya que este altera la relación entre las diferentes especies, dado por el consumo diferencial que realizan los animales. En los primeros días de pastoreo, se percibe la rápida desaparición de las hojas, y como las leguminosas y las especies preferidas descienden sus proporciones (Millot et al., 1987).

Por consiguiente, las especies menos consumidas paulatinamente se harán dominantes en el tapiz, ya que tendrán más reservas y un rebrote más rápido (Millot et al., 1987).

2.6 SELECCIÓN ANIMAL

Al modificar las posibilidades de selección y de consumo se obtienen características de la pastura y el animal, para expresar las relaciones entre ellas el parámetro más adecuado ha sido la intensidad de pastoreo (Hodgson, 1990). Rinaldi et al. (1995) lo reafirman, concluyendo que con la intensidad de pastoreo se provocan características distintas en la pastura, las cuales no se manifiestan con la selección de la dieta.

El desarrollo de la pastura se ve modificado por la selección de la dieta que realizan los animales. Esta selección varía dependiendo de la diversidad de especies existentes, del grado de desarrollo de las mismas, de la especie animal y de la presión de pastoreo a las que se las someta. Las especies preferidas por los animales son las de mayor calidad y mayor valor nutritivo (Millot et al., 1987).

La presión de selección a la que son sometidos determina la intensidad del proceso de selección, la cual es reducida sensiblemente con cargas animales instantáneas altas (Otegui, 1978).

Un consumo diferencial de los animales modifica la pastura al crear relaciones de competencia entre los componentes de la misma. En los primeros días de pastoreo es conocida la desaparición rápida de las primeras hojas, como también en un tapiz mixto la disminución de la proporción de las especies preferidas y de las leguminosas (Millot et al., 1987).

Las plantas menos consumidas, se harán paulatinamente dominantes en el tapiz, ya que poseerán mejores condiciones de reservas y área foliar remanente para un rápido rebrote (Millot et al., 1987).

2.7 FERTILIZACIÓN NITROGENADA

La deficiencia en los suelos de Uruguay, de nutrientes minerales como nitrógeno y fósforo es conocida, afecta sensiblemente el crecimiento de las pasturas. Debido a esto la fertilización es considerada una excelente herramienta para aumentar la producción tanto animal como de verdes y de pasturas (García et al., 1999).

Para ajustar la presencia de aquellos nutrientes que requieren las plantas, la aplicación de fertilizante es el recurso más importante y viable (Carámbula, 2002b).

2.7.1 Importancia de nitrógeno

Para obtener producciones de forraje altas se necesitan altas cantidades de nitrógeno disponible. Existe una relación directa entre el nitrógeno y la producción de forraje (Carámbula, 2002a).

En cuanto al crecimiento de los vegetales, el nitrógeno es el elemento químico que tiene efectos más espectaculares (Perdomo et al., s.f.).

En las comunidades nativas, la composición, distribución y producción de forraje aéreo y radicular se ve afectado por el agregado de macronutrientes, en especial el nitrógeno (Morón y Risso, 1994).

El nitrógeno es constituyente de las moléculas de clorofila, aminoácidos esenciales, proteínas, enzimas, nucleoproteínas, hormonas, trifosfato de adenosina (ATP) por lo que juega un rol esencial en el crecimiento de las plantas. Además se lo considera esencial por otros procesos metabólicos como la utilización de los carbohidratos (Perdomo et al., s.f.).

El nitrógeno se absorbe desde el suelo, vía raíz en forma de ion como nitrato (NO_3^-) y amonio (NH_4^+). En el suelo éste nutriente se encuentra en forma orgánica, que mediante la actividad microbiana es convertido en nitrato y amonio. El amonio pasa a formar compuestos como glutamina, procedentes del ciclo de Krebs, no se acumula, mientras que el nitrato antes de pasar a formar compuestos orgánicos debe ser reducido a forma amoniacal (Formoso, 1994).

Las gramíneas responden al agregado de nitrógeno, por su habilidad de aumentar el número de macollos y/o aumentar el tamaño de los mismos. Cuando las plantas permanecen vegetativas, es decir en otoño, la capacidad de macollaje se ve favorecida, ya que responde ante las variaciones estacionales, a diferencia en primavera ocurre que la capacidad de macollaje se ve reducida por encontrarse en estado reproductivo. La respuesta potencial al agregado de nitrógeno de un tallo reproductivo se ve limitado por el incremento en el tamaño de los órganos ya formados en el tallo. Lo contrario sucede mientras se da el crecimiento vegetativo, en el mismo se pueden generar nuevos macollos y de mayor tamaño. Se concluye que la capacidad de respuesta al nitrógeno aplicado en una gramínea se encuentra regulada, en parte, por la proporción de tallos vegetativos y reproductivos (Morón y Risso, 1994).

Del nitrógeno mineral del suelo, las gramíneas y otras no leguminosas se vuelven casi totalmente dependientes. Solo ocasionalmente o transitoriamente en pasturas con la presencia de altas concentraciones de nitratos en el suelo, la fijación de N por parte de las leguminosas se ve suprimida. La concentración mineral de nitrógeno en el suelo, habitualmente es muy baja debido a que las gramíneas tienen muy altas demandas de dicho nutriente. Las mismas necesitan el nitrógeno mineral para producir clorofila y proteína, suficientes para elongación de hoja, macollaje, rebrote después del corte y para su reproducción. Rendimientos similares se pueden obtener mediante el uso y absorción efectivo de amonio y nitrato por parte de las raíces de las gramíneas. La asimilación de nitrógeno además se acompaña por niveles de carbohidratos solubles y por el contenido de Ca presente en las hojas de ciertas especies de gramíneas (Simpson, citado por Morón y Risso, 1994).

Éste nutriente además tiene influencia sobre el contenido de proteína del forraje y por ende sobre su valor nutritivo. Cuando un forraje contiene nitrógeno suficiente, mediante sus proteínas, contiene mayor valor nutritivo, facilitando el consumo voluntario por parte del animal (Carámbula, 2002a).

Una deficiencia de nitrógeno produce clorosis (hojas de color amarillo), debido a que disminuye el crecimiento y la producción de clorofila. Este síntoma aparece primero en las hojas más viejas, aunque también puede verse en hojas nuevas (Formoso, 1994).

2.7.2 Momento de aplicación

El momento de aplicación y la dosis, son los factores que afectan la respuesta a la fertilización, condicionada por la composición botánica y el estado de la pastura. Las mejores condiciones se generan en pasturas de alta

producción dominadas por gramíneas y con gran capacidad de incrementar el número y el tamaño de macollos (Ayala y Carámbula, 1994).

Según Bottaro y Zabala (1973), Díaz Zorita (1997) la distribución homogénea de la producción, con un período de crecimiento más prolongado se genera por una aplicación fraccionada de nitrógeno. Tanto por la promoción de crecimiento temprano de la pastura como también una mayor persistencia de la fase vegetativa.

En la mayoría de los suelos ganaderos, con dosis de 50-60 kg/ha de N por aplicación, se producen respuestas seguras, con dosis menores a 25-30 kg/ha son más impredecibles. En aplicaciones anuales, fraccionando el nitrógeno en no más de dos veces en otoño, y de tres veces entre fin de invierno y comienzo de primavera, no deberían superarse los 250 kg/ha (Agnusdei et al., citados por Carámbula, 2002b).

2.7.3 Efecto del nitrógeno en la composición botánica

El éxito de una fertilización nitrogenada será determinado por el porcentaje de gramíneas y leguminosas presentes en una pastura mezcla. La aplicación estratégica de nitrógeno en pasturas mezcla de alta producción, dominadas por gramíneas se recomienda solo cuando las condiciones climáticas favorezcan el crecimiento de la pastura (O'Connor et al., citados por Rebuffo, 1994). Las pérdidas por material muerto se ven incrementadas por las excesivas acumulaciones de forraje, afectando en mayor grado a las leguminosas con el sombreado (Rebuffo, 1994).

Para aumentar la oferta de forraje en invierno, la fertilización nitrogenada de verdeos y pasturas mezclas se considera una herramienta estratégica (Morón y Risso, 1994).

Las asociaciones con leguminosas es la forma clásica de aportar nitrógeno. El aporte del mismo por parte de estas es cedido gradualmente y será más considerable cuanto más eficiente sea el manejo que se aplica y cuanto mayor sea la proporción de las leguminosas en la pastura (Herriott y Wells, citados por Carámbula, 2002a).

Al comparar producciones de materia seca producida en mezclas versus gramíneas puras, se observó que a dosis de nitrógeno relativamente altas, la producción de forraje se ve favorecida en las gramíneas. Lo contrario pasa cuando las gramíneas no son fertilizadas con nitrógeno, siendo

favorecidas las mezclas (Washoko y Marriott, Grable et al., citados por Carámbula, 2002b).

Las mezclas superan a las gramíneas puras cuando se aplican dosis bajas a medias de nitrógeno a las últimas (Sears, Lowe, Hamilton et al., citados por Carámbula, 2002a).

La inclusión de las leguminosas en una pradera además de aportar nitrógeno, aumenta el valor nutritivo de la misma, ofreciendo ventajas nutritivas frente a las gramíneas puras (Stobbs et al., Norman, Evans, citados por Carámbula, 2002a). El balance entre las gramíneas y las leguminosas determina el porcentaje de nitrógeno de la pastura, generalmente conviene que las leguminosas estén incluidas en un 30% del total de la mezcla (Martin, citado por Carámbula, 2002a).

A la hora de decidir la fertilización el enmalezamiento es un factor determinante dentro de la composición botánica, ya que el grado de enmalezamiento está relacionado inversamente al potencial de respuesta de la pastura al N (Fernández, 1996).

Zanoniani y Noël (1997), para verdeos de inviernos definieron rangos de respuesta, donde una respuesta alta es la que se obtiene más de 25 kg de materia seca de forraje por cada kg de nitrógeno agregado. Mientras alta respuesta es la que se obtiene entre 10 y 25 kg de forraje por kg agregado de nitrógeno, producción entre 5 y 10 kg de forraje por kg de nitrógeno se refiere a respuesta media.

En una pastura de *Lolium perenne* defoliadas a intervalos de 4-5 semanas, el número de macollos aumentó 6,6 veces con fertilización de 200 kg de N/ha/año. Se produjo una reducción del número de macollos con un aumento de los intervalos entre corte para el mismo nivel de nitrógeno. Posiblemente la interacción entre la frecuencia de cortes y la fertilización esté determinada por modificaciones producidas por el corte en la calidad de la luz. La entrada de luz se ve favorecida por el corte, provocando aumentos en la relación Rojo/Rojo Lejano, favoreciendo el macollaje. A medida que se acumula área foliar esta señal se reduce (Scheneiter y Bertín, Deregibus et al., Carámbula, Matthew et al., citados por Zanoniani, 2009), por lo que la densidad de macollos baja, debido a muerte de macollos chicos y jóvenes por exceso de forraje producidos por subpastoreo y nitrógeno (Pirez González, 2012).

Mazzanti et al. (1997) en trabajos sobre raigrás anual y avena mostraron que antes la fertilización nitrogenada la tasa de elongación foliar

responde positivamente, la misma se incrementa. En ambas especies esta tasa evolucionó exponencialmente ante todos los niveles de fertilización; cuando la temperatura media del aire es menos a 8°C esta respuesta tiende a ser menos.

Gastal y Lemaire, citados por Mazzanti et al. (1997) no encontraron respuesta a la aparición de hojas ante el agregado de nitrógeno, mientras que Anslow, citado por Mazzanti et al. (1997) encontró que frente a situaciones de severas deficiencias de nitrógeno, con fertilizaciones de este nutriente se observan incrementos en esta tasa en gramíneas forrajeras.

2.7.4 Efecto del nitrógeno sobre la fijación biológica

En las leguminosas la fijación biológica del nitrógeno (FBN) coopera significativamente a la productividad y a la nutrición nitrogenada de las praderas. La aplicación de nitrógeno afecta negativamente a la fijación biológica del nitrógeno (Scheneiter y Bertín, 2005).

En trabajos en praderas de festuca y trébol sobre la relación entre FBN y aplicaciones de N, realizados por Gonzáles (1982), se demostró que el contenido de trébol en la pradera se reduce alrededor de 45-60% y un 20-30% de la fijación de nitrógeno, al aplicar 30 kg de N/ha. Mientras frente al agregado de 60 kg de N/ha no ocurrió una reducción relevante del contenido de trébol en comparación a agregar 30 kg de N/ha, en cambio la fijación de nitrógeno bajo de un 35 a 25%. Si bien los totales anuales de fijación por hectárea fueron similares en el primer y segundo año, la distribución fue dependiente del manejo y climatología del año, lo que llevó a concluir que no hay una relación directa entre la fijación de nitrógeno y el contenido de trébol, y que esta se ve afectada por el clima y por el enriquecimiento de nitrógeno del suelo, ya sea provocado por la repetición de aplicación de fertilizante nitrogenado por la fijación biológica de nitrógeno.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 CONDICIONES EXPERIMENTALES GENERALES

3.1.1 Lugar y período experimental

El área experimental se encuentra ubicada en la Estación Experimental Mario “Dr. Mario A. Cassinoni” (UdelaR. Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay). La cual se encuentra ubicada al este sobre la ruta nacional No. 3, Km 363. El estudio tuvo una duración aproximada de 3 meses, extendiéndose del 8 de agosto al 26 de octubre de 2016.

3.1.2 Descripción del sitio experimental

El espacio físico en el que se realizó el experimento se corresponde con el potrero 35, latitud 32°22'26.09"S y longitud 58° 3'52.92"O.

Los suelos de dicha área corresponden a Brunosoles Eutrícos Típicos y Solonetz Melánicos de la unidad de suelos San Manuel, de la Carta de reconocimientos de suelos del Uruguay 1:1.000.000, desarrollados sobre la Formación Fray Bentos (Altamirano et al., 1976).

3.1.3 Antecedentes del área experimental

La pastura anual se sembró sobre una pradera vieja de *Festuca arundinacea*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus* de 5 años, ocupando un área de 2,229 ha. Se sembró el 20 de marzo de 2016. La emergencia de las plántulas ocurrió 10 días post-siembra aproximadamente.

Se sembraron tratamientos puros de *Lolium multiflorum* y tratamientos mezcla de *Lolium multiflorum* con *Trifolium resupinatum* y *Trifolium vesiculosum*.

El tratamiento puro se conformó de cuatro cultivares de *Lolium multiflorum* en una densidad de siembra de 19.8kg/ha. Correspondiéndose a un 28,3% del cultivar E284, 8,4% del cultivar Bragelim, 38,5% del cultivar sabroso y 24,8% el cultivar Moro.

El tratamiento mezcla, con inclusión de leguminosas, se conformó de

70,5% de *Lolium multiflorum* (mismos cultivares y proporciones que el tratamiento puro) y 29,5% de leguminosas. La densidad de siembra de las parcelas mezcla fue de 18.8kg/ha. Se sembró 4,4 kg/ha de *Trifolium resupinatum* cv maral, representando el 23,5%, 1,128 Kg/ha de *Trifolium vesiculosum*, cv sagit (6%), 3,76 kg/ha del cultivar E284 (20%), 1,128 kg/ha del cultivar Bragelim (6%), 5,076 kg/ha del cultivar Sabroso (27%) y 3,28 kg/ha del cultivar Moro (17,5%). Ambos tratamientos se sembraron con sembradora en línea a chorrillo.

3.1.4 Tratamientos

El área experimental ocupó una superficie de 2,23 ha, divididas en 2 bloques, con 4 tratamientos, conformando un total de 8 unidades experimentales.

Los tratamientos consistieron en un arreglo factorial 2 X 2 de tratamientos, el factor mezcla y el factor fertilización. La mezcla consistió en una pastura anual invernal pura de *Lolium multiflorum* y otra mezcla de *Lolium multiflorum* con leguminosas, y la fertilización en dos niveles de fertilización, con o sin nitrógeno.

El objetivo de los tratamientos fue evaluar la interacción entre las mezclas forrajeras y la fertilización nitrogenada, siendo raigrás puro fertilizado, raigrás puro sin fertilizar, mezcla fertilizada y mezcla sin fertilizar.

La fertilización correspondió a la aplicación de 64 kg/ha de nitrógeno en forma de urea, fraccionadas en dos aplicaciones de 32 kg cada una.

El 12 de mayo de 2016 se realizó la primera aplicación de urea (70 kg/ha), la segunda aplicación se realizó el 29 de julio del mismo año. Durante el transcurso del experimento se realizaron tres cortes horizontales, por estrato cada 5 cm, previo al inicio, medio y final del pastoreo, en invierno y tres cortes nuevamente en primavera.

Se utilizaron terneros raza Holando, con una asignación de forraje promedio de 7%, lo que se traduce entre 3-4 animales de 150 Kg por ha.

3.1.5. Diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue diseño en bloques completamente al azar (DBCA) con dos repeticiones en el espacio con un arreglo factorial de tratamientos de 2 verdes, puros o mezcla por 2 tratamientos de nitrógeno, 0 o

64 kgN/ha.

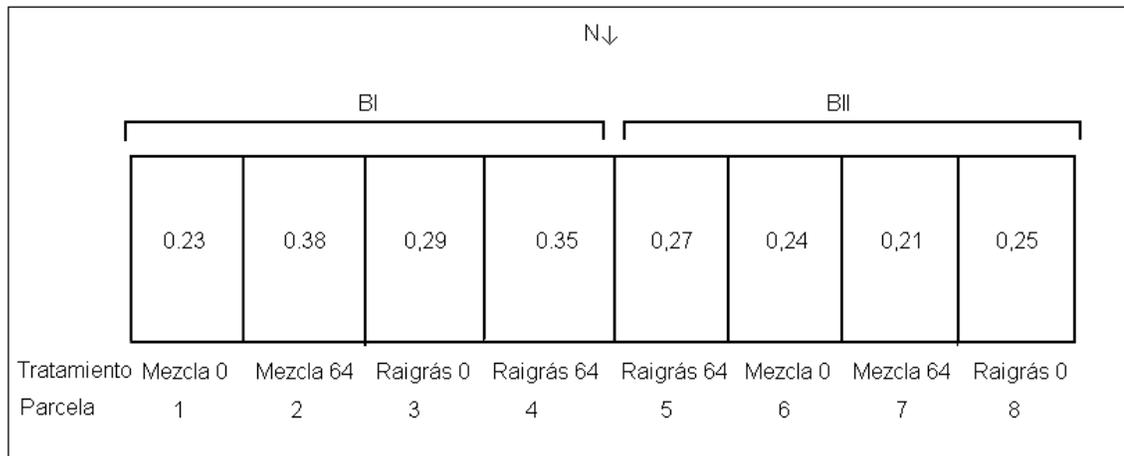


Figura No. 1. Mapa área experimental

3.2 MEDICIONES REALIZADAS

Las variables medidas son: determinación de la estructura vertical, composición botánica y biomasa disponible, mediante cortes de la pastura por horizontes.

