

**EFFECTO DE LA ASIGNACIÓN DE FORRAJE Y
SUPLEMENTACIÓN SOBRE LA ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN
BOTÁNICA DE UNA PASTURA MEZCLA**

por

**Mónica FERNANDEZ GUTIERREZ
Maria Paula NAVA FERREIRA**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2008**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

Ing. Agr. Pablo Boggiano

Ing. Agr. Alfredo Silverman

Fecha

Autor:

Mónica Fernández Gutiérrez

Maria Paula Nava Ferreira

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar queremos agradecerle a nuestra familia por el apoyo incondicional durante toda la carrera.

A los Ingenieros Agrónomos Ramiro Zanoniani y Pablo Boggiano.

A Mónica Cadenazzi por su dedicación y disposición.

A Sully Toledo por su amabilidad y disposición.

A todos los que nos facilitaron el trabajo: Paula García, Claudia Pereyra, Diego Cortazo, Gustavo Viera, Andy, toro Ustra, Colombino, etc.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRAFICA</u>	2
2.1 ASPECTOS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE FORRAJE.....	2
2.1.1 <u>Aspectos morfológicos</u>	3
2.1.2 <u>Aspectos fisiológicos</u>	3
2.1.3 <u>Aspectos morfogenéticos</u>	6
2.1.3.1 Tasa de aparición de hojas (TAN).....	8
2.1.3.2 Tasa de elongación foliar (TEF).....	9
2.1.3.3 Vida media foliar.....	9
2.1.4 <u>Efecto del pastoreo sobre las variables morfogenéticas</u>	10
2.1.4.1 Efecto del pastoreo sobre la tasa de aparición de hojas.....	11
2.1.4.2 Efecto del pastoreo sobre la tasa de elongación foliar.....	12
2.1.4.3 Efecto del pastoreo sobre la vida media foliar.....	13
2.1.5 <u>Efecto del pastoreo sobre las características estructurales</u>	13
2.2 ESTRUCTURA VERTICAL DE LA PASTURA.....	15
2.2.1 <u>Distribución vertical de la pastura</u>	16
2.2.2 <u>Factores que afectan la estructura vertical del tapiz</u>	18
2.2.2.1 Tipo de pastura.....	18
2.2.2.2 Estación del año.....	18
2.2.2.3 Edad de la pastura.....	18
2.2.2.4 Manejo del pastoreo.....	19
2.2.2.5 Selección animal.....	21
2.3 COMPOSICION BOTANICA VISUAL.....	23
2.3.1 <u>Factores que afectan la composición botánica del tapiz</u>	24
2.3.1.1 Manejo del pastoreo.....	24
2.3.1.2 Selección animal.....	29

2.4 EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE LA PASTURA.....	30
2.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES SEMBRADAS.....	31
2.5.1 Gramíneas.....	31
2.5.1.1 <i>Lolium perenne</i>	31
2.5.2 Leguminosas.....	32
2.5.2.1 <i>Lotus corniculatus</i>	32
2.5.2.2 <i>Trifolium repens</i>	33
3. MATERIALES Y METODOS.....	35
3.1 LOCALIZACION Y PERIODO EXPERIMENTAL.....	35
3.2 DESCRIPCION DEL EXPERIMENTO.....	35
3.3 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS.....	36
3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	36
3.5 PASTURA UTILIZADA.....	36
3.6 MEDICIONES REALIZADAS.....	37
3.6.1 <u>Composición botánica visual</u>	37
3.6.2 <u>Evolución de la altura de la pastura durante el pastoreo</u>	38
3.6.3 <u>Determinación de la estructura vertical</u>	38
3.7 ANALISIS ESTADISTICO.....	39
3.7.1 <u>Altura de la pastura y composición botánica por estrato</u>	39
3.7.2 <u>Composición botánica visual</u>	40
4. RESULTADOS Y DISCUSION.....	41
4.1 DATOS METEOROLOGICOS.....	41
4.2 ESTRUCTURA DE LA PASTURA.....	44
4.2.1 <u>Contribución botánica por estrato en kilogramos por hectárea de materia seca disponible</u>	44
4.2.2 <u>Distribución porcentual de la materia seca disponible por estrato de la pastura</u>	47
4.2.3 <u>Contribución botánica por estrato en porcentaje por hectárea de materia seca disponible</u>	50
4.2.4 <u>Contribución botánica por estrato en kilogramos por hectárea de materia seca remanente</u>	53
4.2.5 <u>Distribución porcentual de la materia seca remanente por estrato de la pastura</u>	57
4.2.6 <u>Contribución botánica de materia seca remanente por estrato en porcentaje</u>	60

4.2.7 <u>Contribución botánica de materia seca desaparecido por estrato en kilogramos por hectárea</u>	63
4.2.8 <u>Distribución porcentual de la materia seca desaparecido por estrato de la pastura</u>	66
4.2.9 <u>Contribución botánica por estrato en porcentaje por hectárea de materia seca desaparecido</u>	68
4.3 <u>COMPOSICIÓN BOTÁNICA VISUAL</u>	70
4.3.1 <u>Composición botánica visual disponible en porcentaje por tratamiento</u>	70
4.3.2 <u>Composición botánica visual de la materia seca remanente en porcentaje por tratamiento</u>	75
4.3.3 <u>Porcentaje de indicadores de degradación pre pastoreo por tratamiento</u>	79
4.3.4 <u>Porcentaje de indicadores de degradación post pastoreo por tratamiento</u>	81
4.4 <u>ALTURA DE LA PASTURA</u>	83
5. <u>CONCLUSIONES</u>	88
6. <u>RESUMEN</u>	89
7. <u>SUMMARY</u>	90
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u>	92
9. <u>ANEXOS</u>	100

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Nivel de significancia para la interacción asignación*suplementación de raigras en porcentaje en el disponible.....	71
2. Nivel de significancia para el efecto de asignación de forraje en porcentaje de trébol blanco en el disponible	72
3. Nivel de significancia para la interacción de lotus disponible en porcentaje.....	73
4. Nivel de significancia para el efecto de asignación de restos secos disponible en porcentaje.....	73
5. Nivel de significancia para el efecto de asignación y suplementación de raigras remanente en porcentaje.....	76
6. Nivel de significancia para la interacción de trébol blanco remanente en porcentaje.....	76
7. Nivel de significancia para la interacción de lotus remanente en porcentaje.....	77
8. Nivel de significancia para la interacción de restos secos remanente en porcentaje.....	77
9. Nivel de significancia para la interacción de suelo desnudo disponible en porcentaje.....	80
10. Nivel de significancia para la interacción de suelo desnudo remanente en porcentaje.....	82
11. Nivel de significancia de la interacción para la hora cero.....	86
12. Nivel de significancia del efecto de asignación y suplementación para la hora tres.....	86

13. Nivel de significancia del efecto de asignación y suplementación para la hora seis	86
14. Nivel de significancia del efecto de asignación y suplementación para la hora dieciséis	87

Figura No.	
1. Mapa de distribución de la parcelas.....	37
2. Registro de temperaturas para el periodo experimental y media histórica.....	42
3. Registro de precipitaciones durante el experimento....	43
4. Distribución en kg /há de materia seca de forraje disponible por horizontes de la pastura, según asignación de forraje y composición botánica en kg /há de materia seca de cada fracción por horizonte de la pastura en los tratamientos con suplementación de sorgo.....	44
5 Distribución en kg /há de materia seca de forraje disponible por horizontes de la pastura, según asignación de forraje y composición botánica en kg /há de materia seca de cada fracción por horizonte de la pastura en los tratamientos sin suplementación de sorgo	45

6. Contribución porcentual disponible de los estratos para cada tratamiento con suplementación de sorgo.....	47
7. Contribución porcentual disponible de los estratos para cada tratamiento sin suplementación de sorgo.....	48
8. Composición botánica en porcentaje de los horizontes de la pastura disponible para los tratamientos con suplementación de sorgo.....	50
9. Composición botánica en porcentaje de los horizontes de la pastura disponible para los tratamientos sin suplementación de sorgo.....	51
10. Distribución en kg /há de materia seca de forraje remanente por horizontes de la pastura, según asignación de forraje y composición botánica en kg /há de materia seca de cada fracción por horizonte de la pastura en los tratamientos con suplementación de sorgo.....	53
11. Distribución en kg /há de materia seca de forraje remanente por horizontes de la pastura, según asignación de forraje y composición botánica en kg /há de materia seca de cada fracción por horizonte de la pastura en los tratamientos sin suplementación de sorgo.....	54
12. Contribución porcentual remanente de los estratos para cada tratamiento con suplementación de sorgo.....	57
13. Contribución porcentual remanente de los estratos para cada tratamiento sin suplementación de sorgo.....	58
14. Composición botánica en porcentaje de los horizontes de la pastura remanente para los tratamientos con suplementación de sorgo.....	60

15. Composición botánica en porcentaje de los horizontes de la pastura remanente para los tratamientos sin suplementación de sorgo.....	61
16. Distribución en kg /há de materia seca de forraje desaparecido por horizontes de la pastura, según asignación de forraje y composición botánica en kg /há de materia seca de cada fracción por horizonte de la pastura en los tratamientos con suplementación de sorgo.....	63
17. Distribución en kg /há de materia seca de forraje desaparecido por horizontes de la pastura, según asignación de forraje y composición botánica en kg /há de materia seca de cada fracción por horizonte de la pastura en los tratamientos sin suplementación de sorgo.....	64
18. Contribución porcentual desaparecido de los estratos para cada tratamiento con suplementación de sorgo.....	66
19. Contribución porcentual desaparecido de los estratos para cada tratamiento sin suplementación de sorgo.....	66
20. Composición botánica en porcentaje de los horizontes de la pastura desaparecido para los tratamientos con suplementación de sorgo.....	68
21. Composición botánica en porcentaje de los horizontes de la pastura desaparecido para los tratamientos sin suplementación de sorgo.....	69
22. Contribución en porcentaje de especies en la composición botánica visual disponible para tratamientos con y sin suplementación de sorgo para todo el período experimental.....	70
23. Contribución en porcentaje de especies en la composición botánica visual remanente para tratamientos con y sin suplementación de sorgo para el	75

período experimental.....	
24. Porcentaje de suelo desnudo y suelo cubierto en la pastura disponible de asignaciones de forraje con y sin suplementación de sorgo para el período experimental.....	79
25. Porcentaje de suelo desnudo y suelo cubierto en la pastura remanente de asignaciones de forraje con y sin suplementación de sorgo para el período experimental.....	81
26. Evolución de la altura de la pastura desde inicio del pastoreo a través del tiempo para cuatro asignaciones de forraje con suplemento.....	83
27. Evolución de la altura de la pastura desde inicio del pastoreo a través del tiempo para cuatro asignaciones de forraje sin suplemento.....	84

1. INTRODUCCIÓN

La siembra de praderas mezclas surgió como forma de levantar la restricción que presenta el campo natural para la producción ganadera, intentando suplir las deficiencias que este presenta en cuanto a calidad y cantidad de forraje producido.