3.2.1 Determinación de la estructura vertical y composición botánica

La estructura vertical de la pastura se determinó mediante el estudio por estratos cada 5 cm desde el nivel del suelo (0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm y más de 15 cm). Se realizaron cortes horizontales sobre el total disponible para cada estrato, utilizando un marco de hierro de 20 x 50 cm, el cual se encuentra unido a una guía vertical graduada cada 5 cm. De cada estrato se obtuvieron 5 muestras por parcela, las cuales fueron introducidas en una misma bolsa.

La composición botánica de la pastura se evaluó mediante la estimación de los kg de materia seca disponible que aporta cada componente de la pastura. De la muestra total recolectada por estrato, mencionada anteriormente, se extrajo una segunda submuestra, donde se separaron manualmente vainas de láminas, peciolo de folíolos, restos secos y malezas. Luego, cada muestra separada según fracción, estrato y parcela fue llevada a estufa de aire forzado a 60° durante 48 horas, hasta obtener peso constante. Finalmente, las muestras fueron retiradas y pesadas (peso seco).

El procedimiento se realizó en seis fechas, tres en invierno (8/08, 18/08

y 25/08) y tres en primavera (28/09, 8/10 y 21/10).

Se analizó a partir de dichas determinaciones, la distribución vertical de la biomasa aérea disponible en la pastura por estrato.

3.2.2 Biomasa disponible

La biomasa disponible es una variable que expresa los kg de materia seca por hectárea.

El resultado obtenido sirve para tener una idea de la evolución de cada componente de la pastura a través del tiempo, comparando el inicio, medio y fin del período de pastoreo para cada estación. Cabe aclarar que esta comparación no describe cómo fue la evolución de las tasas de crecimiento, únicamente expresa la comparación en diferencias de peso.

3.3 HIPÓTESIS

3.3.1 Hipótesis biológica

3.3.2. Hipótesis estadística

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

Ha: existe algún tratamiento distinto de 0.

3.4 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.3.1 Modelo estadístico

El efecto de las mezclas y las dosis de nitrógeno fue estudiado, ajustando el siguiente modelo estadístico.

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + M_j + N_k + (MN)_{jk} + E_i + (MNE)_{jkl} + \epsilon_{ijkl}$$

Dónde:

- Y - es el valor del i-ésimo tratamiento, en la j-ésima repetición
- μ – media poblacional
- α_i - efecto bloque

- M_j – efecto mezcla
- N_k – efecto nitrógeno
- E_l – efecto estación
- ϵ_{ij} – error experimental entre U.E
- i – 1; 2.... 4 tratamientos
- j – 1; 2 repeticiones

Este modelo se ajustó para cada fecha de medición y para cada estación mediante la suma de las materias secas. Y eso se hizo para el total de cada fracción y para el total de las fracciones en su conjunto. También se ajustó para la suma de los diferentes estratos. Las medias de las diferentes estaciones y mediciones dentro de estación se analizaron comparando los intervalos de confianza para las verdaderas medias.

El modelo presenta el siguiente supuesto:

-Los errores experimentales: se asumen normales e independientes con media 0 y varianza sigma cuadrado.

Además se analizó la evolución de las diferentes fracciones a través del tiempo con una regresión desde el día previo al inicio del pastoreo hasta el final del mismo en cada estación, para los cuatro tratamientos aplicados.

Las regresiones no fueron analizadas estadísticamente dada la poca cantidad de repeticiones, lo que generó un alto coeficiente de variación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DATOS METEOROLÓGICOS

4.1.1 Precipitaciones

En el siguiente gráfico se presentan las precipitaciones medias mensuales para el período abril 16 – febrero 17 (período experimental) y los valores de la serie histórica correspondiente al período 1961-1990.

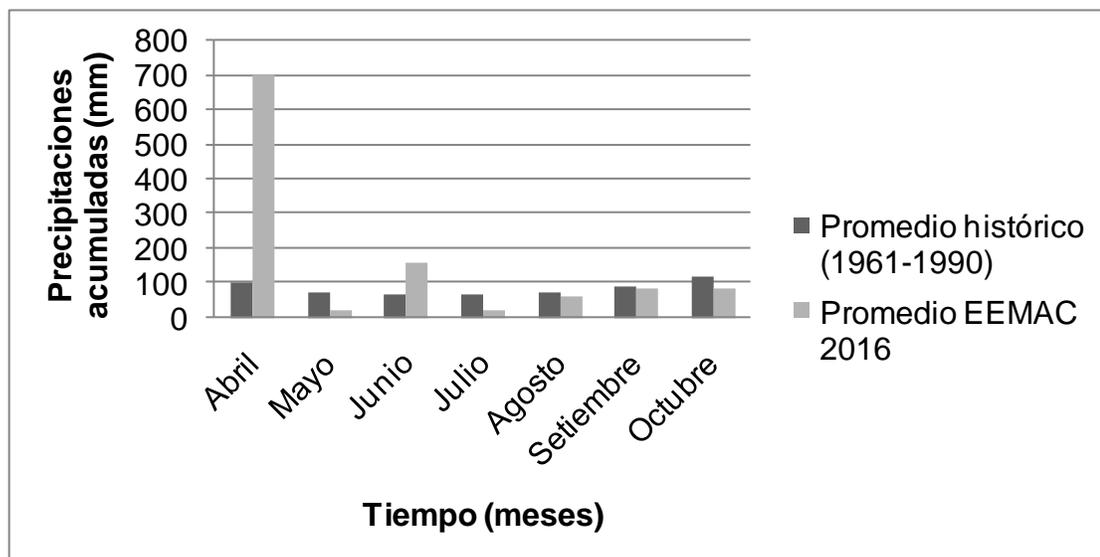


Figura No. 2. Registro de precipitaciones mensuales para el año en estudio y para el registro histórico.

Como se observa en la figura anterior, las precipitaciones al comienzo de la estación de crecimiento fueron extremadamente superior al promedio histórico mensual. Puede apreciarse como en el mes de abril ocurrieron abundantes precipitaciones, alrededor de 700 mm, lo cual conlleva a una implantación - crecimiento temprano con alta humedad en el suelo y con acumulaciones sucesivas de agua en el perfil, pudiendo provocar la muerte de plántulas, generando escasa cobertura y dando lugar a malezas.

Con este escenario es de esperar una limitante en dicha implantación debido a que el perfil del suelo se saturó con las precipitaciones de abril, generando condiciones de anaerobiosis.

No se produjo un desarrollo normal de las especies sembradas, debido a que se requiere energía, proveniente de la respiración siendo necesario el oxígeno del suelo, para la absorción radicular de nutrientes disueltos en el agua del suelo (Carámbula, 2002b).

Esta situación inadecuada en las etapas iniciales, podrían estar limitando la máxima expresión del potencial productivo de las especies, ya que la implantación de las mismas en un proceso determinante.

Luego, en el período invierno primaveral, se registró una disminución de las precipitaciones, fundamentalmente en el mes de julio, donde las precipitaciones estuvieron muy por debajo del promedio histórico.

Para el resto de los meses el promedio de precipitaciones fue similar al promedio histórico, a excepción de agosto a octubre que fue un poco menor, estas menores precipitaciones a principio de primavera pudieron generar un retraso en la producción.

Corsi, citado por Durán (1985) expresó que la distribución de las precipitaciones en Uruguay a través del año, son muy variables, no existe una estación lluviosa bien definida, ni una estación seca, coincidiendo esto con lo ocurrido en la serie histórica. A pesar de que las precipitaciones en el mes de abril fueron considerablemente mayores, observándose diferencias con el promedio histórico.

4.1.2 Temperatura

Se presenta la comparación entre los registros de temperatura del período en estudio y la media histórica comprendida entre 1961-1990.

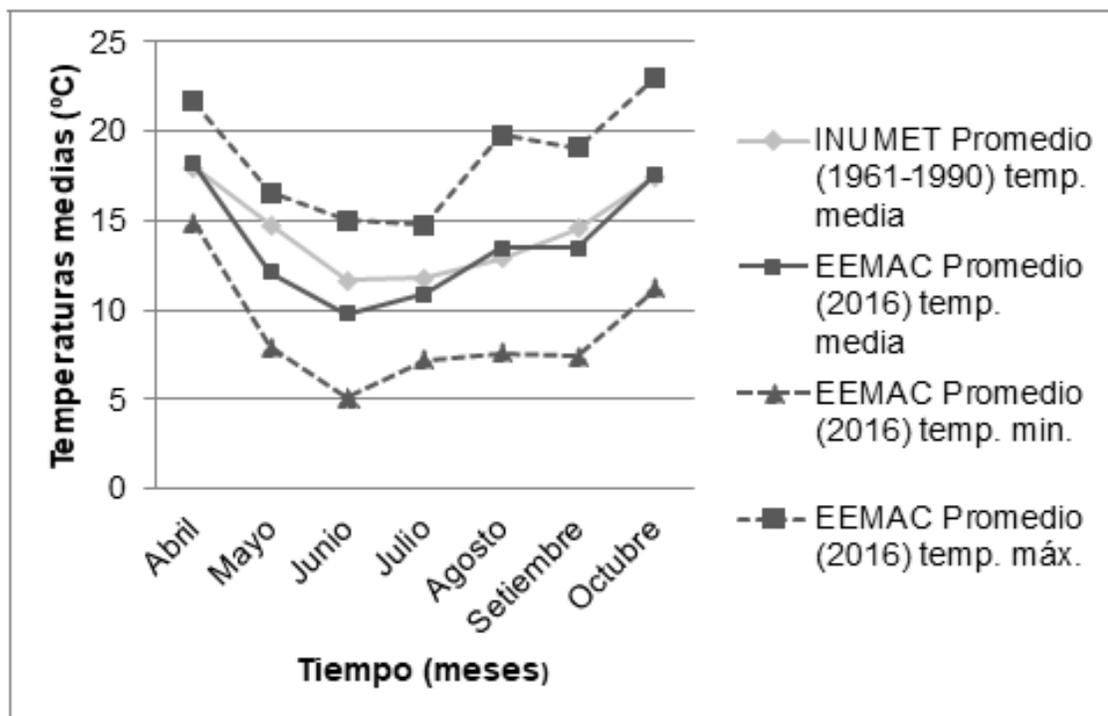
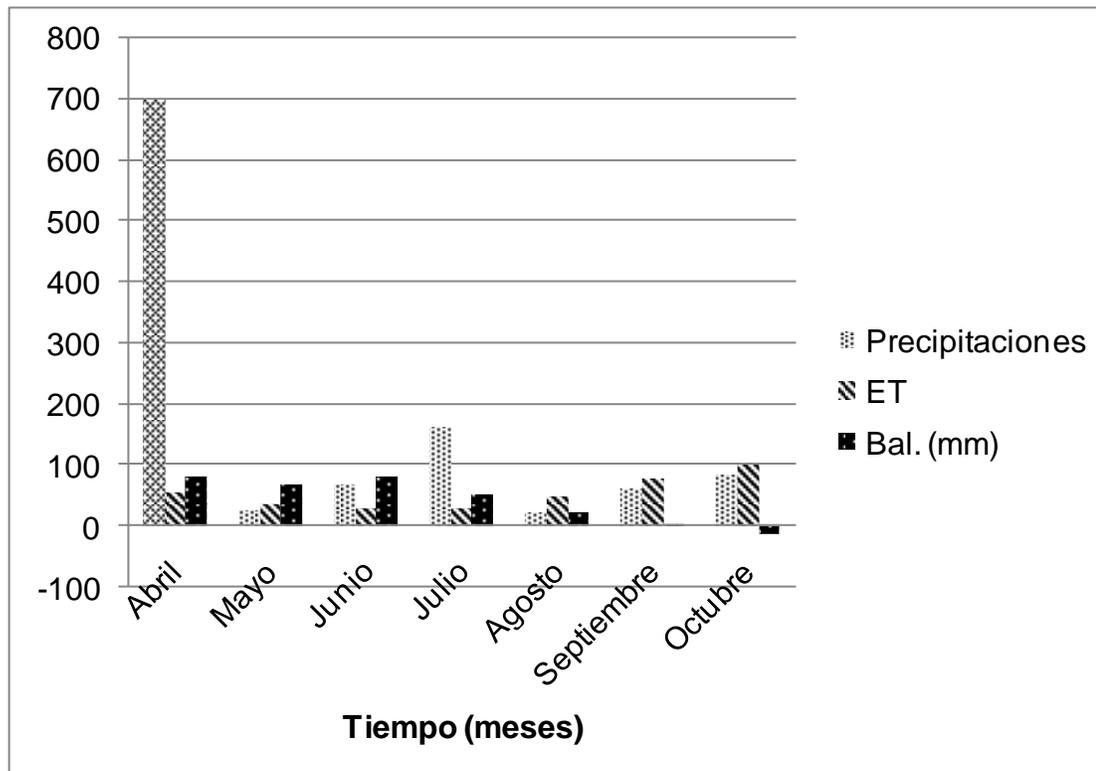


Figura No. 3. Registro de temperaturas medias, máximas y mínimas para el período en estudio, comparadas con la temperatura media del promedio histórico.

La variación de las temperaturas medias para el promedio histórico fue de 11.7°C a 18°C, mientras que para el período experimental (abril-octubre) variaron entre 9.8°C y 18.2°C.

Como puede observarse en la figura 3, en las etapas iniciales de crecimiento (otoño) las temperaturas fueron inferiores a las registradas en el promedio histórico (1-3°C menos), esta situación se manifestó hasta el invierno, donde a partir de julio la temperatura empezó a ser similar, manteniéndose entre rangos normales en comparación al promedio histórico para los restantes meses en los cuales se realizó el experimento.

Con las precipitaciones mensuales y la evapotranspiración imperantes en el período de evaluación se efectuó un balance hídrico, mostrado en la figura 4.



*ET: evapotranspiración y balance hídrico para el período en estudio.

Figura No. 4. Precipitaciones mensuales.

Cuando se efectuó el balance hídrico, se contempló que el suelo donde se realizó el experimento presenta un almacenaje de agua de 80 mm, debido a que cuando las precipitaciones superaron a la evapotranspiración mensual, la cantidad de agua de que pasó al mes siguiente fue de 80 mm. En cambio, en el mes de octubre el agua almacenada no cubrió la demanda de evapotranspiración, entonces el balance fue negativo.

Como se mencionó anteriormente, el exceso de agua en otoño y las bajas temperaturas de la misma estación (hasta 3°C menos) pudieron haber generado un crecimiento más lento de las especies sembradas.

En un rango de temperatura promedio de 0 a 12°C, Lemaire y Chapman (1996) manifiestan que las respuestas en la tasa de elongación foliar son de carácter exponencial, mientras que para temperaturas de 12 a 20-25°C la respuesta es lineal. Agnusdei (1999) refiere a una respuesta aproximadamente exponencial de 5 a 17°C para especies C3. Se concluye que la temperatura estuvo generalmente dentro de los rangos aceptables durante el período

experimental para que las especies sembradas tengan un buen crecimiento y desarrollo.

A modo de realizar una breve reseña de los datos meteorológicos, se puede inferir que durante el período experimental ocurrieron ciertas situaciones, que a pesar de no afectar seriamente su crecimiento y desarrollo, generaron momentos de stress para la pastura.

El crecimiento temprano de la pastura se pudo ver afectado por el exceso de precipitaciones registradas en abril y las bajas temperaturas de los primeros meses de crecimiento. Por otra parte, el potencial productivo de primavera se pudo ver reducido por precipitaciones escasas en esta estación.

4.2 ESTRUCTURA DE LA PASTURA

En este ítem se describirá la contribución botánica por estrato en kilogramos por hectárea de materia seca disponible y se presentarán los resultados para los cuatro tratamientos (mezcla 0, mezcla 64, raigrás 0 y raigrás 64) para cada componente (vainas, láminas, pecíolos, folíolos, malezas y restos secos), expresando los datos en kg/ha de materia seca por estrato.

Se presenta la distribución en kg/ha de materia seca de forraje por estratos de la pastura según composición botánica y fertilización para ambas estaciones estudiadas.

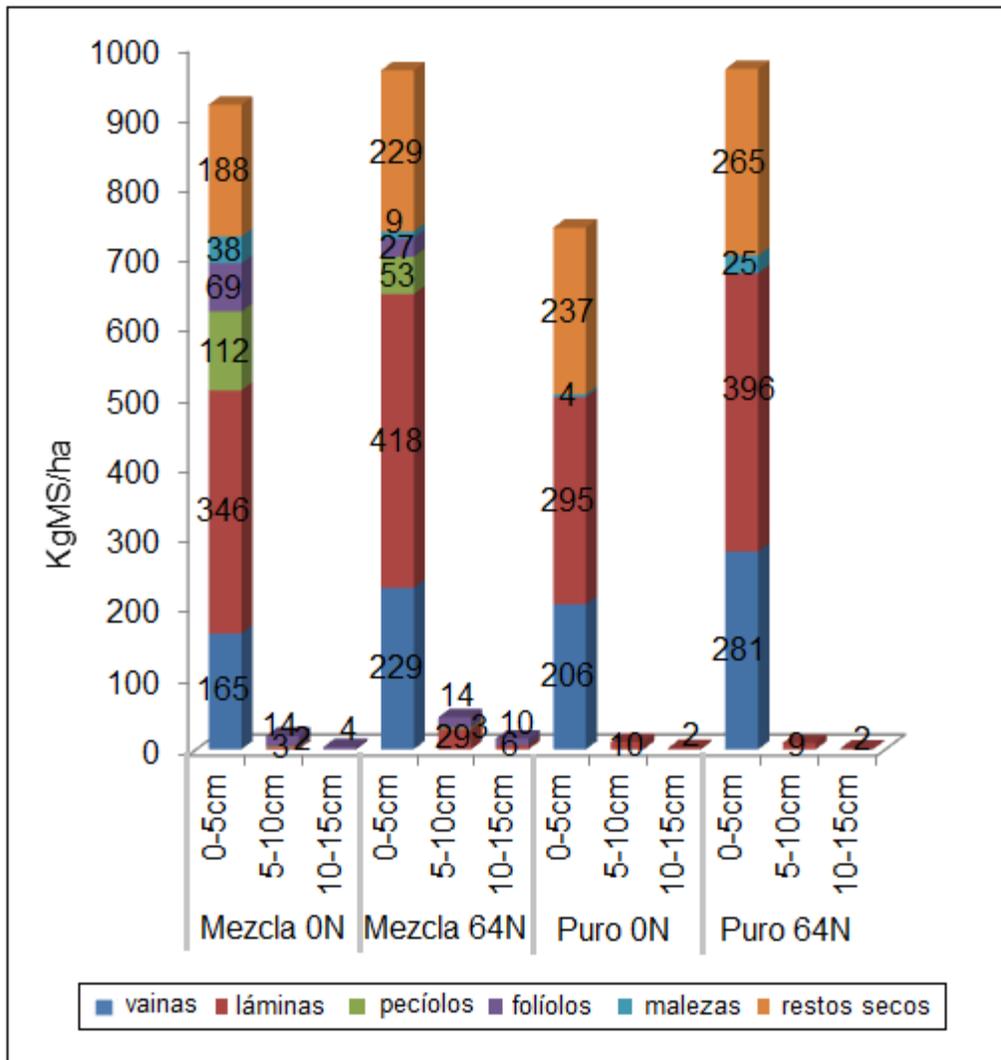


Figura No. 5. Distribución en Kg/ha de materia seca de forraje por estratos de la pastura según composición botánica y fertilización para el invierno.

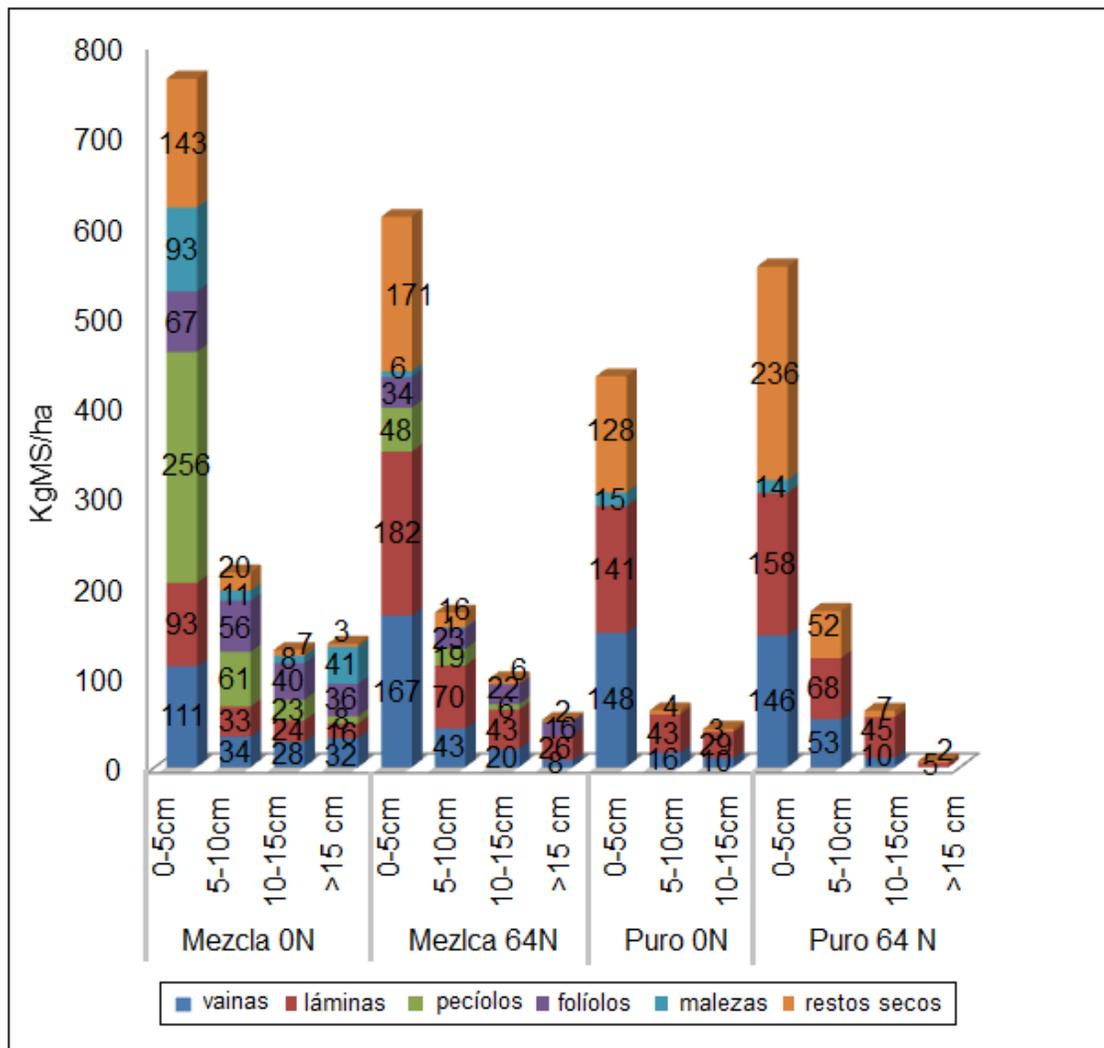


Figura No. 6. Distribución en Kg/ha de materia seca de forraje por estratos de la pastura según composición botánica y fertilización para la primavera.

En las figuras 5 y 6 se analizarán conjuntamente la contribución a la MS en kg/ha de las fracciones vainas, láminas, pecíolos, folíolos, malezas y restos secos por estrato en cada tratamiento (mezcla 0N, mezcla 64N, puro 0N y puro64N) para invierno y primavera.

Al realizar un análisis general, se aprecia que la mayor contribución de materia seca se encuentra en los estratos inferiores (0-5 cm), tanto en los tratamientos mezcla como en los puros, con nitrógeno o sin nitrógeno. Si bien

en las dos épocas estudiadas la mayor contribución de materia seca se encuentra en este estrato, en primavera también hay aporte en los estratos superiores (5-10 cm, 10-15 cm, >15 cm), mientras que en invierno se encuentra concentrado solo en el estrato más inferior (0-5 cm).

Se realizó un análisis sobre el total de biomasa disponible, la cual se incluyó la suma de todos los componentes, gramíneas, leguminosas, malezas y restos secos de ambas estaciones. Cuando se analizó el efecto mezcla y el efecto nitrógeno por separado en el total de los componentes, no se encontró diferencias significativas entre tratamiento puro o mezcla, ni entre fertilizados y no fertilizados (ver anexo 1).

Con el fin de poder comprender estos resultados y de que el análisis de datos sea más representativo, se realizó el análisis estadístico para el estrato 0-5 cm y >5 cm, para todos los tratamientos y componentes ya mencionados. A continuación se desglosa cada componente con el objetivo de interpretar mejor la distribución de los mismos.

4.2.1 Gramíneas

En el siguiente ítem se detalla la disponibilidad de las fracciones de las gramíneas por separado, en el estrato inferior y superior, para los cuatro tratamientos realizados.

4.2.1.1 Láminas

En las siguientes gráficas se detalla la disponibilidad del componente lámina en el estrato inferior y superior.

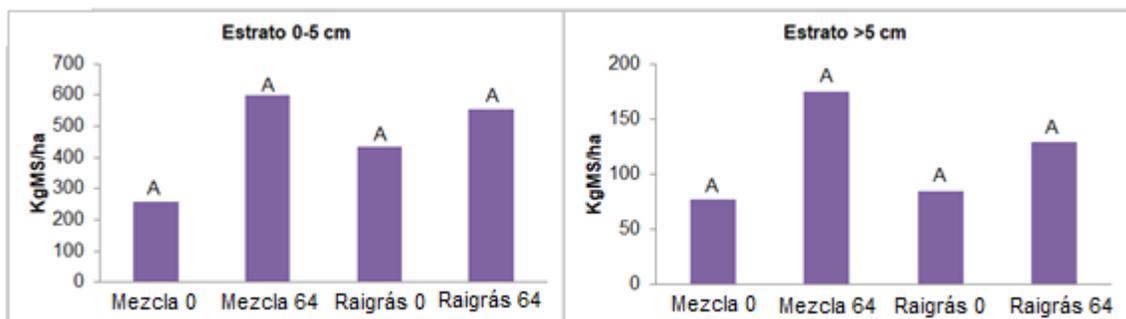


Figura No. 7. Disponibilidad en Kg/ha de materia seca del componente lámina en el estrato de 0-5 cm y >5 cm, para los cuatro tratamientos realizados, en invierno y primavera conjuntamente.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en invierno ni en primavera entre los tratamientos para láminas en los estratos analizados (ver anexo 2).

Cabe destacar que, en ambos estratos, los tratamientos con nitrógeno 0, son inferiores, en términos de disponibilidad de materia seca, a los fertilizados, esto se explica por la capacidad que presenta el nitrógeno para incrementar la producción de verdes y pasturas, y ante su deficiencia, se afecta sensiblemente el crecimiento de las pasturas (García et al., 1999).

A su vez, dentro de los no fertilizados, el tratamiento mezcla 0 presentó igual o sutilmente menor cantidad que el raigrás 0. Este comportamiento observado no concuerda con Washoko y Marriott, Grable et al., citados por Carámbula (2002a), al comparar producciones de materia seca producida en mezclas versus gramíneas puras, observaron que cuando las gramíneas no son fertilizadas con nitrógeno, la producción de forraje se ve favorecida en las mezclas.

Esta menor cantidad de láminas en dicho tratamiento puede deberse a que esta fracción es bien accesible y apetecible al animal, por lo que su consumo es preferente. Según Hodgson (1982), la menor rigidez y mayor facilidad de ruptura que presenta la hoja en comparación con los tallos, posibilita la mayor proporción de cosecha de la misma. Además se sembró menos kg/ha de gramíneas en el tratamiento mezcla, y más kg/ha en el tratamiento puro, ya que la densidad de siembra recomendada para siembras puras es entre 20 - 30 kg/ha, y en mezclas con avena o centeno es entre 10 – 15 kg/ha (Carámbula, 2002a).

Al realizar el análisis estadístico la significancia para ambos estratos, entre estaciones, se encontró diferencias significativas entre las épocas, en el estrato inferior estas diferencias son debidas a la mayor contribución invernal, mientras que en el estrato superior las diferencias con debidas a una mayor contribución primaveral (ver anexo 2).

Agnusdei (1999) afirma que la longitud de la hoja tiende a ser menor en las estaciones de otoño e invierno, debido a la disminución de la temperatura, luego en primavera - verano se incrementa progresivamente lo que explica que en el estrato inferior la cantidad de las mismas sean superiores en invierno y en el estrato superior en primavera.

A su vez, según Garcia y Mazzani (1993), la tasa de aparición foliar (TAF) como la tasa de elongación foliar (TEF) presentan una relación

proporcionalmente directa con la temperatura. A igual temperatura y en situaciones de nitrógeno no limitante, la tasa de elongación de primavera es mayor que la de otoño.

4.2.1.2 Vainas

En la siguiente gráfica se detalla la disponibilidad del componente vaina en el estrato inferior y superior para invierno y primavera.

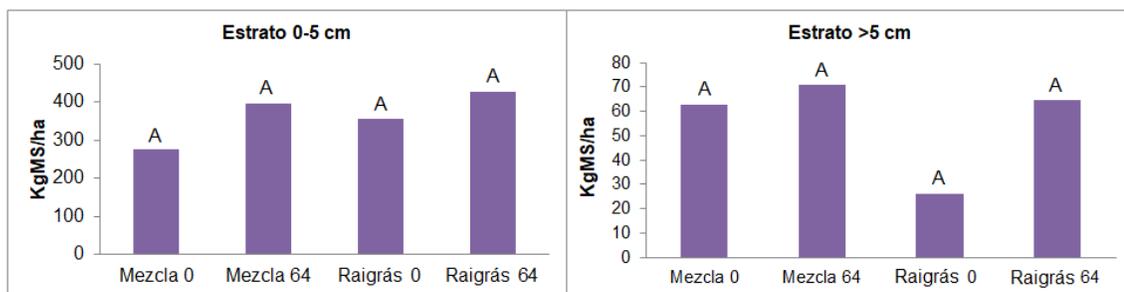


Figura No. 8. Disponibilidad en Kg/ha de materia seca del componente vaina en el estrato de 0-5 cm y >5 cm, para los cuatro tratamientos realizados, en invierno y primavera conjuntamente.

Para esta fracción, al igual que para la fracción láminas, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos en los estratos analizados, ni en invierno ni para la primavera (ver anexo 3).

Al analizar el estrato inferior, puede observarse como los tratamientos no fertilizados, contienen menor cantidad de disponible, este comportamiento es explicado por las mismas razones mencionadas anteriormente para las láminas.

Si bien en el estrato >5 cm, como ya se mencionó, no se encontraron diferencias significativas, cuando se analizó cada tratamiento entre invierno y primavera, sí se encontraron diferencias significativas entre ambas estaciones (ver anexo 3). La mayor cantidad de disponible se corresponde con la primavera, siendo el aporte invernal casi nulo.

Este nulo aporte invernal en el estrato superior, es explicado por García (1995) quien afirma que en invierno la pastura se encuentra densa en los estratos inferiores, mientras que en primavera, las gramíneas se encuentran alargadas con macollos más erectos.

En este estrato, se destaca la menor cantidad de disponible que presenta el tratamiento raigrás 0. Este menor aporte se debe a que al no ser fertilizado, la producción de la gramínea se ve deprimida comparada con las fertilizadas. La respuesta potencial frente al agregado de nitrógeno de un tallo reproductivo se ve limitado por el incremento en el tamaño de los órganos ya formados en el mismo (Morón y Risso, 1994).

Dicha disponibilidad también es inferior al compararla con el tratamiento mezcla 0, debido a que la gramínea de este tratamiento puede verse beneficiada por la fijación biológica de las leguminosas presentes en la mezcla, ya que, las leguminosas anuales proveen nitrógeno al suelo, y éste nutriente podrá ser utilizado por las gramíneas (Carámbula, 2002a).

Al comparar ambos estratos, se puede observar como el estrato inferior es el que presentó mayor contribución de materia seca. Según García (1995) en el estrato inferior (0-5 cm) se encuentra el material menos digestible, esto coincide con más de la mitad del forraje, concordando con lo observado en esta fracción.

Finalmente, tanto para vainas como para láminas (ítem 4.2.1.1), los mayores aportes primaverales en los estratos superiores, se explican debido a que en primavera la pastura se encuentra en estado reproductivo, por lo que alarga sus entrenudos y alcanza una mayor altura, mientras en el invierno al estar en estado vegetativo, la mayor parte del forraje se concentra en los primeros centímetros (García, 1995). Beguet y Bavera (2001) sostienen que los segmentos no se elongan durante la fase vegetativa, por lo que el ápice del tallo permanece en la base del macollo, cerca del nivel del suelo y por debajo de la altura de corte o pastoreo.

4.2.2 Leguminosas

En el siguiente ítem se detalla la disponibilidad de las fracciones de las leguminosas por separado, en el estrato inferior y superior, para los tratamientos realizados.

4.2.2.1 Pecíolos

Las gráficas detallan la disponibilidad del componente pecíolo en el estrato inferior y superior.

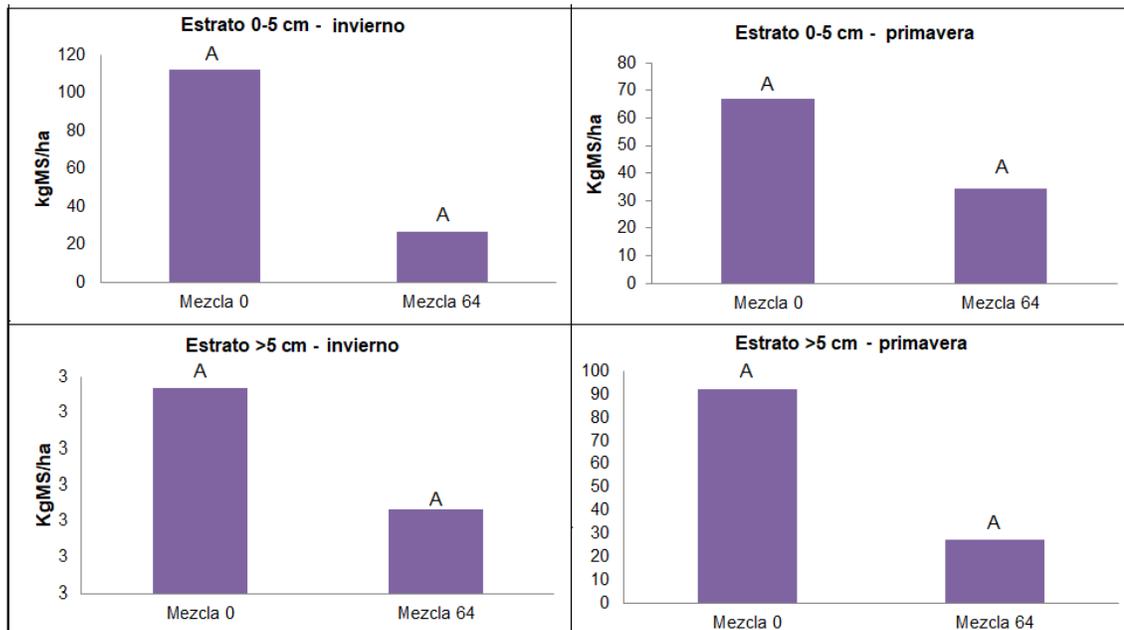


Figura No. 9. Disponibilidad en Kg/ha de materia seca del componente pecíolo en el estrato de 0-5 cm y >5 cm, para los tratamientos realizados, en invierno y primavera.