La siembra de praderas mezclas fue una innovación introducida desde Nueva Zelanda en donde presentan una muy buena producción y por ende una buena productividad. Luego de incorporar dicha innovación en el Uruguay surgieron problemas de persistencia, relacionados con una temprana desaparición de las leguminosas y posterior pérdida de las gramíneas.

Lo mencionado anteriormente se encuentra estrechamente relacionado al manejo del pastoreo, ya que normalmente en las pasturas mezclas se siembran especies con diferentes hábitos de crecimiento (porte) y hábitos de vida, determinando que cuando se realiza la defoliación se promueven algunas especies en detrimento de otras. Por otro lado, la intensidad a la que se pastorea, promueve el desarrollo de un tapiz más o menos concentrado en el estrato inferior que trae aparejado una variación en la accesibilidad por parte de los animales y por lo tanto la utilización.

La hipótesis de este trabajo tiene como objetivo determinar el efecto de distintas asignaciones de forraje sobre la estructura y composición botánica de la pastura mezcla *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*, tiene como objetivo determinar si existe un efecto de la intensidad del pastoreo sobre la distribución de la biomasa aérea de la pastura y relacionar como influyen diferentes asignaciones de forraje y la suplementación energética, sobre la composición botánica y estructura de una pastura.

La importancia de este trabajo radica en que la información generada puede resultar de utilidad para realizar un mejor manejo de las pasturas sembradas pudiéndose así maximizar su potencial de producción, aumentando los indicadores físicos y de esta forma mejorar la rentabilidad de la producción.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ASPECTOS GENERALES DE LA PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE FORRAJE

Una pastura es una comunidad vegetal dinámica asociada a diversos macro y micro organismos, sujeta a cambios dependientes de factores internos dados por la constitución genética de sus componentes taxonómicos, de factores externos ambientales que afectan los procesos fisiológicos de las mismas y de la interacción de ambos efectos. Los principales factores que afectan el crecimiento de las pasturas son: suelo, clima, composición botánica y manejo del pastoreo (Carámbula, 1977).

Para realizar un adecuado manejo de la eficiencia de la producción y utilización de las pasturas es necesario definir estrategias de cosecha orientadas a optimizar el pastoreo del material vegetal antes de que se produzca el envejecimiento y muerte de la primer hoja totalmente expandida que apareció con posterioridad a la defoliación precedente, para esto es necesario tener en cuenta aspectos de la morfología de las especies que la componen así como también aspectos fisiológicos y morfogenéticos (Agnusdei et al., 1998).

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

Lamaire y Chapman (1996), Nabinger (1996) definen la eficiencia en la utilización como la proporción de forraje total acumulado que es removido por los animales antes de entrar en senescencia.

La utilización de pasturas por parte de los animales depende según Nabinger (1996) de 3 factores que son; el intervalo entre defoliaciones consecutivas, el tiempo de acceso de los animales a esa pastura y la intensidad con la cual la parte aérea es consumida. A esto factores los denomina "componentes del pastoreo" y relacionándolos se pueden caracterizar los distintos tipos de pastoreo.

Otras formas de definir la utilización de pasturas es considerando como referencia a la presión de pastoreo en relación con la carga animal, alcanzando su óptimo cuando se equilibran las ganancias por animal y por hectárea, determinando así la capacidad de carga de la pastura (Euclides et al., 1995).

2.1.1 Aspectos morfológicos

Para realizar un adecuado manejo de la pastura se deben tener en cuenta aspectos de las especies que la componen. Uno de estos aspectos se refiere a la altura (ubicación) a la cual se encuentran sus puntos de crecimiento en las diferentes épocas del año (Carámbula, 1977).

Esta característica está asociada con el hábito de crecimiento de las plantas, aquellas que tengan un hábito erecto, tendrán sus puntos de crecimiento más susceptibles al diente del animal mientras que las de hábito postrado se adaptan mejor al pastoreo. Sin embargo hay especies erectas que conservan sus puntos de crecimiento hasta 6 cm. por debajo del nivel del suelo durante el período vegetativo (*Bromus auleticus*) (Carámbula, 1977).

Es por esto que las plantas podrán mostrar un comportamiento diferente frente a la defoliación de acuerdo a la altura a la que se realice el pastoreo o el corte.

2.1.2 Aspectos fisiológicos

Otro punto importante a tener en cuenta es conocer el momento en que los puntos de crecimiento pasan del estado vegetativo al reproductivo. Debido a que este suceso es uno de los más importantes en la vida de la planta, tiene importancia en el manejo de las especies ya sea para la producción de forraje o para la producción de semillas (Carámbula, 1977).

Al realizarse cortes o pastoreos durante la época de floración se está controlando, en especies perennes, el desarrollo de las inflorescencias y estimulando a la pastura a un macollaje continuo. Esto permite el crecimiento vigoroso de las macollas vegetativas existentes y la aparición de nuevos macollos primaverales, lo que podrá asegurar la supervivencia de un número suficiente de ellas a través de sistemas radiculares bien desarrollados, necesarios para garantizar un buen rebrote y por consiguiente un buen potencial para los meses siguientes (García, 1977).

El área foliar y las sustancias de reserva es otro de los factores que afectan en forma importante el comportamiento de las diferentes especies. La relación que existe entre estas es relevante, ya que la acumulación de las sustancias de reservas depende del balance entre la fotosíntesis y los gastos de crecimiento (Carámbula, 1977).

Cuando la energía fotosintetizada excede los requerimientos de respiración, fotorrespiración y crecimiento, se acumula como reserva. Esto hace que generalmente la acumulación de reservas y el crecimiento sean procesos antagónicos, cuando algún factor limita más el crecimiento que la fotosíntesis (por ejemplo déficit hídrico), la energía fotosintetizada se acumula como reserva (Carámbula, 1977).

Además de lo anteriormente dicho hay que tener en cuenta aspectos fisiológicos del rebrote para realizar un adecuado manejo de las pasturas ya que un objetivo primario en el manejo de las mismas es la máxima producción de materia seca digestible y proteína por hectárea y por estación de crecimiento, a partir de plantas defoliadas periódicamente por pastoreos.

En este sistema un factor importante a considerar es el efecto de eliminar partes de los tejidos de las plantas sobre la velocidad de crecimiento posterior.

Durante el desarrollo de un tapiz de gramíneas, sus macollos están continuamente emergiendo, creciendo y muriendo a velocidades que difieren apreciablemente, dependiendo de las condiciones ambientales y del estado de desarrollo. Por lo tanto en cualquier momento, hay una población de macollos que varía en tamaño desde yemas durmientes hasta tallos florales ya alargados.

La velocidad de crecimiento de una pastura es influida por la velocidad de producción de macollos, así como por las velocidades de crecimiento de las macollas individuales. En la mayoría de los casos lo que prima es la velocidad de crecimiento de éstas macollas individuales fundamentalmente luego de la diferenciación del ápice reproductivo. Es decir que la velocidad de producción de materia seca digestible por hectárea ocurre cuando una alta proporción de macollas se están alargando (Milthorpe y Davison 1966, Langer 1970, Carámbula, citado por Otegui 1978).

El crecimiento post-defoliación está relacionado estrechamente con dos factores, carbohidratos de reserva al momento de la defoliación y el área foliar remanente, la cual se determina por la intensidad de la defoliación y el tipo de crecimiento de la especie (Carámbula, 1977).

Existen pocas dudas de que el rebrote después del corte depende inicialmente de la movilización de productos del metabolismo desde las partes remanentes de las plantas. Esta movilización puede ocurrir desde el sistema radicular, el tallo, vaina foliar y la base de las hojas. Como consecuencia de esto, las plantas cortadas o pastoreadas antes de ser sometidas a un período

de descanso suficientemente largo como para recuperar las reservas utilizadas tendrá un rebrote más lento y su rendimiento será menor (Carámbula, 1977).

Welker y Briske (1996) estudiaron la movilización de sustancias dentro de plantas cespitosas, como respuesta a la defoliación. Los autores encontraron un transporte de carbohidratos solubles y nitrógeno desde los macollos intactos hacia los defoliados. Este transporte permaneció constante cuando el macollo defoliado estaba en el período inicial del rebrote y se atenuó cuando el macollo llegó a una altura entre 9 y 29cm.

Estos concluyeron que la defoliación aumentó la importación de carbohidratos y nitrógeno en aproximadamente un 200 % sobre la observada en macollos sin defoliar. Los mismos concluyeron que la importación incrementada de carbohidratos, nitrógeno y presumiblemente de otros nutrientes hacia los macollos defoliados, puede favorecer la habilidad del macollo para sobrevivir y rebrotar luego de cada pastoreo.

En las leguminosas los rebrotes son desde la corona de las raíces pivotantes (lotus, alfalfa, trébol rojo) o paquirrizas (trébol del campo, leguminosas nativas) o estolones (trébol blanco), siendo los mecanismos similares según el hábito de la especie. En las leguminosas los tallos pueden actuar con la misma capacidad que las hojas para contribuir en el rebrote, si están verdes y son capaces de fotosintetizar teniendo una menor relación superficie-peso (Carámbula, 1977).

En las gramíneas es posible encontrar diferencias en una misma defoliación, de acuerdo al hábito de crecimiento de las mismas, ya sea postrado o erecto, y al hábito de pastoreo del animal (vacuno, lanar), comportamiento diferenciado que también se aprecia entre gramíneas y leguminosas (Millot et al., 1987).

Las especies postradas como consecuencia de alcanzar antes el IAF óptimo pueden ser pastoreadas más frecuentemente, ya que les queda una mayor superficie foliar post-defoliación, teniendo una menor producción por pastoreo que las gramíneas erectas (Milthorpe y Davison, Langer, Carámbula, citados por Otegui, 1978).

Estas forrajeras menos sensibles a una defoliación presentan un área foliar remanente mayor luego del pastoreo o corte, lo que les permite restablecer rápidamente su actividad fotosintética, siempre y cuando la masa foliar remanente sea suficiente (Milthorpe y Davison, Langer, Carámbula, citados por Otegui, 1978).

La defoliación disminuye la cantidad de sustancias de reserva, y esto afecta el ritmo de producción de raíces, ya que cuando las plantas son sobrepastoreadas se produce una reducción considerable en los sistemas radiculares (Milthorpe y Davison 1966, Langer 1970, Carámbula 1977, García 1977).

2.1.3 Aspectos morfogénéticos

Una pastura esta formada por una población de plantas las cuales a su vez están compuestas por macollos, por lo tanto la acumulación de biomasa y la respuesta de una pastura a la defoliación dependerá de los procesos que le ocurran a dichos macollos que integran las plantas.

En cubiertas herbáceas, se acepta que el macollo individual representa la unidad morfológica y funcional de gramíneas forrajeras. Para las leguminosas de tipo trébol blanco el estolón aunque estructuralmente diferente puede ser conceptualizado en forma similar que el macollo individual (Agnusdei et al., 1998).

La morfogénesis puede ser definida como el cambio estructural (formación, expansión y muerte de órganos) que experimenta un organismo durante su desarrollo (Agnusdei et al., 1998).

La tasa de elongación de hojas, la tasa de aparición de hojas y la vida media foliar, son las variables morfogénéticas que determinan mayoritariamente los cambios de estructura que experimentan los macollos en el transcurso de su desarrollo, 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).

Estas variables están determinadas genéticamente, pero factores ambientales como temperatura, fotoperíodo, calidad de la luz, nutrición mineral y disponibilidad de humedad, y factores tales como variación en la frecuencia, intensidad y momento de pastoreo también afectan los procesos morfogénéticos de las plantas y por lo tanto determinan el crecimiento del forraje (Frame 1982, Agnusdei et al. 1998).

Finalmente la combinación de las variables morfogénéticas afectan las características estructurales de la pastura, entre las cuales se destacan el tamaño final de la hoja, la densidad poblacional de macollos y el número de hojas vivas por macollo (Cauduro et al., 2006).

- tamaño de hojas: esta determinada por la relación entre la tasa de elongación y la tasa de aparición de las hojas. Especies con una larga vida media foliar y una baja TAH se espera que acumulen hojas de mayor tamaño y muestren mayor capacidad de llegar al rendimiento potencial (Lemaire y Agnusdei, 1990).

- densidad de macollos: esta parcialmente relacionado con la tasa aparición de hojas, además determina el número potencial de sitios para el surgimiento de nuevos macollos. De esta forma genotipos con alta tasa de aparición de hojas presentan alto potencial de macollaje determinando así una pastura con mayor densidad de macollos con respecto a una pastura con menor tasa de aparición de hojas.

La densidad de macollos en tapices pastoreados resulta de un equilibrio entre la tasa de aparición y muerte de macollos.

En pasturas densas la tasa potencial de aparición de macollos solo será alcanzada cuando el IAF de la pastura sea bajo, pues la tasa de aparición de macollos disminuye mientras el IAF se desarrolla y se detiene para valores de IAF mayores de 3-4 (Simon y Lemaire, 1987).

La muerte de macollos puede presentar diferentes orígenes, una causa es la remoción de ápices por el pastoreo animal, esto es más importante en pasturas en estado reproductivo donde los ápices se encuentran elevados sobre el suelo. Otra causa de muerte de macollos en pasturas densas se debe a que cuando las plantas son sombreadas mas materia seca es particionada para el crecimiento de los macollos existentes y menos para el desarrollo de nuevos macollos. Este equilibrio depende del régimen de defoliación, el cual determina la evolución del IAF, que es el factor clave en gobernar la aparición y muerte de macollos (Lemaire y Chapman, 1996).

- el número de hojas vivas por macollo: es el producto de la tasa de alargamiento foliar por la vida media foliar Gottschall et al. (1998). Una vez alcanzado el número máximo de hojas vivas por macollo, la planta no acumula en pie una mayor cantidad de material foliar vivo porque mientras aparece una nueva hojas, la mas vieja se estará muriendo (Agnusdei et al., 1998).

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

2.1.3.1 Tasa de aparición de hojas (TAH)

La tasa a la cual las nuevas hojas se producen se expresa por la tasa de aparición foliar, para cada especie éste es un parámetro aproximadamente constante cuando se expresa en términos de grados días sobre una temperatura base de crecimiento (Lemaire y Angusdei, 1999).

En ausencia de limitaciones hídricas y nutricionales el tallo principal produce sus hojas a un ritmo determinado genéticamente, el cual depende de la acción de la temperatura ambiente sobre el meristema apical (Watts 1972, Peacock 1975, Stoddart et al. 1986).

Esta variable actúa directamente sobre cada uno de los tres componentes de la estructura de la pastura.

Existen variaciones interespecíficas en la TAH que determinan grandes diferencias en la estructura de la pastura por su efecto en el tamaño y densidad de macollos (Gottschall et al., 1998).

La TAH se encuentra muy relacionada con una de las tres características estructurales de la pastura: la densidad de macollos y por lo tanto con el proceso de macollaje ya que cada hoja producida posee yemas axilares capaces de originar nuevos macollos con características idénticas al que le dio origen. Por lo anteriormente dicho, una única planta puede presentar varias generaciones de macollos. La producción de nuevos módulos y de sus hojas se encuentra altamente sincronizado con la formación de las hojas en el tallo principal, lo que determina un patrón de surgimiento de nuevos módulos altamente predecibles; de esta forma el potencial de macollaje de un genotipo es determinado por la velocidad de emisión de hojas pues en cada hoja formada se genera una yema axilar (Nabinger, 1996).

En condiciones de crecimiento no limitante, el potencial de macollaje de un genotipo es determinado por la velocidad de emisión de hojas; el tamaño de las hojas es igualmente determinado por la velocidad de aparición, y la duración del período de alargamiento de una hoja es inversamente proporcional a la velocidad con que elonga. Así genotipos que poseen alta velocidad de aparición de hojas poseen numerosos macollos de pequeña dimensión (hojas pequeñas). En estas especies o genotipo la paralización del macollaje se produce debido al auto-sombreado, el cual ocurre sobre un número importante de macollos. La estructura de una pastura es por lo tanto determinada en gran parte por la velocidad de aparición de hojas, la cual se muestra como una característica genotípica esencial de la morfogénesis y que necesita ser conocida para cada genotipo, para así de esa manera poder inferir sobre su potencial de macollaje.

Por lo tanto cualquier efecto que cambie la tasa de elongación foliar (por ejemplo intensidad o frecuencia del pastoreo) afectará la velocidad de emisión de hojas y consecuentemente la velocidad de fabricación de yemas y la emisión de los correspondientes macollos (Nabinger, 1996).

2.1.3.2 Tasa de elongación foliar (TEF)

Mide el incremento diario en el largo individual de hojas (mm por día). Responde a diferencias en temperatura percibidas por el meristemo apical.

La modificación en la tasa de elongación foliar es función de dos características: el número de células que maduran por día (división celular) y el cambio en el largo de las células (elongación celular) que ocurre entre la producción, la división y la maduración. La TEF también puede expresarse como el incremento en el largo foliar por unidad de incremento térmico (mm/grados Celsius) (Volenc y Nelson 1983, Mac Adam et al. 1989, Gastal et al. 1992).

2.1.3.3 Vida media foliar

Es el período entre la aparición de la hoja y el comienzo de su senescencia por lo que es un parámetro morfológico determinante del equilibrio entre el flujo de crecimiento y el flujo de senescencia (Agnusdei et al., 1998).

La vida media de las hojas, y por lo tanto la senescencia foliar son influenciadas por la temperatura. De esta forma, cuando un macollo alcance su número máximo de hojas vivas, pasa a existir un equilibrio entre la TAH y la senescencia de las hojas que sobrepasan su período de duración de vida.

Esta variable morfogenética indica, por un lado el techo potencial de rendimiento de la especie (máxima cantidad de material vivo por área) y por otro lado, es un indicador fundamental para la determinación de la intensidad de pastoreo continuo o de la frecuencia de pastoreo en pastoreo rotativo ya que determina la duración de la fase corte-inicio de la senescencia foliar, durante la cual se puede admitir aproximadamente que la productividad cosechable es igual a la productividad bruta (Gottschall et al., 1998).