Como se puede observar en las gráficas, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos analizados en invierno ni para la primavera, en ninguno de los dos estratos.

Si bien no se encontraron diferencias significativas, en todos los tratamientos existió, numéricamente, una menor disponibilidad de materia seca en los tratamientos fertilizados.

Este comportamiento se explica debido a que el agregado externo de nitrógeno compromete la fijación biológica de nitrógeno propia de las leguminosas, deprimiendo su crecimiento y consecuentemente se genera una menor disponibilidad de materia seca correspondiente a pecíolos, esto coincide con Scheneiter y Bertín (2005), quienes afirman que la aplicación de nitrógeno afecta negativamente a la fijación biológica del nitrógeno, disminuyendo el crecimiento de las leguminosas.

No existieron diferencias estadísticamente significativas en cuanto a disponibilidad de materia seca entre estaciones para los estratos analizados (ver anexo 4). Pero cuando se observa el estrato >5 cm, puede verse como el aporte invernal es prácticamente nulo, mientras que en la primavera se observó

una mayor contribución. El mayor aporte en esta estación se debe a que las leguminosas sembradas son más primaverales que invernales, *Trifolium resupinatum*, la cual genera buena producción en primavera (INIA. 2012) y *Trifolium vesiculosum* quien muestra su mayor crecimiento de invierno a primavera (Frame, 2005).

La mayor presencia de pecíolos en el estrato superior puede deberse a la competencia existente entre las especies sembradas, en respuesta la leguminosa tiende a alargar sus pecíolos en busca de luz, esto coincide con Montossi et al. (2000) quienes manifiestan que debido al sombreado que genera la gramínea a las leguminosas, éstas desarrollan pecíolos en el estrato superior, además coincide que en primavera se encuentran en estado reproductivo.

Se observó un notorio contraste en términos de cantidad entre estratos en el invierno, ya que en esta estación la mayor contribución se encuentra en el estrato inferior. Esto se debe a que en invierno, el verdeo se encuentra en estado vegetativo, lo que genera una contribución más densa en dicho estrato. Esto concuerda con García (1995) quien afirma que en invierno el 66% de la biomasa total se ubica en el estrato inferior, lo cual coincide con los datos presentes en la gráficas donde en el estrato inferior la disponibilidad es mayor y en el estrato superior es menor, prácticamente nulo.

Además, Carámbula (2002a) también avala que, las plantas de *Trifolium vesiculosum* durante los primeros meses (invierno) permanecen con hábito postrado en forma de roseta, permaneciendo sus meristemas de crecimiento cerca del suelo y fuera del alcance de los animales.

En cambio, durante la primavera en ambos estratos, se aprecia cómo este comportamiento se invierte a pesar de no ser tan notorio, se debe a que en primavera las leguminosas presentan pecíolos más largos y hojas más grandes por encontrarse en estado reproductivo (García, 1995).

4.2.2.2 Folíolos

En las siguientes gráficas se detalla la disponibilidad del componente folíolo en el estrato inferior y superior.

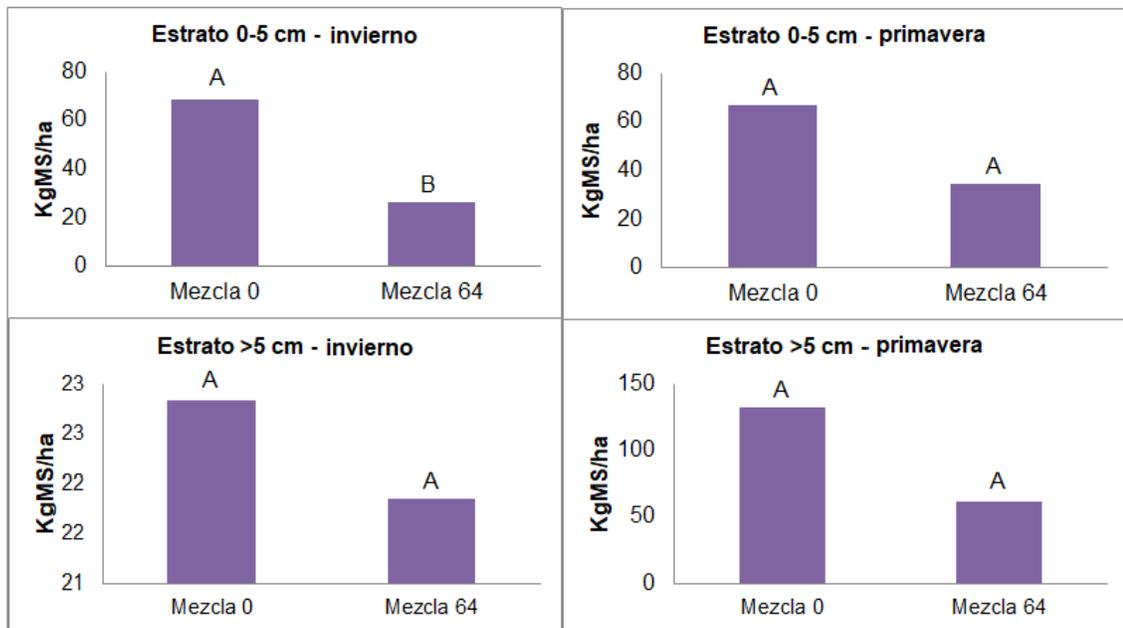


Figura No. 10. Disponibilidad en Kg/ha de materia seca del componente folíolo en el estrato de 0-5 cm y >5 cm, para los tratamientos realizados, en invierno y primavera.

Analizando la fracción folíolos, se observaron diferencias significativas entre la cantidad de materia seca presente en el tratamiento mezcla 0 y mezcla 64, a favor del primero, solo en el estrato inferior y en invierno.

Si bien no se encontraron diferencias significativas en primavera del estrato inferior, ni en ambas estaciones en el estrato superior, numéricamente, estas presentaron el mismo comportamiento, en todos los casos existe una menor disponibilidad de biomasa aérea en los tratamientos fertilizados, como se mencionó en el ítem 4.2.2.1, esto se debe a que la aplicación externa de nitrógeno afectó negativamente a la fijación biológica del nitrógeno, disminuyendo el crecimiento de las leguminosas (Scheneiter y Bertín, 2005).

Cuando se analizó la fracción folíolos entre estaciones para ambos estratos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en el estrato inferior, pero si en el superior (ver anexo 5). En este último, hay mayor

cantidad de materia seca en primavera, como ya fue explicado en el ítem 4.2.2.1, para pecíolos, estas diferencias son debido a que en la primavera, el verdeo alarga sus folíolos por encontrarse en estado reproductivo, lo que genera un mayor aporte (García, 1995).

4.2.3 Restos secos

En el siguiente ítem se detalla la disponibilidad del componente restos secos, en el estrato inferior y superior, para los cuatro tratamientos realizados, para invierno y primavera conjuntamente.

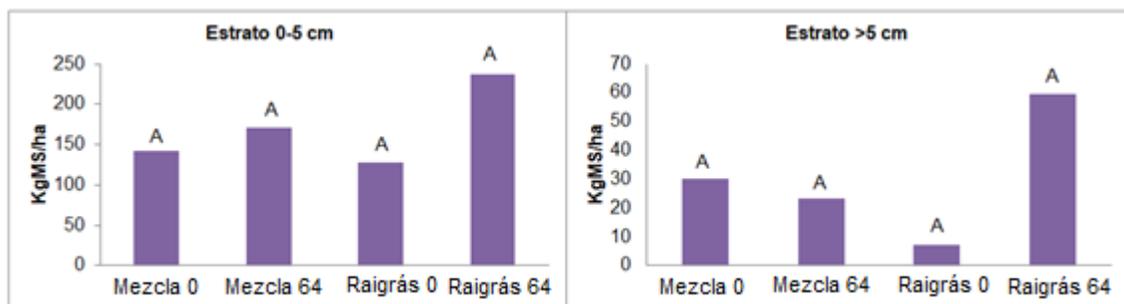


Figura No. 11. Disponibilidad en Kg/ha de materia seca del componente restos secos en el estrato de 0-5 cm y >5 cm, para los cuatro tratamientos realizados.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos para restos secos en los estratos analizados, ni en invierno ni para la primavera para dicha fracción (ver anexo 6).

Numéricamente, se observó, como el estrato inferior contiene mayor cantidad de restos secos, en los cuatro tratamientos, que el estrato superior. A su vez, dentro de este estrato 0-5 cm los tratamientos fertilizados son los que presentaron mayor cantidad de dicha fracción. Montossi et al. (2000) manifiestan que el material muerto se centra en la base de las pasturas, conservando en los estratos superiores una contribución parcialmente importante. Carámbula (2002a) afirma que existe una relación directa entre el nitrógeno y la producción de forraje, lo que provoca que se generen más de restos secos.

En pasturas densas, la muerte de macollos se debe al sombreamiento de las plantas, ya que si se encuentran sombreadas más materia seca es particionada para el crecimiento de macollos existentes y menos para el desarrollo de nuevos macollos (Lemaire y Chapman, 1996).

Cuando se analizó entre estaciones, para ambos estratos, el estrato inferior no presentó diferencias significativas entre las épocas, mientras que en el estrato superior sí se hallaron diferencias significativas (ver anexo 6). La mayor cantidad de restos secos se corresponde con la primavera, siendo el aporte invernal casi nulo.

Si bien, para el estrato de 0-5 cm, no se encontraron diferencias entre las estaciones estudiadas, según Thomas y Norris (1981) se esperan más restos secos en primavera, ya que el crecimiento y desarrollo se aceleran con el aumento de la temperatura, la cual se eleva en la primavera. Este mayor crecimiento y desarrollo provocó que se llegara antes a la vida media foliar y por consiguiente se espera que los restos secos también aumenten.

En cuanto al estrato >5 cm, es lógico que no se encuentren restos secos en invierno, debido a que en este estrato el aporte de gramíneas y leguminosas, es muy pobre (ver ítems 4.2.1 y 4.2.2).

4.2.4 Malezas

En las siguientes gráficas se detalla la disponibilidad de malezas de 0-5 cm para invierno y primavera.

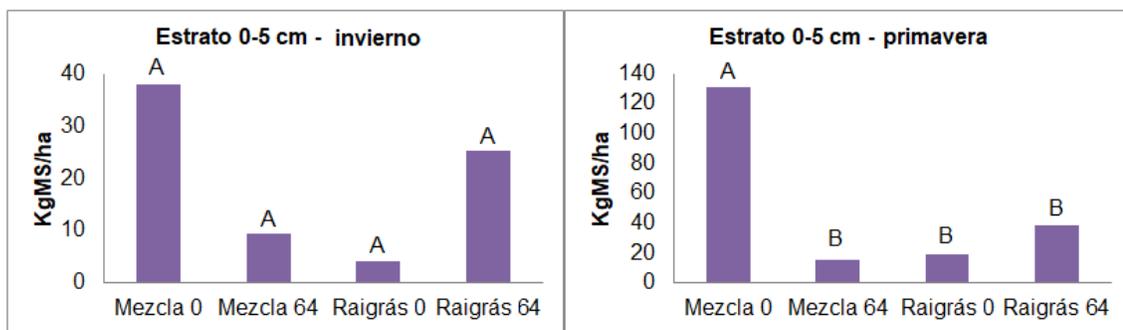


Figura No. 12. Disponibilidad en kg/ha de materia seca del componente maleza en el estrato de 0-5 cm para los cuatro tratamientos realizados en invierno y primavera.

En cuanto a las malezas como se puede observar en la figura 11 para invierno, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los cuatro tratamientos. No obstante, numéricamente el tratamiento mezcla 0 es el que presentó mayor disponibilidad en kg/ha de malezas en este estrato.

Cuando se observa la contribución de malezas en primavera, sí se encontraron diferencias significativas entre tratamientos. El que presentó mayor cantidad estadísticamente de biomasa de malezas fue el tratamiento mezcla cero, al igual que en invierno, a pesar de no encontrarse diferencias estadísticas si coincide numéricamente. Los restantes tres tratamientos fueron semejantes estadísticamente.

Que la gramínea no sea fertilizada puede estar favoreciendo al desarrollo de la maleza en el tratamiento mezcla 0, ya que en el invierno el raigrás se encuentra macollando, y ante la falta de nitrógeno éste tiende a desarrollarse menos que cuando es fertilizada, Morón y Risso (1994) afirman que las gramíneas responden al agregado de nitrógeno, por su habilidad de aumentar el número de macollos. En la primavera, la gramínea se encuentra alargando sus entrenudos, por entrar en estado reproductivo, por lo que empieza a desarrollarse en altura.

El comportamiento de la gramínea sin fertilizar, provoca un menor aporte de materia seca, induciendo a que el animal realice un pastoreo más intenso, sumando a esto, las leguminosas incluidas en la mezcla presentan porte erecto. Dichos comportamientos proporcionan espacios vacíos, lo cual da lugar al crecimiento de las malezas, quien se caracteriza por su habilidad competitiva, ya que al incrementar el uso de la pastura, la proporción de suelo descubierto aumenta, dando lugar a especies rastreras.

Cabe destacar que la mayoría de las malezas presentes en el experimento corresponden con este porte, lo que les facilita colonizar los espacios libres, debido a la plasticidad morfológica y fisiológica de las malezas (Rodríguez, 1988).

A la hora de analizar la contribución en kg/ha de materia seca de malezas en el estrato >5 cm, se decidió no graficarlas ya que en invierno no hubo aporte de este componente en ninguno de los cuatro tratamientos y en primavera solo existió un leve aporte para el tratamiento mezcla 0, al que se le adjudican las mismas explicaciones que para el estrato 0-5 cm.

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los tratamientos entre las estaciones analizadas en ninguno de los dos estratos (ver anexo 7). Es importante mencionar que la proporción de malezas en la pastura es baja.

4.3 EFECTO MEZCLA Y NITRÓGENO SOBRE LAS FRACCIONES DE LAS ESPECIES SEMBRADAS EN EL DISPONIBLE

Se analizará el efecto de la mezcla y el nitrógeno en las fracciones de las especies sembradas, vainas, láminas, pecíolos y folíolos.

Cabe destacar que los datos de este ítem son realizados con el promedio de los tres momentos de pastoreo (inicio, medio y final) en cada estación, lo que indica que los resultados son durante el pastoreo.

4.3.1 Gramíneas

En el siguiente ítem se detalla el efecto mezcla y nitrógeno de las fracciones de las gramíneas en invierno y primavera.

4.3.1.1 Mezcla

En los siguientes cuadros se detalla el efecto de la mezcla en las fracciones de las gramíneas, vainas y láminas para las dos estaciones estudiadas.

Cuadro No. 1. Efecto de la mezcla sobre las gramíneas en invierno

Mezcla	Vainas	Láminas	Total
Medias			
Raigrás	731,40 A	1070,30 A	1801,70
Mezcla	648,45 A	1202,45 A	1850.9

Cuadro No. 2. Efecto de la mezcla sobre las gramíneas en primavera

Mezcla	Vainas	Láminas	Total
Medias			
Raigrás	577,80 A	704,20 A	1282,00
Mezcla	711,70 A	747,68 A	1459,38

Como se puede observar en los cuadros 1 y 2, no existen diferencias estadísticamente significativas en las fracciones analizadas cuando se compara parcelas puras con parcelas mezcla.

En términos generales, tanto en invierno como en primavera, numéricamente el tratamiento mezcla presentó mayor cantidad de materia seca

total. Esto puede explicarse porque el animal tiene capacidad de seleccionar. Esta selección varía dependiendo de la diversidad de especies existentes, del grado de desarrollo de las mismas, de la especie animal y de la presión de pastoreo a las que se las someta (Millot et al., 1987).

El desarrollo de la pastura se ve modificado por la selección de la dieta que realizan los animales. Podrían estar consumiendo mayoritariamente las leguminosas de la mezcla, las cuales presentan mayor calidad y valor nutritivo, siendo estas las especies preferidas por los animales (Millot et al., 1987), dejando más gramíneas las cuales aportan la mayor cantidad de materia seca del tratamiento mezcla.

En el tratamiento puro, al no contener el componente leguminosa, los animales se ven obligados a consumir las gramíneas. Lemaire y Chapman (1996) afirman que el animal dependiendo de la variabilidad disponible de la pastura, es capaz de por medio de la defoliación seleccionar su alimento.

A su vez se observó que en invierno la cantidad de materia seca total, fue superior. Este comportamiento observado no coincide con Carámbula (2002a), quien avala que la mayor entrega de forraje, en gramíneas invernales anuales, se contabiliza en primavera a pesar de que la producción se efectúe en invierno. El menor aporte primaveral se pudo ver deprimido por el factor clima, ya que en esta estación las precipitaciones fueron escasas, lo que provocó una primavera más seca, pudiendo afectar el crecimiento vegetal, generando macollos de menor peso individual.

Este comportamiento es explicado por Passioura, citado por Agnusdei et al. (1998) quien afirma que el déficit hídrico genera reacciones en las plantas, siendo estas capaces de modificar su morfología y fisiología, siendo la expansión foliar es un proceso negativamente afectado por el déficit hídrico.

Agnusdei et al. (1998) también expresan que antes condiciones de deficiencia hídrica, la menor performance de una pastura puede deberse a una menor intercepción de radiación explicada por un bajo IAF.

Los animales, en esta estación, se encuentran con mayor peso, lo que los lleva a consumir mayor cantidad de forraje. Realizar pastoreos intensos en primavera, deprime el mayor crecimiento esperable de las plantas en dicha estación, sujeto a la tolerancia de las mismas al pastoreo y pisoteo, y al descanso que tenga entre pastoreos (Langer, 1981).

4.3.1.2 Nitrógeno

En los siguientes cuadros se detalla el efecto del nitrógeno en las fracciones de las gramíneas, vainas y láminas para las dos estaciones estudiadas.

Cuadro No. 3. Efecto del nitrógeno sobre las gramíneas para invierno

Nitrógeno	Vainas	Láminas	Total
Medias			
0	556,60 A	983,65 A	1540,25
64	823,25 A	1289,10 A	2112,35

Cuadro No. 4. Efecto del nitrógeno sobre las gramíneas para primavera

Nitrógeno	Vainas	Láminas	Total
Medias			
0	569,10 A	582,03 A	1151,13
64	720,40 A	869,85 A	1590,25

Cuando se analizó el efecto del nitrógeno, al igual que en el efecto mezcla, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el agregado o no del mismo.