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

Esta variable morfogénica se encuentra relacionada con una de las características estructurales que es el número máximo de hojas vivas por macollo la cual es una constante genotípica relativamente independiente de la temperatura (Davies, 1988). Esto indica que el efecto simultáneo de la temperatura sobre la velocidad de aparición de hojas y sobre la duración de vida se efectúa en una relación relativamente constante, o sea que todo aumento en la velocidad de aparición de hojas se acompaña de una reducción equivalente en su duración (Nabinger, 1996). Esto no quiere decir que el número de hojas por macollo sea siempre el mismo ya que los mecanismos de senescencia foliar, en ciertas situaciones (como ser déficit hídrico o de nitrógeno) pueden ser relativamente acelerados independientemente de los mecanismos de crecimiento foliar, lo que puede conducir a una ligera modificación en el número máximo de hojas por macollo (Leconte, 1991).

La vida media foliar puede ser utilizada para caracterizar las diferencias entre especies en cuanto a la acumulación de tejido verde foliar, existiendo variaciones estacionales en varias especies.

Las primeras hojas en morir son aquellas producidas al principio del período de rebrote, estas hojas son en general más chicas que aquellas producidas en forma sucesiva, por lo tanto la tasa de senescencia de hojas en términos de flujo de masa se retrasa respecto a la producción de nuevos tejidos Robson et al. (1988). Pero la diferencia gradual desaparece cuando el tamaño de las hojas siguientes se vuelve más o menos constante. Por lo tanto luego del período inicial correspondiente al período de expansión de hojas, la producción neta de tejidos declina y se vuelve cero cuando la senescencia de hoja iguala al crecimiento de hoja.

2.1.4 Efecto del pastoreo sobre las variables morfogénicas

El pastoreo incide directamente sobre la morfogénesis de las especies integrantes de las comunidades vegetales. Esta incidencia dependerá básicamente de la especie animal y de la densidad de carga de la pastura.

Las plantas individuales pueden percibir sus propias condiciones ambientales y adaptar su morfogénesis foliar a través de una respuesta plástica (Lemaire y Agnusdei, 1990). Este fenómeno llamado plasticidad fenotípica, juega un rol fundamental en la adaptación de las especies forrajeras al manejo del pastoreo (Bradshaw, 1965).

La plasticidad fenotípica de las especies contribuye a la resistencia de estas al pastoreo. Esta resistencia puede ser de dos tipos: tolerancia al pastoreo o escape al pastoreo (Lemaire, 1997).

La tolerancia al pastoreo se refiere a procesos fisiológicos que permiten a la pastura continuar la maximización de su crecimiento luego de la defoliación a pesar de la pérdida de tejido fotosintético (Lemaire, 1997).

Los mecanismos de escape están compuestos por adaptaciones morfogénicas y cambios arquitectónicos que reducen la accesibilidad de las hojas al pastoreo animal, y a mecanismos de defensa o compuestos bioquímicos repelentes que reducen la palatabilidad de la planta. Los cambios en la arquitectura de la planta como resultado de mecanismos de escape pueden también contribuir a incrementos en la tolerancia al pastoreo (Lemaire, 1997).

La plasticidad fenotípica permite a la planta responder y adaptarse rápidamente a cualquier cambio en el sistema de defoliación, demostrando su propia adaptación genotípica.

2.1.4.1 Efecto del pastoreo sobre la tasa de aparición de hojas

Las defoliaciones pueden provocar una leve tendencia a disminuir la tasa de aparición de hojas en el rebrote luego de una defoliación severa lo que puede ser consecuencia de un aumento en el tamaño de la vaina de las hojas sucesivas lo que determina una mayor demora en el surgimiento de nuevas hojas encima del cartucho.

Por otra parte la tasa de aparición de hojas en pasturas mantenidas con bajo IAF por defoliaciones frecuentes en pastoreo continuo puede ser mayor con respecto a lo observado en pastoreo rotativo (Gottschall et al., 1998).

Los métodos de pastoreo también influyen las características morfogénicas ya que pastoreo continuo resulta en mayor tasa de aparición de hojas (Cauduro et al., 2006).

2.1.4.2 Efecto del pastoreo sobre la tasa de elongación foliar

Esta variable no es prácticamente afectada por una defoliación que remueva apenas dos o tres hojas por macollo, pero se ve disminuída alrededor de un 15 a 20% cuando son removidas todas las hojas de un macollo, lo que demuestra la

intensa demanda de los meristemas foliares por asimilados luego de una defoliación.

Defoliaciones frecuentes y severas llevan a las plantas a desarrollar hojas con vainas más cortas cuyas lígulas están posicionadas justo debajo del nivel de corte y cuya lámina se vuelve más horizontal, llevando al tapiz a mantener material de hoja verde debajo del horizonte de pastoreo. Esta respuesta de las plantas es totalmente reversible, cuando cesa la defoliación, o por lo menos cuando se vuelve menos frecuente, el largo de las vainas de las sucesivas hojas aumenta gradualmente y alcanza su valor inicial, esto es acompañado por láminas más largas y más erectas (Lemaire, 1997).

La habilidad de las especies de modificar su largo de vaina en respuesta al régimen de defoliación resulta de gran importancia en determinar el rango de su respuesta plástica y su adaptación a regímenes variables de defoliación (Lemaire, 1997)

En un estudio sobre las variables morfogénicas y estructurales de raigras anual con macollos marcados en el período de agosto a octubre mantenida a 4 alturas diferentes (5, 10, 15, y 20 cm.) con ovinos, se observó que no se alteró la densidad poblacional de macollos, la tasa de aparición de hojas, el número de hojas vivas por macollo o la duración de vida de las mismas. Sin embargo a medida que aumentaba la altura de la pastura, se vio una mayor tasa de elongación foliar, menor tiempo de duración de la elongación foliar y mayor tamaño final de las mismas, que resultó en mayor alargamiento de hojas verdes por macollo. Severas intensidades de defoliación provocan alteraciones en la morfología y la estructura de la pastura, disminuyendo el aprovechamiento de los recursos del medio para la producción de forraje (Pontes et al., 2003).

Diferentes intensidades de pastoreo determinan diferencias en tasas de elongación de hojas, así intensidades bajas resulta en mayor tasa de elongación y mejores características estructurales (Cauduro et al., 2006).

Cuando la intensidad de pastoreo es menor, el largo de las hojas será mayor. Otro factor a considerar es la altura de la vaina, cuanto mayor es su largo, mayor será la fase de multiplicación celular, por lo tanto mayor será el tamaño final de la lamina.

Los métodos de pastoreo también influyen las características morfogénicas ya que pastoreo continuo resulta en mayor tasa de elongación de hojas (Cauduro et al., 2006).

2.1.4.3 Efecto del pastoreo sobre la vida media foliar

Para el caso de aquellas especies con similar número máximo de hojas vivas por macollo, la vida media de las hojas se relaciona en forma directa con el intervalo de desaparición de las mismas y, por ende, la máxima acumulación de hojas vivas por macollo foliar sería alcanzada en un espacio temporal directamente proporcional a las diferencias en los folocronos. Si el número máximo de hojas entre dos especies es similar y si se realiza simultáneamente en ambas una defoliación total, el comienzo de la senescencia, o sea el punto que determina la máxima capacidad de acumulación de hojas vivas por macollo, será más tardío en aquella especie en que las hojas aparecen más lentamente (Agnusdei et al., 1998).

Cuando el intervalo de defoliación es superior a la vida media foliar, una mayor proporción del material verde producido puede perderse por senescencia y la diferencia entre la producción primaria y la porción cosechable aumenta. Por esto el programa de manejo (frecuencia e intensidad de defoliación) interactúa con la morfogénesis y las características estructurales de la pastura para determinar la fracción cosechable de la misma (Chapman y Lemaire, 1993).

Los métodos de pastoreo también influyen las características morfogenéticas ya que pastoreo continuo resulta en mayor tiempo de vida de las hojas (Cauduro et al., 2006).

2.1.5 Efecto del pastoreo sobre las características estructurales

En pastoreo continuo pasturas mantenidas con bajo IAF presentan una mayor densidad de macollos siendo éstos de menor tamaño (Davies 1965, Davidson y Milthorpe, citados por Nabinger 1996). Según Korter (1986), una mayor densidad poblacional de macollos es esperada en pasturas sujetas a defoliaciones más frecuentes por disminuir el efecto de sombreado en macollos basales. Según Matthew et al. (2000), comunidades de plantas forrajeras buscan ajustarse a diferentes condiciones e intensidades de defoliación y a la optimización del IAF, en situaciones de alta intensidad de pastoreo y alcanzada por una alta densidad poblacional de macollos pequeños.

Lo contrario ocurre con pasturas mantenidas con alto IAF ya que en esta situación presentan un IAF mayor con un menor número de macollos de mayor tamaño y mayor número de hojas vivas por macollo. Este aspecto es muy importante ya que de esto dependerá la respuesta de la pastura luego de una defoliación. Al respecto cuando una pastura mantenida con alto IAF (por lo tanto

presentando un bajo número de macollos grandes) es defoliada severamente ocurre una remoción de una importante porción de las hojas por lo que la posterior restauración del área foliar dependerá de las reservas (Davies, Davidson y Milthorpe, citados por Nabinger 1996).

Por otro lado una pastura mantenida con bajo IAF por un largo período no puede depender continuamente de las reservas ya que estas no pueden ser restablecidas debido al bajo IAF. Aparte de esto cuando una pastura es mantenida a bajo IAF algunas plantas tienen la capacidad de responder modificando su estructura y así pasar a producir un mayor número de macollos por planta de menor tamaño y de esta forma al ser pastoreadas es apenas parcialmente defoliado pudiendo mantener la producción a partir de la fotosíntesis (Hodgson y Ollerenshaw 1969, Morris, citado por Nabinger 1996).

La morfología y la estructura de una pastura pueden cambiar rápidamente en respuesta a cambios en el manejo. Así es que existe normalmente una estrecha relación funcional entre la densidad de macollos y el tamaño individual o lo que es lo mismo el peso de éstos en la pastura, decreciendo éste al aumentar la densidad de los macollos y viceversa (Hodgson, 1990).

El proceso de macollaje disminuye con la intensidad de pastoreo, no obstante cuando las condiciones ambientales son favorables, éste en general afecta poco dicho proceso (Carámbula, 2004).

El aumento de la tasa de macollaje debido al uso más intenso y frecuente de la pastura es consecuencia de un cambio en el ambiente que rodea a la planta, provocado principalmente por el corte de plantas vecinas. El corte de la pastura permite un ambiente lumínico en la base de la misma más favorable para la aparición de macollos (Voisin 1959, Youngner 1972), cuando los rayos solares son interceptados por las hojas disminuye la relación entre los colores rojo/rojo lejano, a mitad que se corta material verde la relación antes mencionada aumenta.

Según Korter (1986), una mayor densidad poblacional de macollos es esperada en pasturas sujetas a defoliaciones más frecuentes por disminuir el efecto de sombreo en macollos basales.

En pasturas densas la tasa potencial de aparición de macollos es alcanzada cuando el IAF de la pastura es bajo, debido a que la tasa de aparición de macollos disminuye a mitad que el IAF aumenta y se detiene para valores de IAF mayores a 3-4 en *Lolium perenne* (Simon y Lemaire, 1987)

Diferentes intensidades de pastoreo determinan diferencias en la tasa de elongación de hojas de raigrás, o sea intensidades bajas resultan en menor densidad poblacional de macollos (Cauduro et al., 2006).

Los métodos de pastoreo también influyen en las características estructurales, ya que el pastoreo continuo resulta en mayor densidad poblacional de macollos (Cauduro et al., 2006).

A medida que la altura de la pastura es aumentada, se observa una mayor tasa de elongación foliar, menor tiempo de duración de la elongación de la hoja y mayor tamaño final de la misma, que resulta en un mayor alargamiento de hojas verdes por macollo. Severas intensidades de defoliaciones provocan alteraciones en la morfología y estructura de la pastura, disminuyendo el aprovechamiento de los recursos del medio de producción de forraje (Carnevali, 2003).

Cuando la intensidad de pastoreo es menor, el largo de las hojas será mayor. Otro factor a considerar es la altura de la vaina, cuanto mayor es su largo, mayor será la fase de multiplicación celular, por lo tanto mayor será el tamaño final de la lámina (Carnevali, 2003).

2.2 ESTRUCTURA VERTICAL DE LA PASTURA

Densidad y altura son dos componentes de la estructura del tapiz, que se refiere a la forma como se distribuye el forraje desde el nivel del suelo al estrato superior, esto es importante tener en cuenta ya que una misma cantidad de forraje se puede lograr con pasturas densas y bajas o con pasturas laxas y altas (García, 1995).

Hay varios aspectos por los cuales es importante conocer la estructura del tapiz, uno de ellos es el efecto que produce sobre el consumo de los animales en pastoreo. Los factores de las pasturas que influyen sobre en el consumo se pueden agrupar en “nutricionales” y “no nutricionales”. Los factores nutricionales son aquellos que afectan la cosecha física (accesibilidad) del forraje que el animal puede realizar y son las que en primera instancia determinan el consumo, éstas variables son por ejemplo la estructura de la pastura, la disponibilidad por animal y por hectárea y la cantidad de forraje post-pastoreo (García, 1995).

La estructura de la pastura puede verse como una determinante de la dinámica del crecimiento, de la competencia en las comunidades vegetales y del comportamiento ingestivo de los animales en pastoreo. Esto es porque el

valor nutritivo de la pastura está directamente asociado en la forma como el alimento está disponible al animal; o sea a los factores relacionados a la estructura de la pastura (Paulo Carvalho, 2001).

De ésta manera, la respuesta de una planta al pastoreo se encuentra en función de una serie de mecanismos, que no depende apenas de la frecuencia y severidad de defoliación, sino que también es el resultado del patrón de defoliación que ocurre en todo su alrededor. Así dependiendo del comportamiento selectivo de los animales en pastoreo, la competitividad de diferentes plantas dentro de una comunidad puede ser muy influenciada por el manejo del pastoreo (Louda et al., 1990).

2.2.1 Distribución vertical de la pastura

Para pasturas sembradas de unos 20 cm. compuestas de gramíneas y leguminosas con buena densidad de plantas y cobertura del suelo (en la mayoría de los casos las especies más frecuentes eran festuca, trébol blanco y lotus, algunas tenían raigrás y trébol rojo), con disponibilidades entre 4 y 6 t/ha de materia seca más de la mitad del forraje se encuentra concentrado en los primeros cinco centímetros. Este estrato inferior tiene a su vez el material menos digestible. Las diferencias más importantes se observan entre el estrato inferior (0-5cm) y el resto de la pastura (García, 1995).

En una serie de experimentos de campo natural y campo natural fertilizado sobre basalto superficial, medio y profundo y campo natural mejorado sobre basalto profundo (Unidad Queguay Chico) y comparando disponibilidades contrastantes (entre 1000 y 2000 kg/ha de materia seca) se evaluó la distribución vertical de la pastura observándose que el componente más frecuente en los tapices naturales, independientemente de la altura considerada, es la hoja de gramínea. Con baja disponibilidad, en el estrato inferior del campo natural (0-4cm) es donde se ubica las hojas muertas de gramínea y los tallos (vivos y muertos), en tanto que las hojas verdes de gramíneas se ubican en los estratos superiores de las pasturas. Sin embargo en tapices de campo natural con una alta acumulación de forraje, las hojas muertas se distribuyen en todos los estratos de la pastura, inclusive en proporciones y alturas superiores que las hojas verdes de gramíneas. Los tallos, por su parte, aparecen en proporciones bastante importantes aún en los estratos intermedios (8-10cm), particularmente en disponibilidades altas.

En cuanto a las hierbas enanas y malezas se ubicaron en la base de las pasturas (2-4cm) cuando la disponibilidad de forraje fue alta y se ubicó en estratos intermedios (4-5cm) cuando la disponibilidad fue menor.

Con respecto al material muerto se observó que cuando este se ubicaba en el estrato inferior había menor proporción de este componente en la dieta de ovinos y vacunos (debido a su inaccesibilidad para el animal por encontrarse en el estrato inferior), en cambio cuando se encontraba distribuido en toda la estructura vertical el material muerto aumentaba en la dieta de los animales (particularmente en el vacuno por su menor poder de selección).

En cuanto a las leguminosas nativas tuvieron un escaso aporte, ubicándose en estratos bajos (2-3cm), aún así este componente fue preferencialmente elegido por los animales.

En cuanto al campo natural fertilizado se observó la misma tendencia de distribución que para el campo natural apreciándose diferencias para los tallos ya que estos se ubicaron principalmente en el estrato alto, aún en el caso de baja disponibilidad de forraje. Una segunda diferencia es que a disponibilidades similares, se observa una importante proporción de hojas verdes de gramíneas en toda la estructura de las pasturas.

Para el caso de campo natural mejorado, independientemente de la disponibilidad de forraje y la distribución vertical las gramíneas constituyeron la mayor proporción del forraje ofrecido. El lotus aportó más que el trébol blanco en disponibilidades bajas y se ubicó en los estratos medios de la pastura debido a su hábito más erecto en comparación con el trébol blanco. Lo contrario ocurrió en el estrato superior donde el trébol blanco se encontró a alturas superiores.

En un ensayo en pasturas cultivadas con altas disponibilidades de forraje se observó un desarrollo del pecíolo de trébol blanco, ubicándose en el estrato superior de la pastura, seguramente esta respuesta fue un mecanismo de competencia frente al sombreado provocado por la gramínea. Las leguminosas deben encontrarse en la pastura en una proporción aceptable pero también accesible para el animal para de esta forma poder ser seleccionada por el animal. Las hierbas enanas se ubicaron en estratos medios a bajos de la pastura. Los tallos, con baja disponibilidad de forraje, aumentan de estratos medios a bajo, en tanto que con alta disponibilidad, el porcentaje de tallos fue mayor en el estrato superior. El material muerto se concentró en la base de las pasturas con alta disponibilidad, manteniendo una contribución relativamente importante en los estratos superiores (Montossi et al., 2000).

2.2.2 Factores que afectan la estructura vertical del tapiz

2.2.2.1 Tipo de pastura

Uno de los factores es el tipo de pastura ya que cuando el contenido de gramíneas es mayor tienden a tener mayor densidad (MS kg/ha/cm altura) en los estratos inferiores comparado con aquellas en donde predominan las leguminosas, especialmente trébol blanco (García, 1995).

2.2.2.2 Estación del año

La estación del año también afecta ya que cambia la arquitectura de las plantas, la relación hoja tallo, contenido de materia seca, etc. (García, 1995).

Comparando los meses de setiembre con respecto a diciembre en dos pasturas de festuca con leguminosas de tercer y cuarto año se observó que al pasar de setiembre a diciembre la densidad disminuyó en el estrato inferior y tendió a aumentar en el estrato superior (García, 1995).

Esto se explica ya que en setiembre las especies se encuentran en estado vegetativo (las gramíneas con macollos y hojas más cortas, las leguminosas como trébol con pecíolo más corto y hojas más chicas, etc.), es decir, la pastura se encuentra más “pegada al piso”. En cambio en diciembre las pasturas se encuentran en estado reproductivo (gramíneas alargadas con macollos más erectos, el trébol blanco con pecíolos más largos y hojas más grandes). En cuanto a la distribución en porcentaje se vio que en setiembre el 66% de la biomasa total se encontraba en el estrato inferior, mientras que en diciembre fué de 42% (García, 1995).