Es importante remarcar, que numéricamente tanto para invierno como para primavera, se observó mayor cantidad de materia seca con el agregado de nitrógeno, esto concuerda con Carámbula (2002a), quien explicó que existe una relación directa entre el nitrógeno y la producción de forraje. Las gramíneas responden al agregado de nitrógeno, por su habilidad de aumentar el número de macollos y/o aumentar el tamaño de los mismos (Morón y Riso, 1994).

En trabajos sobre raigrás anual y avena, Mazzanti et al. (1997) mostraron que ante la fertilización nitrogenada la tasa de elongación foliar responde positivamente, incrementándose.

Al observar el comportamiento de las gramíneas en invierno, se observó que en ésta estación el aporte numérico fue mayor que en primavera, esto se debe a las mismas razones explicadas en el ítem anterior 4.3.1.2.

A su vez, Morón y Risso (1994) manifestaron que cuando las plantas permanecen vegetativas, es decir en otoño, la capacidad de macollaje se ve favorecida, a diferencia de la primavera, donde ocurre que la capacidad de macollaje se ve reducida por encontrarse en estado reproductivo. Pero la respuesta potencial al agregado de nitrógeno de un tallo reproductivo se ve limitado por el incremento en el tamaño de los órganos ya formados en el tallo. Lo contrario sucede mientras se da el crecimiento vegetativo, en el mismo se pueden generar nuevos macollos y de mayor tamaño.

Cuando se analizó el efecto de la interacción nitrógeno x mezcla para invierno y para primavera, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas (ver anexo 8).

4.3.2 Leguminosas

En el siguiente ítem se detalla el efecto nitrógeno de las fracciones de las leguminosas en invierno y primavera.

4.3.2.1 Nitrógeno

En los siguientes cuadros se detalla el efecto del nitrógeno en las fracciones de las leguminosas, pecíolos y folíolos para las dos estaciones estudiadas.

Cuadro No. 5. Efecto del nitrógeno sobre las leguminosas en invierno

Nitrógeno	Pecíolos	Folíolos	Total
Medias			
0	341,10 A	259,70 A	600,80
64	170,70 A	150,00 A	320,70

Cuadro No. 6. Efecto del nitrógeno sobre las leguminosas en primavera

Nitrógeno	Pecíolos	Folíolos	Total
Medias			
0	1043,90 A	570,85 A	1614,75
64	253,80 A	288,30 A	542,10

Como se observa en los cuadros anteriores no se detectaron diferencias significativas en pecíolos ni folíolos para la variable nitrógeno, tanto en invierno como en primavera.

Si bien las diferencias no fueron significativas, en la cantidad media de materia seca para ambas fracciones y en las dos estaciones analizadas, siempre ésta es mayor sin el agregado de nitrógeno. Este comportamiento es el mismo observado y explicado en el ítem 4.2.2, cuando se analizó las fracciones leguminosas por separado, en términos de disponibilidad para el estrato de 0-5 cm y >5 cm, concordando con Scheneniter y Bertin (2005), quienes afirman que la aplicación de nitrógeno afecta negativamente la fijación biológica de nitrógeno, propia de las leguminosas.

Además, las gramíneas fertilizadas, al tener alta respuesta al agregado del nitrógeno, presentan una mayor productividad de materia seca que las no fertilizadas (como se observó en el ítem 4.3.1.2) lo que también podría estar perjudicando el desarrollo de las leguminosas. Según Rebuffo (1994), las excesivas acumulaciones de forraje incrementan las pérdidas por material muerto, afectando con el sombreado las leguminosas.

Cabe destacar que en invierno, la cantidad numérica de materia seca es menor que en primavera, esto puede deberse a que el primer crecimiento de *Trifolium vesiculosum* es lento, con producción de forraje tardío particularmente en su año de siembra (Carámbula, 2002a), mostrando su mayor crecimiento de invierno a primavera y se alarga hasta principios de verano (Frame, 2005).

En cuanto a la otra especie de leguminosa sembrada, *Trifolium resupinatum*, también generó una buena producción en primavera, con desarrollo más lento frente a bajas temperaturas (invierno, INIA, 2012).

4.4 EFECTO MEZCLA Y NITRÓGENO SOBRE EL DISPONIBLE DE MALEZAS Y RESTOS SECOS EN PASTOREO

Se analizará el efecto de la mezcla y el nitrógeno en malezas y restos secos.

Cabe destacar que los datos de este ítem, al igual que en el anterior, son realizados con el promedio de los tres momentos de pastoreo (inicio, medio y final) en cada estación, lo que indica que los resultados son durante el pastoreo.

4.4.1 Malezas y restos secos

En el siguiente ítem se detalla el efecto mezcla y nitrógeno de los componentes malezas y restos secos.

4.4.1.1 Mezcla

En los siguientes cuadros se detalla el efecto de la mezcla en malezas y restos secos para las dos estaciones estudiadas.

Cuadro No. 7. Efecto de la mezcla sobre malezas y restos secos en invierno.

Mezcla	Malezas	Restos secos
Medias		
Raigrás	43,8 A	752,4 A
Mezcla	70,9 A	624,8 A

Cuadro No. 8. Efecto de la mezcla sobre malezas y restos secos en primavera.

Mezcla	Malezas	Restos secos
Medias		
Raigrás	47,3 A	608,9 A
Mezcla	234,7 A	550,7 A

Con lo que respecta a restos secos, no se encontró diferencias estadísticamente significativas cuando se evaluó el efecto mezcla, para las dos estaciones analizadas.

Pero cabe destacar en ambos tratamientos, la cantidad de restos secos fue mayor numéricamente en invierno que en primavera. Este comportamiento no coincide con lo mencionado en el ítem 4.2.3. para restos secos, donde fue mencionado que Thomas y Norris (1981), afirman que se espera mayor cantidad de restos secos en primavera, debido a que la morfogénesis (crecimiento y desarrollo) presenta notoria respuesta al incremento de temperatura, es decir a mayor temperatura, como sucede en primavera, el crecimiento y desarrollo se aceleran. Se genera más tejido, se llega antes a la vida media foliar, lo que provoca mayor cantidad de restos secos en primavera.

En contraparte, Agnusdei (1999) afirma que en los momentos del año en que la temperatura desciende (otoño) la cantidad de tejido foliar que muere es mayor al que se produce, siendo negativo el balance entre crecimiento y senescencia, disminuyendo la eficiencia de utilización del forraje. En invierno la baja eficiencia se acentúa debido a que las hojas producidas en otoño mueren y son reemplazadas por hojas de menor tamaño producidas a menores

temperaturas. En el período de incremento de temperatura (primavera), el balance se torna positivo y se obtiene una alta eficiencia de utilización.

La menor presencia de restos secos en primavera pudo deberse a un factor climático, la escasez de agua, provocando una primavera más seca, lo que afectó el crecimiento de la pastura, dejando menos disponible para el consumo animal, en esta estación por su mayor tamaño, es esperable que aumenten su consumo, superando la tasa de crecimiento de la pastura.

En cuanto a las malezas, tampoco se encontró diferencias significativas para el efecto mezcla, pero la cantidad de materia seca fue numéricamente mayor en el tratamiento mezcla, tanto para invierno como para primavera. Esto, como se mencionó en el ítem 4.2.4. podría explicarse por el porte erecto de las leguminosas sembradas, dejando más espacios vacíos, mayormente en primavera, por el comienzo del estado reproductivo de dichas especies, además de la menor presencia de gramíneas por tratarse de un tratamiento mezcla (Carámbula, 2002a).

Al haber más espacios vacíos las malezas por su habilidad competitiva que las caracteriza logran ocuparlos. La plasticidad morfológica y fisiológica de las malezas es la clave de su exitosa capacidad para colonizar ambientes diversos. El ciclo fotosintético es una de las características que marcan las principales diferencias entre las plantas (Rodríguez, 1988). Como ya se mencionó en el ítem 4.2.4, el porte rastrero de las malezas ayuda a que dichos espacios sean ocupados.

No obstante, cabe destacar que a pesar de la mayor cantidad en el tratamiento mezcla, la proporción de malezas en la pastura es baja, como se mencionó en el ítem 4.2.4.

4.4.1.2 Nitrógeno

En los siguientes cuadros se detalla el efecto del nitrógeno en malezas y restos secos para las dos estaciones estudiadas.

Cuadro No. 9. Efecto del nitrógeno sobre malezas y restos secos en invierno.

Nitrógeno	Malezas	Restos secos
Medias		
0	62,9 A	636,1 A
64	51,8 A	741 A

Cuadro No. 10. Efecto del nitrógeno sobre malezas y restos secos en primavera.

Nitrógeno	Malezas	Restos secos
Medias		
0	250 A	462,7 A
64	31,9 B	696,8 A

A la hora de evaluar el efecto del nitrógeno en los restos secos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en invierno, ni en primavera, con el agregado o no del nutriente.

Numéricamente coincide que, en ambas estaciones, hay una mayor cantidad de materia seca con el agregado de nitrógeno, lo cual coincide con García et al. (1999) quienes indican que la fertilización es considerada una excelente herramienta para aumentar la producción de verdes y pasturas, pudiéndose generar más cantidad de restos secos con el agregado del mismo. Existe una relación directa entre el nitrógeno y la producción de forraje (Carámbula, 2002a) y por lo tanto de restos secos.

Nuevamente se puede apreciar, al igual que en el efecto mezcla (ítem 4.4.1.1), que los restos secos son mayores en invierno que en primavera, como fue explicado en dicho ítem.

Cuando se analizó el componente malezas, se encontraron diferencias significativas, para el efecto nitrógeno, a favor del tratamiento sin el agregado de nitrógeno, en la primavera. En invierno no se encontraron diferencias significativas.

Esto puede deberse a que la falta de nitrógeno no favoreció a las especies gramíneas, dejando mayores espacios vacíos dando lugar al

crecimiento de las malezas, esto coincide con Rodríguez (1988) quien afirma que las malezas tienen gran capacidad para colonizar ambientes diversos, explicada por su habilidad competitiva, como fue mencionado en el ítem 4.2.4.

Cuando se analizó la interacción nitrógeno x mezcla, no se observaron diferencias significativas para ninguna de las fracciones analizadas (ver anexo 9).

4.5 EVOLUCIÓN DE LAS DIFERENTES FRACCIONES A TRAVÉS DEL TIEMPO

Se describirá la evolución a través del tiempo de los componentes estudiados (vainas, láminas, pecíolos, folíolos, malezas y restos secos) desde el día previo al inicio del pastoreo hasta el final del mismo en cada estación, para los cuatro tratamientos aplicados.

Debido a que el experimento contiene solamente dos bloques el coeficiente de variación es alto, por lo que se decidió no realizar un análisis de varianza para los análisis de este ítem.

4.5.1 Gramíneas

En el siguiente ítem se detalla la evolución a través del tiempo, desde inicio a fin de pastoreo, de los componentes de la gramínea (láminas y vainas) en invierno y primavera.

4.5.1.1 Invierno

En la siguiente figura se muestra la evolución de las fracciones de la gramínea sembrada durante el pastoreo en invierno.

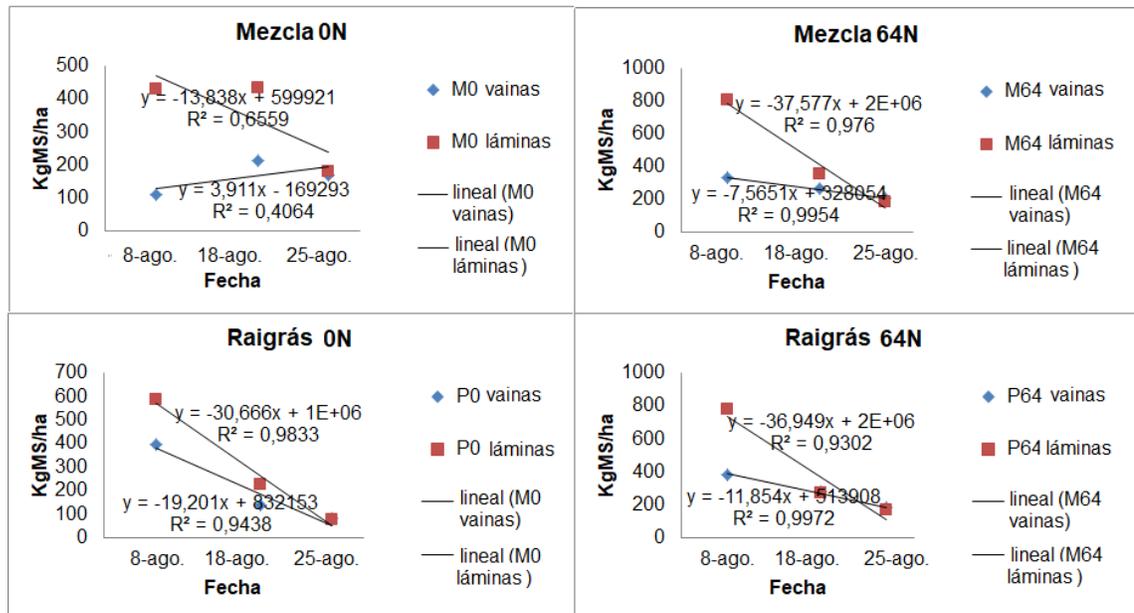


Figura No. 13. Evolución a través del tiempo de los componentes vainas y lámina en kg MS/ha durante el pastoreo para los cuatro tratamientos analizados en invierno.

Como puede observarse en la figura 13 para todos los tratamientos estudiados en la medida que transcurre el período de pastoreo (inicio, medio y final) hay una clara disminución de la fracción láminas, como es esperable el animal tiende a comer inicialmente láminas, por su mayor digestibilidad, no observándose este comportamiento para la fracción vainas.

El consumo diferencial de los animales modifica la pastura al crear relaciones de competencia entre los componentes de la misma. En los primeros días de pastoreo es conocida la desaparición rápida de las primeras hojas, como también en un tapiz mixto la disminución de la proporción de las especies preferidas y de las leguminosas (Millot et al., 1987).

En la fracción vaina, se puede observar que en el tratamiento raigrás 0, éstas disminuyen notoriamente. Esto puede deberse, como se explicó en el ítem 4.3.1.1, a que al no tener leguminosas para seleccionar y ser solo gramíneas, los animales se ven obligados a comer tanto láminas como vainas. Además, si la disponibilidad de láminas es menor, como sucede en este tratamiento, este comportamiento se acentúa.

De todas formas, observando las pendientes, puede verse como el componente láminas cae más que el componente vaina, lo cual indica que, aunque se encuentren ante la necesidad de ingesta, el animal prefiere consumir láminas.

El comportamiento observado, puede estar explicado a que los animales tienen la capacidad de seleccionar el material consumido, siendo preferente el componente más apetecible y digestible, el cual coincide con las láminas. Esto concuerda con Lemaire y Chapman (1996) quienes afirman que el animal dependiendo de la variabilidad disponible de la pastura, es capaz por medio de la defoliación seleccionar su alimento, y con Millot et al. (1987) quienes afirman que las especies preferidas por los animales son las de mayor calidad y valor nutritivo.

La menor rigidez y mayor facilidad de ruptura que presenta la hoja en comparación con los tallos, posibilita la mayor proporción de cosecha de la misma (Hodgson ,1982).

4.5.1.2 Primavera

En la siguiente figura se muestra la evolución de las fracciones de la gramínea sembrada durante el pastoreo en primavera.

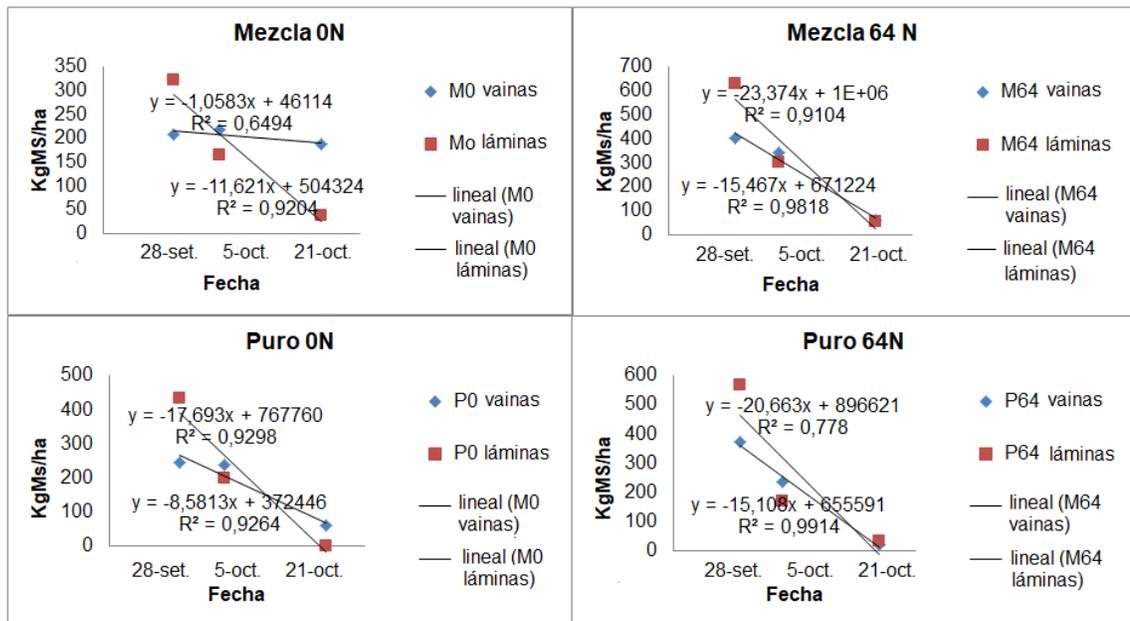


Figura No. 14. Evolución a través del tiempo de los componentes vainas y lámina en kg MS/ha durante el pastoreo para los cuatro tratamientos analizados en primavera.

En la figura 14 se puede observar que la fracción láminas adquiere el mismo comportamiento que en invierno. Presentan una notoria disminución en la medida que transcurren los días de pastoreo. Como fue explicado en el ítem 4.5.1.1, esto sucede por la mejor calidad de esta fracción frente a las vainas, concordando con lo explicitado por Millot et al. (1987), Lemaire y Chapman (1996).

En cuanto a las vainas, se observa como éstas disminuyen, lo cual no concuerda con lo sucedido en invierno, debido a que esta fracción no es preferida por el animal. A su vez, en cuanto a los tratamientos fertilizados se puede observar como la fracción vaina disminuye más que en los tratamientos sin el agregado de nitrógeno, al transcurrir el pastoreo. Este mayor consumo de vainas en primavera puede deberse a que las especies adquieren mayor tamaño en esta estación debido a que el crecimiento y desarrollo responden al incremento de la temperatura (Thomas y Norris, 1981), sumado a esto, los fertilizados incrementan aún más el crecimiento vegetal (Perdomo et al., s.f.) con respecto a los no fertilizados, provocando que la fracción vainas quede más accesible al diente animal en el horizonte de pastoreo lo que provocó un mayor consumo.

El mayor consumo de la fracción vaina en los cuatro tratamientos, puede ser explicado por una deficiencia de producción en consecuencia a las condiciones climáticas presentes en la primavera, las mismas no fueron muy favorables para el normal crecimiento y desarrollo de las especies, lo que conlleva a que la cantidad de materia seca sea menor.

Esta menor cantidad de materia seca, lleva al animal a realizar pastoreo intenso, consumiendo más vainas a pesar de no ser la fracción preferida por ellos, lo cual coincide con Millot et al. (1987) quienes afirman que la selección animal varía dependiendo de la diversidad de especies existentes, del grado de desarrollo de las mismas, de la especie animal y de la presión de pastoreo a las que se las someta, lo que explicaría la disminución de la fracción vainas, como fue mencionado en el ítem 4.3.1.1.

Cabe destacar, y no de menor importancia, que el mayor consumo de vainas también puede deberse a que en primavera, la pastura se encuentra en estado reproductivo, lo que implica por un procedimiento de campo, dicha fracción está compuesta por vaina más tallo, lo que lleva a contabilizar la inflorescencia como vaina.

4.5.2 Leguminosas

En el siguiente ítem se detalla la evolución a través del tiempo, desde inicio a fin de pastoreo, de los componentes de la leguminosa (pecíolos y folíolos) en invierno y primavera.

4.5.2.1 Invierno

En la siguiente figura se muestra la evolución de las fracciones de las leguminosas sembradas durante el pastoreo en invierno.

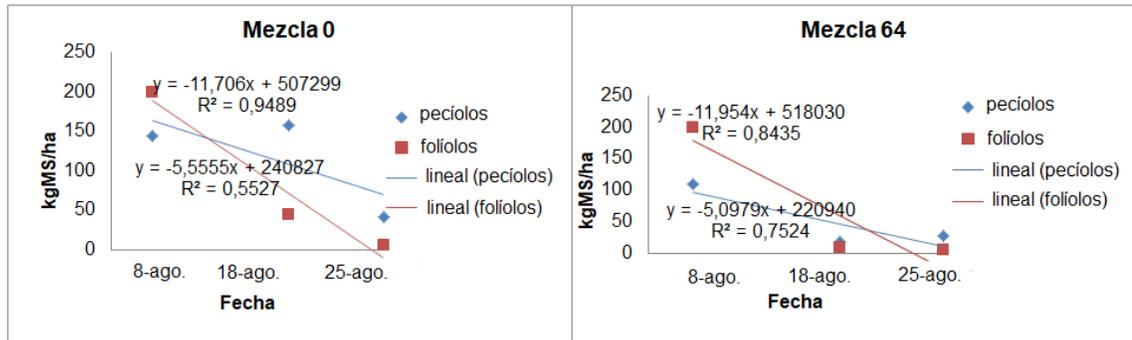


Figura No. 15. Evolución a través del tiempo de los componentes peciolo y folíolo en kg MS/ha durante el pastoreo para los tratamientos analizados en invierno.

Como se puede observar, cuando se graficó la evolución en los tres momentos de pastoreo (día cero, medio y final) durante el invierno, ambas fracciones de las leguminosas, peciolo y folíolos, descienden.

Esto es esperable ya que las leguminosas presentan alta calidad y valor nutritivo, logrando ser las preferidas por los animales. Se observó una disminución más marcada para la fracción folíolos que para peciolo. Esto estaría explicado por ubicarse en estratos superiores dentro de la pastura, dejándolos más accesible al alcance del animal. Hodgson (1981) afirma que la distribución de las especies dentro de la pastura determina la selección de los animales, lo cual coincide con que la fracción más consumida sea la ubicada en el estrato superior.

Si bien, el animal consume mayoritariamente los folíolos, el peciolo también es consumido debido a que ambas fracciones de las especies sembradas presentan alto valor nutritivo. Esto coincide con INIA (2012) quienes indican que *Trifolium resupinatum* presenta una elevada digestibilidad con altos contenidos de proteína bruta (16.3%). Además de ser una especie muy palatable. Carámbula (2002a) aporta información de la otra especie sembrada (*Trifolium vesiculosum*) lo cual muestra buena calidad nutritiva, con mayor producción que otros tréboles.

A la hora de analizar ambos tratamientos, se visualizó que la cantidad de materia seca, el día previo al primer pastoreo, en ambas fracciones de las leguminosas es similar, tanto en el tratamiento con el agregado de nitrógeno como en el sin agregado de este nutriente. Esta similar disponibilidad se debe a que como se explicó en el ítem 4.3.2.1 no se encontraron diferencias significativas entre tratamientos con o sin agregado de nitrógeno.

4.5.2.2 Primavera

En la siguiente figura se muestra la evolución de las fracciones de las leguminosas sembradas durante el pastoreo en primavera.

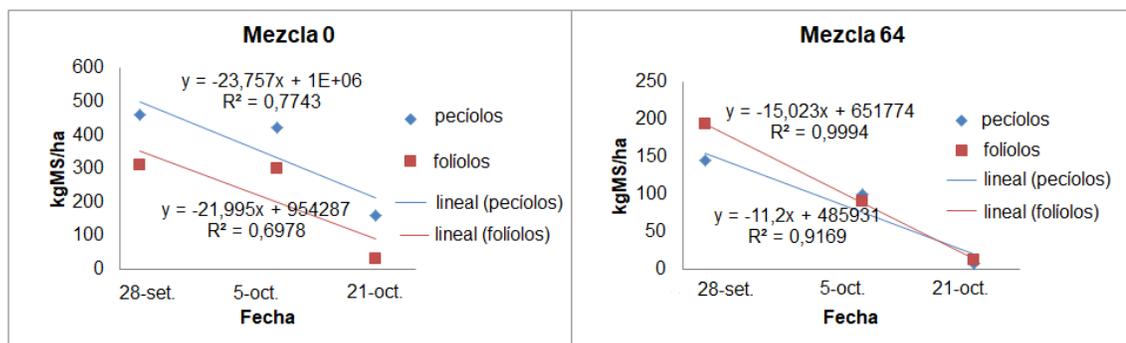


Figura No. 16. Evolución a través del tiempo de los componentes pecíolo y folíolos en kg MS/ha durante el pastoreo para los tratamientos analizados en primavera.

En términos generales en primavera, el comportamiento de pecíolos y folíolos fue similar al de invierno. Se nota un claro descenso en las dos fracciones analizadas en la medida que los días de pastoreo avanzan.

Este comportamiento de ambas fracciones es debido a que la pastura se encuentra en estado reproductivo, por lo cual el animal puede acceder fácilmente a ambos componentes, ya que se han elevado del nivel del suelo. Coincidiendo con García (1995) quien afirma que las leguminosas se encuentran con pecíolos más largos y hojas más grandes en estado reproductivo.

Cabe destacar que la cantidad inicial tanto de folíolos como de pecíolos es numéricamente mayor en esta estación, debido a la buena producción de las leguminosas. Como fue mencionado en el ítem 4.3.2.1, Frame (2005), INIA (2012) indican que ambas especies sembradas, *Trifolium vesiculosum* y *resupinatum*, muestran su mayor crecimiento desde invierno hasta primavera y se alarga hasta principios de verano.

La mayor cantidad de pecíolos que folíolos en ambas estaciones, se debe a que éstos, se ubican mayoritariamente en el estrato inferior, al que el animal accede en menor medida. Millot et al. (1987) afirman que las especies de hábito de crecimiento rastrero, estolonífero o postrado escapan al diente animal, lo que le permite mantenerse con un área foliar remanente aceptable.

Carámbula (2002a) indica que *Trifolium vesiculosum* durante varios meses, presenta los meristemas de crecimiento cerca del suelo y fuera del alcance de los animales, esto sucede mientras tanto su hábito de crecimiento sea postrado en forma de roseta.

En esta sección, al igual que en el ítem 4.3.2.1 de fracciones del disponible de las leguminosas sembradas bajo pastoreo, la materia seca de primavera también es mayor. Si bien en esta estación no se encontró un efecto del nitrógeno significativo, el tratamiento sin fertilizar contiene mayor cantidad de disponible que el fertilizado.

Esta mayor cantidad de materia seca en primavera que en invierno puede deberse al mayor tamaño de las especies sembradas, ya que en dicha estación los incrementos de temperatura favorecen el crecimiento y desarrollo vegetal, tanto de la leguminosa como de la gramínea (Thomas y Norris, 1981). A su vez, el fertilizante promueve el crecimiento de la gramínea (Carámbula, 2002a), ejerciendo más competencia sobre la leguminosa provocando que el tratamiento fertilizado presente menor cantidad de pecíolos y folíolos.

Además, Scheneiter y Bertin (2005) avalan que el crecimiento de las leguminosas se ve disminuido ante la aplicación externa de nitrógeno, por afectar negativamente la fijación biológica del nitrógeno, por lo que también podría estar explicando la menor cantidad de materia seca en el tratamiento fertilizado.

4.5.3 Malezas y restos secos

En el siguiente ítem se detalla la evolución a través del tiempo, desde inicio a fin de pastoreo, de los componentes malezas y restos secos en invierno y primavera.

4.5.3.1 Invierno

En la siguiente figura se muestra la evolución de los componentes malezas y restos secos durante el pastoreo en invierno.

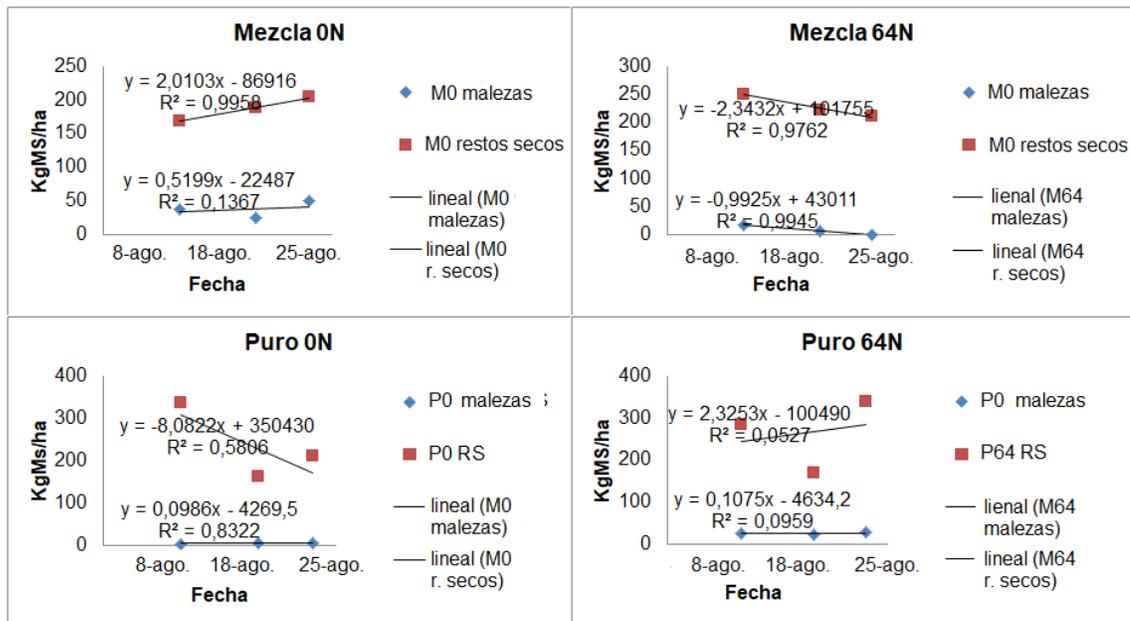


Figura No. 17. Evolución a través del tiempo de los componentes malezas y restos secos en kg MS/ha durante el pastoreo para los cuatro tratamientos analizados en invierno.

Como se puede apreciar en los gráficos, en la medida que transcurre el pastoreo, los cambios en las fracciones analizadas no presentan grandes variaciones, el animal preferentemente no consume restos secos ni malezas. Se observó en el tratamiento puro 0 una caída más marcada de los restos secos. El consumo de esta fracción y en este tratamiento puede deberse a la menor cantidad de material disponible, viéndose el animal obligado a consumirlos.

Como se visualizó en las figuras 6 y 7 del ítem 4.2.1 para la fracción gramínea, numéricamente el tratamiento puro sin fertilizar, presentó una baja cantidad de biomasa aérea disponible, coincidiendo con el tratamiento que presentó mayor pendiente al estudiar la evolución de restos secos a través del tiempo (figura 16), indicando que a medida que transcurre el pastoreo, los mismos son consumidos, debido a que la biomasa verde disponible fue baja. En el ítem 4.2.1, también se observó que el tratamiento mezcla 0 presentó un bajo aporte de material verde disponible, pero es de importancia aclarar que a esta cantidad de gramíneas, hay que sumarle el aporte de la fracción leguminosa (ítem 4.2.2), ya que, en estas gráficas se observó como los restos secos en este tratamiento no fueron consumidos.

Se considera que los animales, ante la escasez de forraje verde y la necesidad de ingesta se ven obligados a consumir dicha fracción, pero cuando presentan forraje verde, estos lo prefieren y rechazan el material muerto. Hodgson, Chacon y Stobbs, Van Dyne, Arnold, Clark et al., L'Huillier et al., Vallentine, citados por Montossi et al. (2000), afirman que comparando el forraje ofrecido al animal, con el que realmente consume, observaron que este último contiene mayor proporción de tejidos vivos y hojas verdes, y menor proporción de tejido muerto y tallos. Lo cual explica que el tratamiento sin la inclusión de leguminosas y sin fertilizar, haya tenido menor disponibilidad de material más apetecible que los restos secos.

Las malezas presentes en el experimento, como *Coronopus didymus*, *Dichondra microcayx* entre otras, presentaron un porte muy bajo, por lo que impidió que el animal las consuma, por no acceder a ellas. Este comportamiento es explicado por Poppi et al., citados por Montossi et al. (2000), quienes afirman debido a la baja digestibilidad e inaccesibilidad por encontrarse en el estrato inferior, tanto el material muerto como las malezas son rechazados.

Como ya fue mencionado en el ítem 4.3.1.1, el animal tiene la capacidad de seleccionar su dieta, y prefiere el material más digestible y accesible, por lo que estas fracciones no son preferidas, mientras haya algo de mayor calidad para consumir. Esto explica porque la cantidad de malezas se incrementa al final del período de pastoreo, el animal no las consume y las mismas continúan su crecimiento.

4.5.3.2 Primavera

En la siguiente figura se muestra la evolución de los componentes malezas y los restos secos durante el pastoreo en primavera.

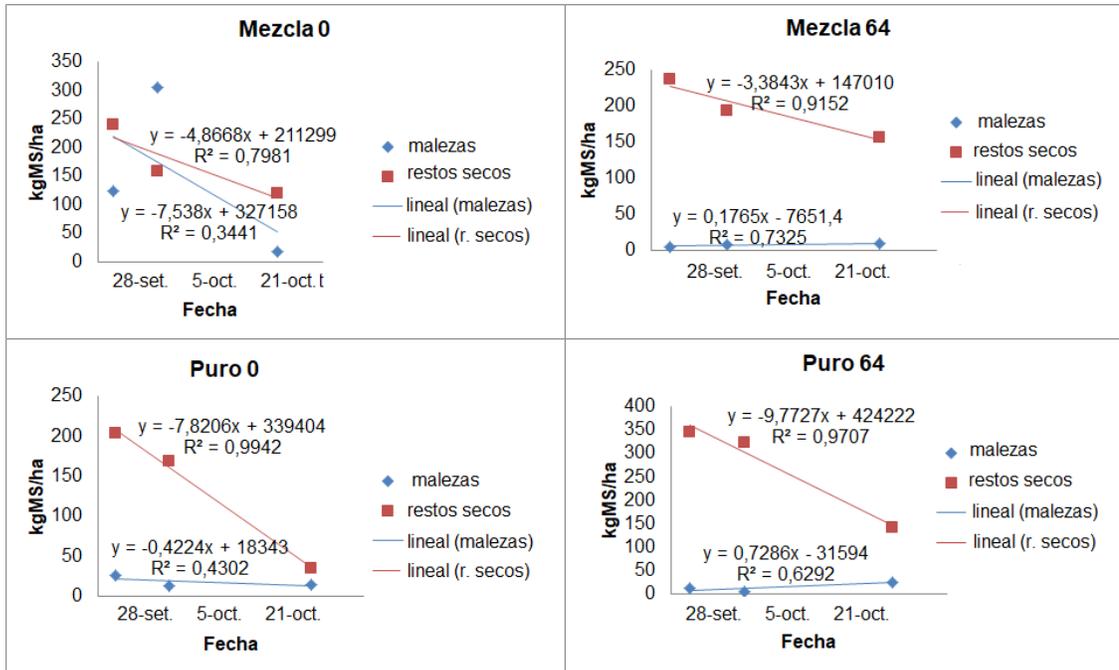


Figura No. 18. Evolución a través del tiempo de los componentes malezas y restos secos en kg MS/ha durante el pastoreo para los cuatro tratamientos analizados en primavera.

Como se puede apreciar en los gráficos, en la primavera se observó una disminución más marcada de los restos secos que en el invierno, lo que indica que en animal está consumiendo esta fracción.