2.2.2.3 Edad de la pastura

Este factor se asocia con cambios en el balance gramínea/leguminosa, acumulación de restos secos, etc. (García, 1995).

Las pasturas más viejas presentan mayor densidad en el estrato inferior, así como mayor porcentaje de materia seca y menor digestibilidad. Estas diferencias se ven reflejadas en la distribución vertical de la cantidad de forraje. Al respecto se observó para alturas comparables (20cm) que las pasturas de tres años o más tenían el 67% del forraje en los primeros 5cm, mientras que las pasturas más jóvenes el 56%, no encontrándose diferencias entre ambas

pasturas para los estratos superiores, siendo diferente la biomasa total (4,26 vs 6,28 t/ha MS) (García, 1995).

Estas diferencias pueden estar explicadas debido a dos factores: en primer lugar el cambio en el balance gramínea/leguminosa que experimentan las praderas con el paso del tiempo ya que en praderas más nuevas el porcentaje de gramíneas (37%) es menor que en las más viejas (61%). El aumento de la fracción gramínea trae como consecuencia un aumento de la concentración de forraje en los horizontes inferiores, especialmente en el período invernal. El segundo factor es la presencia de material muerto ya que este aumenta al avanzar la edad de la pastura (García, 1995).

2.2.2.4 Manejo del pastoreo

El manejo del pastoreo también influye en la estructura, las pasturas bajo pastoreo continuo tienden a ser más densas que las de pastoreo rotativo, especialmente en los estratos inferiores (García, 1995).

Características estructurales de la pastura pueden afectar el consumo, una vez que pastos más altos, con laminas foliares mayores, pueden aumentar el tiempo de manipulación del forraje por cada bocado y consecuentemente la ingestión de materia seca (Carvalho et al., 2001).

Fagundes et al. (1999) relatan que pasturas mantenidas sobre régimen de defoliación más intensa se caracterizan por mayor proporción de material vivo.

Grant et al. (1981) observaron tasas más altas de senescencia foliar en potreros con mayor altura de la pastura y relacionaron estos resultados a una mayor proporción de tejido vegetal maduros o senescentes y a la reducción en la penetración de la luz.

Bircham y Hodson (1983) también observaron un aumento lineal de la tasa de senescencia con la altura de las pasturas atribuyendo sus resultados a la carga animal utilizada en los tratamientos. En alturas menores, la mayor carga proporciona aumentos en la probabilidad de defoliación de hojas individuales.

Lamaire y Agnusdei (1999) asientan que en pasturas de *Paspalum dilatatum* y *Lolium multiflorum* mantenidas bajas, 40% de las hojas no fueron defoliadas antes de entrar en senescencia, mientras tanto, en mayor alturas alrededor de 75% de las hojas escapan a la defoliación (Pontes et al., 2004).

En un experimento en Río Grande do Sul (Brasil) con *Lolium multiflorum* manejado a diferentes alturas, se observó que en alturas próximas a 5 cm., con

mayores intensidades de defoliación redujo las pérdidas por senescencia (Pontes et al., 2004).

Uno de los aspectos que se modifica en las comunidades es su forma de respuesta al impacto por su utilización. Detlinger et al., citados por Olmos (1992), detectaron cambios en la estructura y morfología de plantas, presentando hojas más pequeñas, plantas enanas y ecotipos más prostrados de la misma especie al aumentar la intensidad de uso, así como cambios en la distribución vertical del forraje.

Cortes más intensos y frecuentes provocan mayor renovación de los tejidos que están asociadas a la mayor eficiencia de producción de forraje. Cortes menos intensos y frecuentes ocasionan mayor floración y mayor producción de pseudotallos y material muerto (Marcelino et al., 2006)

Casal et al. (1985) afirman que cuanto menor es la altura de la pastura (por ejemplo debido a una mayor intensidad de pastoreo), mayor entrada de luz para el interior del tapiz, o que altera su calidad con el aumento de la relación rojo/rojo lejano en la base de la planta, aumentando así, el macollaje.

El consumo de forraje es un aspecto determinante del desempeño animal y puede ser afectado por factores relacionados al animal y a plantas forrajeras. La estructura de la pastura es reconocida por el animal el cual dentro de las variabilidades disponibles, elige su alimento (por medio de la defoliación). La frecuencia con que un mismo macollo es pastoreado corresponde a la probabilidad diaria de cada órgano vegetal de ser defoliado (Lemaire y Chapman, 1996).

La interacción entre el intervalo de defoliación y la altura del pasto son importantes en la determinación de la tasa de crecimiento y en la acumulación de forraje (Alexander y Thompson, 1982).

La intensidad de defoliación puede ser definida como la diferencia entre el largo de la fracción removida por el pastoreo y el largo de la lamina foliar antes de la defoliación (Lemaire y Agnusdei, 1999), siendo afectada por el esfuerzo hecho por los animales en el proceso de prensión (Illius et al., 1995).

El mayor porcentaje de forraje se encuentra en los estratos inferiores del tapiz, lo que significa que variaciones muy pequeñas en la altura de corte pueden variar significativamente el rendimiento estimado (Hunt, 1969).

Alteraciones en la estructura de la pastura promueven resultados diferenciados en relación a los flujos de crecimiento, consumo y senescencia. Esos flujos medidos a través de la técnica de macollos marcados son

fundamentales para comprender los efectos de diferentes tipos de manejo sobre la dinámica y evolución de la pastura (Pontes et al., 2004).

El balance entre flujos de biomasa indica la posibilidad de obtener altas tasas de crecimiento de la pastura, aunque con aumentos en el flujo de senescencia, al mismo tiempo en que se obtenga elevada ingestión de forraje, que se traduce en rendimientos superiores en la franja de manejo comprendida entre los 10 y 15 cm. de altura (Pontes et al., 2004).

La elección de los animales en pastoreo puede ser directamente afectados por características relacionados a la cosecha de forraje (Carvalho et al., 1999).

2.2.2.5 Selección animal

La complejidad de la estructura y composición botánica de la vegetación y la necesidad de consumir una dieta variada, juega un rol importante y fundamental en limitar la tasa de consumo de nutrientes (Illius y Gordon, 1993).

La dieta consumida por los animales en pastoreo contiene generalmente mayor proporción de hojas y tejidos vivos y menor proporción de tallos y tejido muerto, comparado con el forraje ofrecido al animal (Chacon y Stobbs 1976, Van Dyne 1980, Arnold 1981, Clark et al. 1982, Hodgson 1982, 1985b, 1990, L'Huillier et al. 1984, Vallentine, citado por Montossi 2000). El material muerto es rechazado debido a su baja digestibilidad y su inaccesibilidad ya que se encuentra en el estrato inferior (Poppi et al. 1987, Vallentine, citado por Montossi 2000). Además de esto la alta proporción de hoja en la dieta cosechada por el animal se debe a la facilidad de cosecha ya que presenta una estructura menor rígida y de mayor facilidad de ruptura que los tallos (Hodgson, 1982). También es importante considerar que cuando las pasturas tienen más de un 70% de material muerto el consumo se reduce debido a la dificultad para cosechar los componentes verdes (Poppi et al., citados por Montossi, 2000).

La elección entre diferentes fuentes alternativas de forraje esta influenciada por la tasa de consumo potencial, la cual esta controlada principalmente por la altura y el volumen de forraje de la pastura, por la distribución vertical y horizontal de los diferentes componentes de la planta y de la pastura (Hodgson, 1985b) entre otros, tal es así que los ovinos y vacunos prefieren el forraje que pueda ser consumido con mayor rapidez aunque ello implique cosechar el material de menor digestibilidad (Gordon y Lascano 1993, Clark, citado por Montossi 2000).

Trabajos con ovinos y cabras muestran que los animales prefieren forrajes altos y esparcidos más que bajos y densos (Black y Kenny, citados por Montossi, 2000)

Todo lo expuesto en este ítem debe ser tenido en cuenta ya que condicionan una serie de factores:

- la variación existente en cantidad y calidad de forraje que puede existir en el perfil en un momento dado condicionan la forma de muestreo empleada a la hora de realizar determinaciones en una pastura (rendimiento, calidad, utilización, etc.).

- el estrato inferior es el menos disponible para el animal Hodgson (1969) indica que el consumo se restringe cuando la altura de la pastura se restringe de 6cm para ovinos y 9cm para vacunos.

- el estrato inferior es el de menor calidad por lo tanto al realizar el muestreo para al análisis de calidad debe hacerse el corte en la parte del perfil accesible al animal.

- cuando la altura de corte se realiza a 4,5 cm del nivel del suelo se esta muestreando aquella porción del tapiz que el animal normalmente puede cosechar, pero si el muestreo se realiza a nivel del piso se esta contabilizando el forraje existente en el estrato inferior inaccesible al animal y de esta forma la estimación del rendimiento de forraje será mayor. Estas diferencias pueden llegar a ser importantes si se consideran que la cantidad de forraje en el estrato inferior pueden oscilar entre 2 y 4 t/ha de materia seca.

- bajo cualquier sistema de pastoreo, el porcentaje de utilización del forraje que esta por encima de 4-5cm siempre es mayor que el del estrato inferior por lo que cuando se desea estimar el forraje utilizable en determinado período en una presupuestación forrajera si se usan datos obtenidos bajo corte como predictores de la producción de forraje los porcentajes de utilización que se usen deben ser mayores a los que normalmente se estiman con muestreos a nivel del piso (García, 1995).

2.3 COMPOSICIÓN BOTÁNICA

Existe un efecto directo entre la frecuencia e intensidad de pastoreo sobre la composición botánica de la pastura, al tener efectos sobre la morfología de las especies (Bryan et al.1970, Heitschmidt 1984).

Según Carámbula (2004) la búsqueda del buen balance entre gramíneas y leguminosas se basa en que al aumentar la proporción de las gramíneas en el tapiz y disminuir la presencia de leguminosas se produce un decremento de la producción animal, mientras que al aumentar la contribución de las leguminosas en detrimento de las gramíneas se incrementan las producción animal, con serios riesgos de meteorismo.

Es conocido que las especies vegetales difieren generalmente en su habilidad de resistir al pastoreo, recuperar su crecimiento y mantener su posición competitiva en la comunidad. La adaptación al pastoreo puede ser el resultado de la tolerancia al pastoreo (tolerancia a la defoliación y rápido rebrote) o escape al pastoreo por su forma de crecimiento o por disuasivos químicos (Caldwell, 1991). Esto contribuye a la diversidad de la composición botánica de una pastura en un momento dado.

Asimismo expresa el mismo autor que la recuperación luego de una defoliación ha sido correlacionada con el nivel de carbohidratos de reserva. Diferencias en este aspecto entre especies de plantas, sujetas a diferentes tipos de defoliación, o una misma planta en diferentes períodos del año han sido generalmente usados para explicar la susceptibilidad a la defoliación (Caldwell, 1991).

Mc Meekan (1961) expresa que los cambios botánicos que se producen en una pastura, ya sean beneficiosos o perjudiciales, fue demostrado que son debidos a diferentes respuestas de las distintas especies o géneros a la defoliación y competencia, ayudada o perjudicada por la intercepción de luz.

Como consecuencia de una intensa asociación suelo planta, las praderas naturales son un complejo mosaico constituido por un número muy grande de especies que cambian su frecuencia y sus hábitos fisiológicos y ecológicos, adaptándose a condiciones cambiantes del material geológico, suelo, topografía, bajo el efecto del manejo del pastoreo (relación planta animal) (Millot et al., 1987).

La composición botánica de una pastura puede ser un factor relevante en el comportamiento de animales a pastoreo. Las diferentes especies presentes en un tapiz son determinante del rendimiento total y estacional de forraje, dicho rendimiento es afectado también por el pastoreo (Millot et al., 1987).

2.3.1 Factores que afectan la composición botánica del tapiz

2.3.1.1 Manejo del pastoreo

Manejar eficientemente la luz a través de la defoliación, puede variar las proporciones de las distintas especies que constituyen la pastura; con defoliaciones frecuentes la mayoría de las leguminosas se ven favorecidas, debido a que con poco IAF absorben más energía que las gramíneas, en general estas últimas ven estimulado su crecimiento en los casos de defoliaciones poco frecuentes (Carámbula, 2004).

Someter una pastura a pastoreos intensos en primavera que es el momento de mayor crecimiento de las especies, las deprime, sujeto a la tolerancia de las especies al pastoreo y pisoteo (Langer, 1981).

Cuando la intensidad de uso de las comunidades se incrementa las mismas reaccionan en forma similar independientemente de su localización. Esto se refleja por cambios en la composición botánica, con un incremento de especies rastreras anuales y mayor porcentaje de suelo desnudo al disminuir la presión de pastoreo (César, 1991).

Johns (1974) reportó que un incremento en la altura de corte (5 a 9cm) reducía el contenido de trébol blanco en la pastura a causa de un incremento en el tamaño del área rechazada por los animales, incrementando el sombreado y reduciendo la ramificación

Las especies que crecen rápido para ubicar las hojas en los estratos superiores del canopy de la pastura pueden fotosintetizar más eficientemente y sombrear a las plantas vecinas (Hutchings y de Kroon, 1994). Cualquier diferencia entre especies en la respuesta de la expansión foliar pueden ser importantes en determinar la capacidad competitiva de las plantas y de ésta manera la composición botánica de las pasturas.

El rebrote rápido de las hojas y su posicionamiento en la parte más alta del canopy aumenta el riesgo de ser removidas por el pastoreo (Briske, 1996) y de esta forma variar la composición botánica del tapiz.

En un estudio se observó que los ovinos tienen preferencia a seleccionar el trébol blanco (en una pastura compuesta por trébol blanco y raigrás perenne), siempre y cuando ésta especie se encuentre en alta proporción en el horizonte de pastoreo (Poppi et al., 1987). Por lo tanto se puede concluir que la selección dependerá de las preferencias animales, así como también de su distribución dentro de la misma (Hodgson, 1981). Además de esto en pasturas templadas,

existe evidencia que sugiere que la dieta de animales con fístula esofágica es el reflejo directo de la proporción de los diferentes componentes encontrados en los horizontes superiores de la pastura, mostrando un pastoreo no selectivo de los mismos (Milne et al. 1982, Barthram y Grant 1984, Illius et al. 1992, Clark, citado por Montossi et al. 2000)

Hogdson et al. (1989) mostraron que la selectividad por trébol blanco estuvo determinada principalmente por el tamaño y peso de las hojas y su distribución vertical dentro de la pastura.

Nicol y Collins, citados por Montossi et al. (2000), trabajando con ovinos, vacunos y cabras mostraron que algunas de las diferencias en la composición de la dieta podrían ser explicadas principalmente por la elección del horizonte de pastoreo y que la discriminación dentro de un mismo horizonte de pastoreo tendría menor influencia en la composición de la dieta.

En un trabajo en donde se evaluó la severidad de utilización de comunidades vegetales y plantas individuales marcadas con dominancia de *Paspalum notatum* y *Desmodium incanum* en la composición de la vegetación se observó que la preferencia entre comunidades y especies disminuye con reducción en la oferta de forraje ocurrida a lo largo del período de pastoreo. El pastoreo se intensifica en aquellas comunidades en donde es mayor la cobertura de plantas con hojas menos resistentes a la tracción, de textura más herbácea, largo medio y sección transversal plana.

A nivel de planta individual la defoliación reduce el área foliar y por lo tanto la capacidad de fijar carbono, la tasa de crecimiento relativo y la acumulación de biomasa. Sin embargo la defoliación puede dar lugar a aumentos en la tasa de crecimiento, tanto en términos absolutos como relativos (McNaughton 1979, Oosterheld y McNaughton, citados por Paruelo et al. 2004). Este crecimiento compensatorio tiene distintas componentes y es explicado por diversos mecanismos, algunos relacionados con el crecimiento de las plantas y otros con las modificaciones que el pastoreo realiza del ambiente biótico y abiótico (McNaughton, citado por Paruelo et al., 2004)

El pastoreo ejerce una presión de selección favoreciendo aquellas formas postradas con alta tasa de crecimiento y de menor relación tallo raíz. Las modificaciones en frecuencia génica pueden dar lugar a la diferenciación de ecotipos (Loreti et al., citados por Paruelo et al., 2004).

Entre otras modificaciones el pastoreo a nivel de comunidad promueve cambios florísticos que generalmente resultan en la pérdida de especies palatables a favor de las no palatables. Este reemplazo de especies coincide a

veces con un incremento en la proporción de especies leñosas (Milchunas y Lauenroth 1993, Varnamkhasti et al., citados por Paruelo et al. 2004).

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

La respuesta de cada especie no es independiente de la reacción de otras, Formoso (1991) trabajando sobre suelos de basalto medio identificó dos grupos de especies que poseen una estrecha correlación entre sí dentro de cada grupo. El primer grupo está integrado por: *Stipa setígera*, *Piptochaetium stipoides* y *Coelorachis selloana*. Toda decisión operativa que incremente a una, favorecerá a las restantes dada la alta asociación entre ellas. Por consiguiente el aumento de la frecuencia de estas especies se traducirá como una recuperación de la comunidad y una respuesta positiva a la técnica de manejo aplicada.

Por otro lado el grupo de especies conformada por: *Andropogon ternatus*, *Bothriochloa laguroides*, *Eustachis bahiensis*, *Paspalum plicatulum* y *Panicum milioides*, poseen una estrecha relación entre si pero no con las anteriores, el incremento de una de estas especies traerá aparejado el incremento de las restantes y dado que la mayoría no son buenas forrajeras no sería aconsejable utilizar como índice las que si lo son (*Panicum milioides*) porque la calidad productiva del conjunto es mediocre.

Además de la composición botánica, el cambio en las comunidades puede determinarse a través de la proporción de las diferentes formas de vida presente, fundamentalmente especies de hábito erecto y las de hábito de crecimiento rastrero. Cuando se incrementa la carga animal predominan especie rastreras como *Axonopus affinis*, *Paspalum notatum*; en cambio al disminuir la carga animal predominan especies como *Andropogon lateralis*, *Schizachiryum paniculatum* y *Coelorachis selloana* (Berreta et al., 1990).

Debe tenerse en cuenta asimismo que la composición botánica está afectada por el ciclo de las especies (Blatman, 1966).

La vegetación campestre esta constituida por especies que muestran actividad productiva forrajera en ciclo invernal o estival. Dentro de las gramíneas perennes, las estivales se encuentran en una proporción más alta que las invernales, esto contribuye a acentuar el déficit forrajero de invierno (Rosengurtt, 1978).

Existe abundante información en relación al mejor comportamiento de ovinos y vacunos pastoreando leguminosas o mezclas respecto de las que hacen

sobre gramíneas puras. Dicha mejora es el resultado de un mayor consumo de forraje y mejor eficiencia de utilización de las proteínas y de la energía metabólica (Blazer et al. 1969, Thompson 1978).

De acuerdo a la morfología de las especies pratenses, los hábitos de crecimiento más frecuentes dentro de las gramíneas perennes fueron de tres tipos: a) rizomatosas, b) estoloníferas y c) cespitosas. Las dos primeras son rastreras y tienen características semejantes en cuanto a componentes del tapiz (Millot et al., 1987).

Las plantas rizomatosas y estoloníferas, por su hábito de crecimiento rastrero, escapan al diente del animal, permaneciendo con un área foliar remanente considerable que les permite hacer una ocupación casi exclusiva del suelo (Millot et al., 1987).