Este comportamiento puede estar explicado por las condiciones climáticas desfavorables, lo que generó una primavera más seca, determinando que el consumo de restos secos haya sido más importante, por falta de material verde. Hodgson (1985), indicó que los diferentes componentes de la pastura controlan la tasa potencial de consumo, influenciando la elección de los animales frente a diferentes fuentes de forraje. Ante una deficiencia de material vegetal verde, los animales consumen material muerto.

A su vez, en esta época, los animales se encuentran más pesados que al inicio del experimento (invierno), lo que conlleva a que realicen un consumo mayor.

En los tratamientos de raigrás puro, sea con o sin el agregado de nitrógeno, se observó una caída mayor de esta fracción, esto se debe a una menor cantidad de forraje disponible, ya que no presentaron el buen aporte

primaveral de la leguminosa (INIA, 2012) por lo que, ante la necesidad de ingesta, se ven obligado a consumirlos.

En lo que respecta al componente maleza, no se apreció un cambio entre los tres momentos de pastoreo, la cantidad es prácticamente nula en primavera, esto podría deberse a que las especies presentes eran de hábito de crecimiento invernal.

5. CONCLUSIONES

No se registró una respuesta significativa al agregado de fertilizante nitrogenado sobre los no fertilizados, ni en el efecto de sembrar mezcla sobre raigrás puro, y tampoco sobre la interacción de ambos para los tratamientos sembrados.

La distribución vertical de la pastura medida en materia seca por estrato en el disponible para gramíneas y leguminosas no mostró diferencias entre tratamientos, pero en el período invernal tanto gramíneas como leguminosas se encontraron mayormente concentradas en el estrato 0-5 cm, mientras que en el período primaveral las leguminosas son superiores en el estrato >5 cm.

En términos de cantidad de materia seca disponible, se observó una superioridad de la fracción gramínea en los tratamientos fertilizados, mientras que para la fracción leguminosa se observó una inferioridad, siendo superiores en los no fertilizados.

En cuanto a la evolución de las fracciones a través del tiempo bajo pastoreo, se concluye que tanto pecíolos como folíolos son preferidos por los animales, y dentro de la fracción gramínea, las láminas son consumidas preferentemente ante las vainas.

Las malezas y restos secos se concentraron en el estrato 0-5 cm tanto en invierno como en primavera, no siendo preferidas por los animales ninguna de las dos fracciones. El enmalezamiento presentó niveles bajos a lo largo del experimento, no provocando inconvenientes en el crecimiento de las pasturas bajo estudio.

Las pocas repeticiones que se hicieron no permitieron encontrar diferencias significativas, si numéricas, lo que determina que sería conveniente realizar de nuevo el experimento con mayor número de repeticiones.

6. RESUMEN

El experimento se realizó en la E.E.M.A.C de Facultad de Agronomía, Paysandú, Uruguay (Latitud 32°22'22.40"S y Longitud 58°3'52.37"O). El período experimental fue desde el 8 de agosto al 21 de octubre del 2016. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de diferentes niveles de fertilización sobre la estructura del tapiz de un verdeo puro y en mezcla con leguminosas. El diseño experimental utilizado fue en bloques completamente al azar con un arreglo factorial de tratamientos. Los tratamientos consistieron de dos mezclas forrajeras anuales y dos niveles de fertilización nitrogenada: mezcla fertilizada con 64 kg/ha N (mezcla 64), mezcla sin fertilizar (mezcla 0), raigrás puro fertilizado con 64 kg/ha N (raigrás 64) y raigrás puro sin fertilizar (raigrás 0). La mezcla estaba compuesta por 70,5% de *Lolium multiflorum* (27% cv. Sabroso, 20% cv. E284, 17,5% cv. Moro y 6% cv. Braçelim), 23,5% de *Trifolium resupinatum* (cv. Maral) y 6% *Trifolium vesiculosum* (cv. Sagit). Se utilizó una mezcla de los mismos cultivares para los tratamientos de raigrás puro. Para todos los tratamientos la mayor cantidad de materia seca se encontró en el estrato inferior de la pastura (0-5 cm). El raigrás predominó, su densidad fue mayor en el estrato inferior (0-5 cm). La leguminosa en invierno predominó en el estrato inferior, pero en primavera en el estrato superior (15-20 cm). No se registraron significancias estadísticas en cuanto a cantidad disponible de biomasa para el efecto nitrógeno, mezcla, ni en su interacción, para gramíneas y leguminosas en las estaciones de invierno y primavera. No se encontró la respuesta esperada en cuanto a la fertilización nitrogenada, numéricamente se incrementó la gramínea, y la leguminosa disminuyó ante el agregado del mismo. Se encontró que, en invierno la gramínea presentó mayor cantidad de biomasa disponible y la leguminosa en primavera. En lo referido a la evolución de las fracciones estudiadas a través del tiempo bajo pastoreo, en invierno la lámina fue más consumida que la vaina, mientras que en primavera no existieron diferencias entre ambas. En los tratamientos fertilizados el consumo de ambas es mayor. Tanto en invierno como en primavera, pecíolos y folíolos son consumidos, pero el consumo de folíolos fue mayor. La fracción restos secos se concentró en el estrato inferior, no fueron preferidos por los animales, pero en invierno en el tratamiento raigrás puro y en todos los tratamientos en la primavera se observó consumo de los mismos. La fracción malezas se mantuvo en niveles bajos concentradas en el estrato inferior, no presentó significancia para el efecto mezcla, ni para el efecto nitrógeno en invierno, pero si para este último en primavera, en el estrato de 0-5 cm, siendo significativamente mayor en el tratamiento mezcla 0.

Palabras clave: Estructura del tapiz; Mezcla forrajera anual; Fertilización nitrogenada.

7. SUMMARY

The experiment was carried out in the E.E.M.A.C Faculty of Agronomy, Paysandú, Uruguay (Latitude 32 ° 22'22.40 "S and Longitude 58 ° 3'52.37" W). The experimental period was from August 8th. to October 21st., 2016. The objective of this work was to evaluate the effect of different levels of fertilization on the structure of the carpet of a pure green and in mixture with legumes. The experimental design used was design in completely randomized blocks with a factorial arrangement of treatments. The treatments consisted of two annual forage mixtures and two levels of nitrogen fertilization: fertilized mixture with 64 kg / ha N (mixture 64), unfertilized mixture (mixture 0), pure ryegrass fertilized with 64 kg / ha N (raigrás 64) and pure unfertilized ryegrass (raigrás 0). The mixture was composed of 70.5% of *Lolium multiflorum* (27% cv. Tasty, 20% cv E284, 17.5% cv. Moro and 6% cv. Braçelim), 23.5% of *Trifolium resupinatum* (cv. Maral) and 6% *Trifolium vesiculosum* (cv Sagit). A mixture of the same cultivars was used for the treatments of pure ryegrass. For all treatments, the highest amount of dry matter was found in the lower stratum of the pasture (0-5 cm). The ryegrass predominated in all strata but its density was higher in the lower layer (0-5 cm). The legume in winter predominated in the lower stratum, but in spring in the upper layer (15-20 cm). No statistical significance was recorded in terms of available amount of dry matter for the nitrogen effect, mixture, or in their interaction, for grasses and legumes in the winter and spring seasons. The expected response regarding nitrogen fertilization was not found, the grass was numerically increased, and the legume decreased before adding it. It was found that, in winter, the grass has more available and the legume in spring. Regarding the evolution of the fractions studied through the time under grazing, in winter the blade was more consumed than the pod, while in spring there were no differences between the two. In the fertilized treatments the consumption of both is greater. Both in winter and in spring, petioles and leaflets are consumed, but the leaflets consumption is greater. The dry residues fraction was concentrated in the lower stratum, they were not preferred by the animals, but in the winter in the pure ryegrass treatment and in all the treatments in the spring they were consumed. The weed fraction remained at low levels concentrated in the lower stratum, did not present significance for the mixing effect, nor for the nitrogen effect in winter, but for the latter in spring, in the stratum 0-5 cm, being significantly higher in the treatment mix 0.

Keywords: Tapestry structure; Annual forage mix; Nitrogen fertilization.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. Agnusdei, M.; Colabelli, M.; Mazzanti, A.; Lavreveux, M. 1998a. Fundamentos para el manejo de pastizales y pasturas cultivadas de la pampa húmeda bonaerense. Argentina. INTA Balcarce. Boletín Técnico no. 147. 16 p.
2. _____.; _____.; _____.; _____. 1998b. El proceso de crecimiento y desarrollo de gramíneas forrajeras como base para el manejo de la defoliación. INTA Balcarce . Boletín Técnico no. 148. 21 p.
3. _____. 1999. Analyse de la dynamique de la morphogénese foliare et de la défoliation de plusieurs espèces de graminées soumises à un pâtunaje continu dans une communauté végétale de la Pampa humède (Argentine). (en línea). Thèse de Doctorat Spécialité Sciences Agronomiques. Lorraine, France. Institut National Polytechnique de Lorraine/INRA. Lusignan Unite d'Ecophysiologie des Plantes Fourragères. 101 p. Consultado abr.2018. Disponible en http://docnum.univ-lorraine.fr/public/INPL_T_1999_AGNUSDEI_M.pdf
4. Alexander, K. I.; Thompson, K. 1982. The effect of clipping frequency on the competitive interaction between two perennial grasses species. *Oecologia*. 53(2): 251 - 254.
5. Altamirano, A.; Da Silva, H.; Durán, A.; Echeverría, A.; Panario, D.; Puentes, R. 1976. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo, MAP. DSF. t.1, 96 p
6. Anslow, R. C.; Green, J. O. 1967. The seasonal growth of pasture grasses. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*. 68(1): 109-122.
7. Ayala, W.; Carámbula, M. 1994. Respuesta a la fertilización nitrogenada de tres gramíneas sembradas en cobertura. In: Seminario de Actualización Técnica (1º., 1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 43-48 (Serie Técnica no.51).

8. Azanza Brancato, A.; Panissa Gilardoni, R. J.; Rodríguez d'Avila Weber, H. 2004. Evaluación de la fertilización nitrogenada de campo natural bajo pastoreo de vacunos en el período primaveral. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 91 p.
9. Barbazán, M.; Perdomo, C. s.f. Nitrógeno. Montevideo, Facultad de Agronomía. 74 p.
10. Beguet, H. A.; Bavera, B. A. 2001. Fisiología de la planta pastoreada. (en línea). In: Curso de Producción Bovina de Carne (2º., 2001, Río Cuarto). Sistemas de pastoreo. Río Cuarto, UNRC. FAV. pp. 18-24. Consultado jun. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreo%20sistemas/04-fisiologia_de_la_planta_pastoreada.pdf
11. Bircham, J. S.; Hodgson, J. 1983. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. Grass and Forage Science. 38(4):323 - 331.
12. Bottaro, C.; Zabala, F. 1973. Efecto de la fertilización mineral NPK en la producción de forraje de algunas pasturas naturales de Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 170 p.
13. Bradshaw, A. D. 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. Advances in Genetics. 13: 115-155.
14. Briske, D. D. 1996. Strategies of plant survival in grazed systems: a functional interpretation. In: Hodgson, J.; Illius, A. W. eds. The ecology and management of grazing systems. Portland, Oregon, CAB International. pp. 37-67.
15. Caldwell, M. 1991. Ecophysiology of rangeland plants. Journal of Range Management. 44: 423-424.
16. Carámbula, M. 1977. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 463 p.
17. _____. 1998. Producción y manejo de pasturas sembradas. Montevideo, Hemisferio Sur. 201 p.

- 18._____. 2002a. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
- 19._____. 2002b. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t.3, 413 p.
- 20._____.2004. Pasturas y forrajes: manejo, persistencia y renovación de pasturas. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.
- 21._____.2010. Pasturas y forrajes: potenciales y alternativas para producir forraje. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p.
- 22.Carnevalli, R. 2003. Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente. (en línea). Tese de Doutorado. Piracicaba, Brasil. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. 149 p. Consultado abr.2018.
Disponibile en
<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-09022004-145840/pt-br.php>
- 23.Carvalho, P. C. F.; Prache, S.; Damasceno, J. C. 1999. O processo de pastejo; desafios da procura e apreensão de forragem pelo herbívoro. In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (36a., 1999, Porto Alegre). Trabalhos apresentados. s.n.t. pp. 253 - 268.
- 24._____. 2001. Importancia da estrutura da pastagem na ingestao e selesao de dietas pelo animal em pastejo. In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (39a., 2001, Piracicaba). Trabalhos apresentados. s.l., FEALQ. pp. 853-871.
- 25.Casal, J. J.; Deregibus, V. A.; Sánchez, R. A. 1984. Influencia de la calidad de luz sobre el macollaje de gramíneas forrajeras. Revista Argentina de Producción Animal. 4(supl.3): 279-288.
- 26._____.; _____.; _____. 1985. Variation in tiller dynamics and morphology in *Lolium multiflorum* vegetative and reproductive plants as affected by differences in red/far-red irradiation. Annals of Botany. 56(4): 553-559.
- 27.Cauduro, G. 2006. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado sob diferentes intensidades e

métodos de pastejo. Revista Brasileira Zootecnia. 35(4): 1298-1307.

28. Chapman, D.; Lemaire, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: Baker, M. J. ed. Grassland for our world. Wellington, Curitiba, SIR. pp. 95-104.
29. Díaz Roselló, R. 1993. Pastoreo de trigo. Montevideo, INIA. 21 p. (Serie Técnica no. 36).
30. Díaz Zorita, M. 1997. Verdeos de invierno. In: Melgar, R.; Díaz Zorita, M. eds. La fertilización de cultivos y pasturas. Buenos Aires, Hemisferio Sur. pp. 175-182.
31. Durán, A. 1985. Los suelos del Uruguay. Montevideo, Uruguay, Hemisferio Sur. pp. 47-64.
32. _____; García Préchac, F. 2007. Suelos del Uruguay; origen, clasificación, manejo y conservación. Montevideo, Hemisferio Sur. v.1, 333 p.
33. Fagundes, J. L.; Silva, S. C.; Pedreira, C. G. S. 1999. Intensidades de pastejo e a composicao morfologica de pastos de Cynodon spp. Scientia Agricola. 56(4): 897-908.
34. Fernández, G. 1996. Dinámica del enmalezamiento en siembra directa. In: Curso de Actualización Técnica de Malezas (2º., 1996, Colonia). Trabajos presentados. Montevideo, INIA. s.p.
35. Fogg, G. E. 1973. El crecimiento de las plantas. Buenos Aires, s.e. 320 p.
36. Formoso, F. A. 1994. Efectos de dosis y momento de aplicación de nitrógeno sobre la aplicación de semillas de festuca Tacuabé, falaris Urunday, dactylis Oberon. In: Seminario de Actualización Técnica (1º., 1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 19-25 (Serie Técnica no.51).
37. Frame, J. 1982. Efectos de los animales sobre las pasturas. In: Reunión Técnica sobre Persistencia de Pasturas (30ª., 1982, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, IICA/PROCISUR/BID. pp. 53-67 (Diálogo no. 5).

- 38._____. 2005. Forage legumes for temperate grasslands. Enfield, New Hampshire, FAO. 309 p.
- 39.García, J. 1977. Biología de las plantas forrajeras. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 1-22.
- 40._____. 1995. Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, INIA. 10 p. (Serie Técnica no. 66).
- 41.García, F. O.; Ruffo, M. L.; Daverede, I. C. 1999. Fertilización de pasturas y verdeos. (en línea). Informaciones Agronómicas del Cono Sur. no.1:366-379. Consultado mar. 2018. Disponible en <http://www.latindex.org/latindex/ficha?folio=12304>
- 42.García, S. C.; Mazzanti, A. 1993. Fertilización nitrogenada en ryegrass anual cv. "Grassland Tama". In: Jornada de Producción de Carne y Leche (1993, Tandil). Trabajos presentados. Tandil, CREA. s.p.
- 43.Gastal, F.; Belanger, G.; Lemaire, G. 1992. A model of the leaf extension rate of all fescue in response to nitrogen and temperature. Annals of Botany. 70(5): 437-442.
- 44.González Rodríguez, A. 1982. Respuesta de la pradera mixta a la aplicación de nitrógeno. Fijación de nitrógeno. (en línea). In: Reunión de la Sociedad Española para el Estudio de los Pastos (22ª ., 1982, La Coruña). Trabajos presentados. La Coruña, s.e. pp. 107-118. Consultado feb. 2018. Disponible en <http://polired.upm.es/index.php/pastos/article/viewFile/754/751>
- 45.Gottscall, C. S.; Da Silva, J.; Rodrigues, C. 1998. Ecofisiologia das pastagens e ecologia da pastagem. In: Ciclo de Palestras em Producao e Manejo de Bovinos de Corte (3o., 1998, Canoas, RS, Brasil). Enfase, manejo e utilização sustentável de pastagem: anais. Canoas, Rio Grande do Sul, ULBRA. pp. 14-29.
- 46.Grant, S. A.; Barthram, G. I.; Torvell, L. 1981. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium multiflorum* swards. Grass and Forage Science.36(3): 155-168.
- 47.Heitschmidt, R. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranza. Journal of Range Management. 40: 216-223.

48. Hodgson, J. 1981. Variations in the surface characteristics of the sward and the short-term rate of herbage intake by calves and lambs. *Grass and Forage Science*. 36(1): 49-57.
49. _____. 1982. Ingestive behaviour. *In*: Leaver, J. D. ed. *Herbage intake handbook*. s.l., British Grassland Society. pp. 113-139.
50. _____. 1985. The control of herbage intake in the grazing at the Texas experimental ranch. *Journal of Range Management*. 40: 216-223.
51. _____. 1990. *Grazing management: science into practice*. New York, Longman. 203 p.
52. Hunt, I. V. 1969. Introducción experimental a los problemas de manejo de pasturas en la mesopotamia Argentina. INTA. Serie Didáctica. no. 8: 3 - 23.
53. Huthings, M.; De Kroon, H. 1994. Foraging in plants; the role of morphological plasticity in resource acquisition. *Advances in Ecological Research*. 25: 159-238.
54. Illius A. W.; Gordon, I. J.; Milne, J. D. 1993. Diet selection in mammalian herbivores: constraints and tactics. *In*: Hughes, R. N. ed. *Diet selection: an interdisciplinary approach to foraging behavior*. Boston, Blackwell. pp. 157 - 181.
55. INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, UY). 2012. Bases del llamado a interesados para la producción y comercialización de semilla del cultivar de *Trifolium resupinatum* LE 90-33. (en línea). Montevideo. pp. 5-7. Consultado feb. 2018. Disponible en http://www.inia.org.uy/estaciones/las_brujas/actividades/documentos/resupinatum.pdf
56. Johns, G. G. 1974. A soil water use relationship for incorporation in model simulation of dryland herbage production. *In*: International Grassland Congress (12th., 1974, Moscow, Russia). Proceedings. Moscow, s.e. cap. 2, pp. 659-666.
57. Korte, C. J. 1986. Tillering in "Grassland Nui" perennial ryegrass swards. 2. Seasonal pattern of tillering and age of flowering tillers with two mowing frequencies. *New Zealand Journal of Agricultural Research*. 29(4): 629-638.

58. Langer, R. H. M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. 514 p.
59. Lemaire, G.; Agnusdei, M. 1990. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: Lemaire, G.; Hodgson, J.; Moraes, A. eds. Grassland ecophysiology and grazing ecology. Curitiba, CABI. pp. 265-287.
60. _____; Champan, D. 1996. Tissue flows in grazed plants communities. In: Hodgson, J.; Illius, A. W. ed. The ecology and management of grazing systems. Curitiba, CABI. pp. 3-36.
61. _____. 1997. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover: In: International Symposium on Animal Production under Grazing (61st., 1997, Viçosa). Proceedings. Viçosa, Minas Gerais, Universidad Federal de Viçosa. pp. 117-144.
62. Louda, S. V. 1990. Herbivore influences on plant performance and competitive interactions. In: Grace, J. B.; Tilmann, D. eds. Perspectives on plant competition. San Diego, s.e. pp. 414-443.
63. McMeekan, C. P. 1960. Grazing management. In: International Grassland Congress (8th., 1960, Reading, England). Proceedings. Oxford, Alden. pp. 21-27.
64. Marcelino, K. R. A. 2006. Características morfológicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação. Revista Brasileira de Zootecnia. 35(6): 2243-2252.
65. Matthew, C.; Assuero, C.; Black, C.; Sackville Hamilton, N. 2000. Tiller dynamics of grazed sward. In: Lemaire, G. ed. Grassland ecophysiology and grazing ecology. Wallingford, CAB. pp. 127-150.
66. Mazzanti, A.; Gastal, F.; Lemaire, G. 1994. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage of tall fescue sward continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamic. Grass and Forage Science. 49(2): 112-120.
67. _____.; Wade, M. H.; García, M. C. 1997. Efecto de la fertilización nitrogenada de invierno sobre el crecimiento y la composición

química del forraje de raigrás anual. Revista Argentina de Producción Animal. 17: 25-33.

68. Millot, J. C.; Risso, D.; Methol, R. 1987 Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
69. Montossi, F.; Pigurina, G.; Santamarina, I.; Berretta, E. 2000. Selectividad animal y valor nutritivo de la dieta de ovinos y vacunos en sistemas ganaderos: teoría y práctica. Montevideo, Hemisferio Sur. 63 p.
70. Morón, A.; Risso, D. 1994. Comentarios generales sobre el de nitrógeno en pasturas. In: Seminario de Actualización Técnica (1º., 1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 51-69 (Serie Técnica no. 51).
71. Nabinger, C. 1996. Eficiencia do uso de pastagens; disponibilidade e perdas de forragem. In: Simposio sobre Manejo da Pastagem (14º., 1996, Piracicaba). Fundamentos do pastejo rotacionado: anais. Piracicaba, s.e. pp. 213-251.
72. Olmos, F. 1992. Aportes para el manejo de campo natural. Montevideo, INIA. 39 p. (Serie Técnica no. 20)
73. Otegui, F. 1978. Utilización de pasturas con ovinos. Trabajos Técnicos Anuario Comisión Honoraria del Plan Agropecuario 1977-1978: 7-17.
74. Ovalle, C.; Del Pozo, L.; Arredondo, S.; Chavarría, J. 2005. Adaptación, crecimiento y producción de nuevas leguminosas forrajeras anuales en la zona mediterránea de Chile. (en línea). Agricultura Técnica. 65 (3): 256-277. Consultado mar. 2018. Disponible en <http://dx.doi.org/10.4067/S0365-28072005000300004>.
75. Paruelo, J. M.; Piñeiro, G.; Altersor, A. I.; Rodríguez, C.; Oesterheld, M. 2004. Cambios estructurales y funcionales asociados al pastoreo en los pastizales del Río de la Plata. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical- Grupos Campos (20ª., 2004, Salto, Uruguay). Memorias. Salto, Universidad de la República. pp. 53-61.

76. Peacock, J. M. 1975. Temperatura and leaf growth in *Lolium perenne*, in the thermal microclimate: its measurement and relation to plant growth. *Journal of Applied Ecology*. 12: 115-123.
77. Pérez González, L. V. 2012. Evaluación de la fertilización nitrogenada del campo natural para *Stipa setigera* Presl y *Bromus auleticus* Trinius bajo pastoreo vacuno en el período invernal. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 138 p.
78. Pontes Da Silveira, L. 2003. Variáveis morfológicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado em diferentes alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 32: 814-820.
79. _____. 2004. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 33: 529-537.
80. Poppi, D. P.; Hughes, T. P.; Hurler, P. J. 1987. Intake of pasture for grazing animals. In: Nicol, A. ed. *Livestock feeding on pasture*. Ruakura, New Zealand Society of Animal Production. pp. 55-64.
81. Rebuffo, M. 1994. Fertilización nitrogenada en pasturas mezcla. In: Seminario de Actualización Técnica (1º., 1994, La Estanzuela, Colonia). Nitrógeno en pasturas. Montevideo, INIA. pp. 43-48 (Serie Técnica no. 51).
82. Rinaldi, C.; Espasandín, A.; Soca, P. 1995. Estructura del tapiz, calidad de la dieta y performance de novillos sometidos a diferentes presiones de pastoreo. *Revista Argentina de Producción Animal*. 15 (1): 282-284.
83. Robson, M. J.; Ryle, G. J. A.; Woledge, J. 1988. The grass plant - its form and function. In: Jones, M. B.; Lazemby, A. eds. *The grass crop: the physiological basis of production*. London, Chapman and Hall. pp. 25-83.
84. Rodríguez, J. 1988. Las malezas y el agroecosistema. (en línea). Montevideo, Facultad de Agronomía. s.p. Consultado jun. 2018. Disponible en <http://www.pv.fagro.edu.uy/Malezas/Doc/LAS%20MALEZAS%20Y%20EL%20AGROECOSISTEMAS.pdf>

- 85.Saldanha, S.; Boggiano, P.; Cadenazzi, M. 2012. Oferta de forraje, producción y composición de una pastura de *Lolium perenne*. Agrociencia (Uruguay). 16(1): 150-159.
- 86.Scheneiter, J. O.; Bertín, O. D. 2005. Fertilización en pasturas mixtas. (en línea). In: Jornada a Campo: avances en Producción y Manejo de Pasturas (2005, Pergamino). Trabajos presentados. Pergamino, INTA. pp. 42-46. Consultado abr. 2018. Disponible en http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pasturas_fertilizacion/11-fertilizacion_pasturas_mixtas.pdf
- 87.Simon, J. C.; Lemaire, G. 1987. Tillering and leaf area index in grasses in the vegetative phase. Grass and Forage Science. 42(4): 373-380.
- 88.UPNA (Universidad Pública de Navarra, ES). s.f. *Trifolium resupinatum*. (en línea). Tudela. s.p. Consultado mar. 2018. Disponible en http://www.unavarra.es/herbario/pratenses/htm/Trif_resu_p.htm
- 89.Thomas, H.; Norris, I. B. 1981. The Influence of light and temperature on growth and death in simulated swards of *Lolium perenne*. (en línea). Grass and Forage Science. 2 (36): 107-116. Consultado may.2018. Disponible en <http://onlinelibrary.wiley.com/wol1/doi/10.1111/j.1365-2494.1981.tb01546.x/abstract>
- 90.Thornton, B.; Millard, P. 1997. Increased defoliation frequency depletes remobilization of nitrogen for leaf growth in grasses. Annals of Botany. 80: 89-95.
- 91.Zanoniani, R.; Noël, S. 1997. Verdeos de invierno. UEDY (Unidad Experimental y Demostrativa de Young). Cartilla no. 2. s.p.
- 92._____. 2009. Efecto de la producción de forraje y la fertilización nitrogenada sobre la productividad otoño invernal de un campo natural del litoral. Tesis Magister en Ciencias Agrarias. Paysandú, Uruguay. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. 77 p.

9. ANEXOS

Anexo No. 1

Efecto mezcla y nitrógeno sobre el total general del disponible de materia seca por hectárea.

Efecto de la mezclas sobre todos los componentes del experimento.

Mezcla	Medias totales
Mezcla	6330,5 A
Raigrás	4536,1 A

Efecto del nitrógeno sobre todos los componentes del experimento.

Nitrógeno	Medias totales
0N	5211,0 A
64N	5655,1 A

Anexo No.2

Intervalos de confianza por estrato y por estación para fracción láminas.

Estrato 0-5 cm - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 64	146.61	452.99	A
Puro 64	123.74	430.12	A
Mezcla 0	65.95	372.34	A
Puro 0	64.55	370.94	A

Estrato 0-5 cm para invierno - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 64	242.36	593.10	A
Puro 64	220.46	571.20	A
Mezcla	170.30	521.04	A
Puro 0	119.43	470.17	A

Estrato 0-5 cm para primavera - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 64	40.25	135.88	A
Puro 64	7.03	102.66	A
Mezcla 0	-4.78	90.83	A
Puro 0	-5.84	89.77	A

Estrato >5 cm - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 64	40.25	135.88	A
Puro 64	7.03	102.66	A
Mezcla 0	-4.78	90.83	A
Puro 0	-5.84	89.77	A

Estrato >5 cm para invierno - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 64	-28.89	99.09	A
Puro 0	-51.82	76.16	A
Puro 64	-53.26	74.72	A
Mezcla 0	-60.86	67.12	A

Estrato >5 cm para primavera - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 64	77.03	205.03	A
Puro 64	34.97	162.96	A
Mezcla 0	18.92	146.91	A
Puro 0	7.77	135.76	A

Estrato 0-5 cm - efecto época.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Invierno	275.82	451.19	A
Primavera	5.62	230.99	B

Estrato >5 cm - efecto época.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Primavera	66.67	130.67	A
Invierno	-16.71	47.28	B

Anexo No. 3

Intervalos de confianza por estrato y por estación para fracción vainas.

Estrato 0-5 cm - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 0	23.23	163.83	A
Mezcla 64	3.93	144.53	A
Puro 64	-5.49	135.10	A
Puro 0	-44.23	96.36	A

Estrato 0-5 cm para invierno - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Puro 64	78.27	484.40	A
Mezcla 64	64.43	470.57	A
Puro 0	3.20	409.33	A
Mezcla 0	-38.27	367.87	A

Estrato 0-5 cm para primavera - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite Inferior	Límite Superior	Significancia
Puro 64	-57.17	398.40	A
Mezcla 64	-7.73	398.40	A
Puro 0	-54.63	351.50	A
Mezcla 0	-91.70	314.43	A

Estrato >5 cm - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 64	-25.31	99.55	A
Puro 64	-30.03	94.83	A
Puro 0	-49.39	75.46	A
Mezcla 0	-15.66	109.20	A

Estrato >5 cm para invierno - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Puro 0	-70.29	70.29	A
Mezcal 0	-70.29	70.29	A
Mezcal 64	-70.29	70.29	A
Puro 64	-70.29	70.29	A

Estrato >5 cm para primavera - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 0	23.23	163.83	A
Mezcla 64	3.93	144.53	A
Puro 64	-5.49	135.10	A
Puro 0	-44.23	96.36	A

Estrato 0-5 cm - efecto época.

Época	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Invierno	128.44	331.51	A
Primavera	48.72	251.79	A

Estrato >5 cm - efecto época.

Época	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Primavera	29.51	99.80	A
Invierno	-35.15	35.15	B

Anexo No. 4

Intervalos de confianza por estrato y por estación para fracción pecíolos.

Estrato 0-5 cm para invierno - efecto nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 0	-28.73	252.47	A
Mezcla 64	-87.36	193.83	A

Estrato 0-5 cm para primavera - efecto nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 0	115.17	396.37	A
Mezcla 64	-84.10	197.10	A

Estrato >5 cm para invierno - efecto nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 64	-72.27	79.60	A
Mezcla 0	-74.10	77.77	A

Estrato >5 cm para primavera - efecto nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 0	16.26	168.14	A
Mezcla 64	-47.83	104.04	A

Estrato 0-5 cm - efecto época.

Época	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Primavera	56.71	255.55	A
Invierno	-16.86	181.97	A

Estrato >5 cm - efecto época.

Época	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Primavera	6.45	113.85	A
Invierno	-50.94	56.44	A

Anexo No. 5

Intervalos de confianza por estrato y por estación para fracción folíolos.

Estrato 0-5 cm para invierno - efecto nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 0	47.37	90.09	A
Mezcla 64	5.14	47.85	A

Estrato 0-5 cm para primavera - efecto nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 0	45.45	88.25	A
Mezcla 64	13.90	56.62	A

Estrato >5 cm para invierno - efecto nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 64	-52.53	99.53	A
Mezcla 0	-58.19	93.86	A

Estrato >5 cm para primavera - efecto nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 0	47.35	199.41	A
Mezcla 64	-15.19	136.86	A

Estrato 0-5 cm - efecto época.

Época	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Primavera	35.98	66.18	A
Invierno	32.51	62.7	A

Estrato >5 cm - efecto época.

Época	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Primavera	38.34	145.87	A
Invierno	-33.09	74.42	B

Anexo No. 6

Intervalos de confianza por estrato y por estación para fracción restos secos.

Estrato 0-5 cm - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Puro 64	86.19	415.34	A
Mezcla 64	35.41	364.55	A
Puro 0	17.83	346.97	A
Mezcla 0	0-61	329.75	A

Estrato 0-5 cm para invierno - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Puro 64	85.72	444.47	A
Puro 0	57.12	415.87	A
Mezcla 64	49.55	408.31	A
Mezcla 0	8.19	366.94	A

Estrato 0-5 cm para primavera - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Puro 64	57.05	415.81	A
Mezcla 64	-8.34	350.41	A
Mezcla 0	-36.57	322.17	A
Puro 0	-51.07	307.67	A

Estrato >5 cm - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Puro 64	1.45	32.41	A
Mezcla 0	-0.44	30.51	A
Mezcla 64	-3.88	27.08	A
Puro 0	-11.81	19.14	A

Estrato >5 cm para invierno - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 64	-19.25	19.25	A
Mezcla 0	-19.25	19.25	A
Puro 0	-19.25	19.25	A
Puro 64	-19.25	19.25	A

Estrato >5 cm para primavera - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Puro 64	14.61	53.12	A
Mezcla 0	10.81	49.32	A
Mezcla 64	3.94	42.45	A
Puro 0	-11.92	26.58	A

Estrato 0-5 cm - efecto época.

Época	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Primavera	55.52	309.20	A
Invierno	30.07	283.75	A

Estrato >5 cm - efecto época.

Época	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Primavera	13.98	33.24	A
Invierno	-9.62	9.62	B

Anexo No. 7

Intervalos de confianza por estrato y por estación para fracción malezas.

Estrato 0-5 cm - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla	48.36	82.15	A
Puro 64	2.59	36.37	B
Puro 0	-6.02	27.75	B
Mezcla 64	-9.04	24.74	B

Estrato 0-5 cm para invierno - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 0	14.81	60.98	A
Puro 64	2.05	48.21	A
Mezcla 64	-13.71	32.45	A
Puro 0	-19.01	27.15	A

Estrato 0-5 cm para primavera - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 0	69.53	115.70	A
Puro 0	-5.41	40.75	B
Puro 64	-9.25	36.91	B
Mezcla 64	-16.75	29.41	B

Estrato >5 cm - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 0	-0.03	56.45	A
Mezcla 64	-27.69	28.78	A
Puro 64	-28.24	28.24	A
Puro 0	-28.24	28.24	A

Estrato >5 cm para invierno - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 0	-37.42	37.42	A
Puro 64	-37.42	37.42	A
Mezcla 64	-37.42	37.42	A
Puro 0	-37.42	37.42	A

Estrato >5 cm para primavera - efecto mezcla X nitrógeno.

Tratamiento	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Mezcla 0	18.99	93.84	A
Mezcla 64	-36.32	38.52	A
Puro 64	-37.42	37.42	A
Puro 0	-37.42	37.42	A

Estrato 0-5 cm - efecto época.

Época	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Primavera	21.07	44.15	A
Invierno	7.57	30.65	A

Estrato >5 cm - efecto época.

Época	Límite inferior	Límite superior	Significancia
Primavera	-4.33	33.09	A
Invierno	-18.71	8.71	A

Anexo No. 8

Prueba Tukey para el total del disponible para la fracción láminas y vainas.

Efecto del nitrógeno X mezcla para invierno.

Tratamiento	Vainas	Láminas
Medias		
Puro 64	844,00 A	1219.70 A
Mezcla 64	802.50 A	1358.50 A
Puro 0	618.80 A	920.90 A
Mezcla 0	494.40 A	1046.40 A

Efecto del nitrógeno X mezcla para primavera.

Tratamiento	Vainas	Láminas
Medias		
Puro 64	632,10 A	771,00 A
Mezcla 64	808,70 A	968,70 A
Puro 0	523,50 A	637,40 A
Mezcla 0	614,70 A	526,65 A

Anexo No. 9

Prueba Tukey para el total del disponible para la fracción restos secos y malezas.

Efecto del nitrógeno X mezcla para invierno.

Tratamiento	Malezas	Restos secos
Medias		
Puro 64	75.40 A	795.30 A
Mezcla 64	28.10 A	686.80 A
Puro 0	12.20 A	709.50 A
Mezcla 0	113.70 A	562.70 A

Efecto del nitrógeno X mezcla para primavera.

Tratamiento	Malezas	Restos secos
Medias		
Puro 64	41.50 A	810.90 A
Mezcla 64	22.30 A	582.70 A
Puro 0	53,00 A	406.90 A
Mezcla 0	447.10 A	518.60 A