Las especies más representativas y abundantes de este tipo de plantas son prevalentemente perennes estivales en nuestro país (Millot et al., 1987).

Algunos trabajos han evaluado el comportamiento del tapiz bajo condiciones de clausura en una disminución de las especies estoloníferas como *Paspalum notatum* y *Axonopus affinis*, y un aumento de las tasas de aparición de *Paspalum dilatatum* y *Poa lanigera*. Esto sería debido a que bajo condiciones de pastoreo y menor porte de la pastura, las especies estoloníferas encuentran un hábitat adecuado para desarrollarse, en cambio, especies de porte más erecto y de gran aceptabilidad tenderían a desaparecer. También pudo observarse una dominancia casi absoluta de especies perennes en ambas condiciones, así como un aumento de las invernales en clausura, de lo que se infiere que el predominio de estivales en campos pastoreados es una resultante del manejo (Millot et al., 1987).

Dentro de las estoloníferas se destaca el *Axonopus affinis*, *A. compressus*, *Paspalum notatum*, *P. distichum* y *P. proliferum*, entre otros y dentro de las rizomatosas se encuentran el *Axonopus argentinus*, *Paspalum nicorae*, *Coelorhachis selloana* y *Calamagrostis spp*, entre otros (Millot et al., 1987).

Las gramíneas cespitosas presentan mayor variación en estacionalidad de producción y están representadas por géneros invernales (*Stipa*, *Piptochaetium*, *Aristida*, *Hordeum*, *Bromus*, *Poa*, *Briza*, etc.), y numerosos géneros y especies estivales (*Paspalum dilatatum*, *Paspalum plicatulum*, *Paspalum urvillei*, *Paspalum quadrifarium*, *Panicum*, *Setaria*, *Bromus*, *Andropogon*, *Brothrichhola*, *Schyzachyrium*, *Eragrostis*, *Chloris*, *Eleusine*, *Sporobolus*, etc.) (Millot et al., 1987).

Dentro de las especies cespitosas, existe también un amplio rango entre hábitos de crecimiento desde casi postradas (*Eleusine tristachya*) a netamente erectas (*Sporobolus indicus*), lo que permite a algunas de estas especies convivir en tapices muy pastoreados (*Eragrostis*, *Andropogon*, *Bothriochloa*, *Schyzachyrium*, *Eragrostis*, *Chloris*, *Eleusine*, *Sporobolus*, etc.) (Millot et al., 1987).

Existen pocas gramíneas anuales estivales o de vida corta, dentro de las cuales las más frecuentes son exóticas: *Setaria geniculata*, *Digitaria sanguinalis*, *Chloris grandiflora*, *Michrochloa indica* y *Cenchrus pauciflorus* que son intersticiales durante el verano – otoño. Su abundancia refleja áreas desnudas abundantes y puede sugerir principios de degradación (Millot et al., 1987).

Un grupo de especies asociadas a pastoreos intensos son las malezas enanas y las *Cyperaceas* y las *Juncaceas*, ubicándose estas últimas en áreas con malos drenajes y acumulación de agua (Millot et al., 1987).

Numerosos géneros y especies representan a estas familias, siendo las más frecuentes y abundantes: *Carex*, *Cyperus*, *Eleocharis* y *Juncos*. En campos sobrepastoreados son frecuentes las malezas enanas de hoja ancha, dentro de las cuales existen hábitos arrosetados característicos como *Eringium nudicaule*, *Chaptalia* y *Plantago*. Otras rastreras enanas muy abundantes son *Evolvus*, *Oxalis*, *Richardia* y *Dichondra*, también indicadoras de suelos y pasturas degradadas (Millot et al., 1987).

Todas estas especies reducen su frecuencia con alivios de pastoreos, frente a los cuales la estructura gramínea del tapiz las hace perder competitividad (Millot et al., 1987).

Las gramíneas perennes rastreras, abundan en tapices manejados bajos y fertilizados: *Trifolium polymorphum*, *Adesmia spp.* y *Desmodium* son las más frecuentes. Su presencia se ve muy incrementada con la fertilización fosfatada. Estas especies toleran condiciones severas de pastoreo gracias a sus hábitos estoloníferos, rizomatosos que poseen. Pueden ser importantes constituyentes de la dieta de ovinos por la complementación proteica que realizan. Por la altura del follaje, la contribución al vacuno sería menor (Millot et al., 1987).

La pastura es también modificada en este proceso (pastoreo), al alterarse las relaciones de competencia entre sus componentes por un consumo diferencial de los mismos. Es conocida la rápida desaparición de hojas en los primeros días de pastoreo, así como la disminución en la proporción de

leguminosas en un tapiz mixto y en general de todas las especies preferidas (Millot et al., 1987).

En consecuencia, las plantas, menos consumidas estarán en mejores condiciones de reservas y área foliar remanente para un rápido rebrote, por lo que paulatinamente se hará dominante en el tapiz (Millot et al., 1987).

2.3.1.2 Selección animal

La intensidad de pastoreo ha sido el parámetro más adecuado para expresar las relaciones entre las características de la pastura y el animal modificando las posibilidades de selección y de consumo Hodgson (1990). Este concepto es reafirmado por Rinaldi et al. (1995) donde concluye que la intensidad de pastoreo genero diferencias en la características de las pasturas, que no se manifestaron en la dieta seleccionada.

La cosecha selectiva de forraje que realizan los animales por medio de la actividad de pastoreo, afecta el desarrollo de la pastura. La selectividad dependerá de la diversidad específica de la comunidad, el estado de desarrollo de las diversas especies, la presión de pastoreo y la especie animal. Los animales prefieren los componentes del tapiz que poseen mayor calidad, ya sea especies más finas como así las partes de una planta con mayor valor nutritivo (Millot et al., 1987).

La intensidad con que ocurre este proceso de selectividad depende fundamentalmente de la presión de pastoreo utilizada. Altas cargas animales instantáneas reducen sensiblemente la selectividad. Este tipo de conocimiento también gravita cuando se quiere modificar la composición botánica de una pastura (Langer 1970, Otegui 1977).

En general, la presencia del animal afecta marcadamente el comportamiento de las pasturas. El efecto final del pastoreo dependerá del balance entre el estímulo al crecimiento por los elementos excretados, particularmente N y los cambios causados por esto, el pisoteo y el pastoreo selectivo.

La pastura es también modificada en este proceso, al alterarse las relaciones de competencia entre sus componentes por un consumo diferencial de los mismos. Es conocida la rápida desaparición de hojas en los primeros días de pastoreo, así como la disminución en la proporción de leguminosas en un tapiz mixto y en general de todas las especies preferidas (Millot et al., 1987).

En consecuencia, las plantas, menos consumidas estarán en mejores condiciones de reservas y área foliar remanente para un rápido rebrote, por lo que paulatinamente se hará dominante en el tapiz (Millot et al., 1987).

2.4 EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN SOBRE LA PASTURA

Existe escasa información acerca del efecto que produce la suplementación sobre la pastura.

Según Risso et al. (1997) la incorporación de un grano al sistema de producción, provoca cambios en el consumo de la pastura de los animales suplementados, pudiendo ocurrir efectos de adición y/o sustitución de acuerdo a las relaciones que en cada caso se generen.

Las principales variables que afectan a la tasa de sustitución o cantidad de forraje que deja de consumir un animal son la cantidad y calidad del forraje (Elizalde, 2003). En la medida que se restrinja la oferta de pastura severamente menores al 1%PV, se puede esperar un aumento en el consumo total de nutrientes, sin sustitución importante de forraje (Leaver 1985, Grainger y Mathews 1989, Risso et al. 1997).

En un ensayo realizado por Barton et al., Hess et al., citados por Krysl y Hess (1993) la suplementación proteica afectó ($P < 0.05$) el tiempo de pastoreo, siendo 1,5 horas mayor cuando no se suplementa. De forma similar, Sarker y Holmes, citados por Krysl y Hess (1993) observaron que cuando el suplemento energético suministrado a vacas pastoreando *L. perenne* pasó de 2 a 8 kg/día, el tiempo de pastoreo disminuyó aproximadamente 1,5 h/d. El tipo de proteína y el momento del día en que se suministró no afectaron la respuesta ($P < 0.10$). Por otro lado, esta suplementación proteica aumentó la eficiencia de cosecha, mientras que, suplementos con alto contenido de almidón no afectaron ($P < 0.10$) o la disminuyeron ($P < 0.05$) (Krysl y Hess, 1993).

2.5 CARACTERÍSTICAS DE LAS ESPECIES SEMBRADAS

Las especies sembradas fueron *Lolium perenne* (Raigrás perenne cv Horizon), *Trifolium repens* (Trébol blanco) y *Lotus corniculatus*.

2.5.1 Gramíneas

2.5.1.1 *Lolium perenne*

Es una gramínea perenne invernal, con hábito de crecimiento cespitoso, con importante adaptación al pastoreo por su facilidad de rebrote, elevada agresividad y resistente al pisoteo; fácilmente se establece, más macolladora y más precoz que las otras gramíneas invernales perennes (Carambula, 2002).

Necesita suelos fértiles y bien drenados para desarrollar su sistema radicular; es importante evitar sobrepastoreo en primavera ya que es el periodo de mayor desarrollo radicular; se adapta mejor a áreas con climas templados y húmedos, particularmente aquellos frescos, nubosos y sombríos; las reservas forrajeras elaboradas con esta gramínea son de excelente calidad así como la calidad del forraje (Carambula, 2002).

Se adapta tanto al pastoreo directo con un manejo adecuado intenso (2-2,5 cm de altura remanente) y frecuente (15-20 cm de altura de ingreso) como también a la henificación y al ensilaje (Carambula, 2002)

Su periodo de floración es prolongado, lo cual afecta por un tiempo relativamente largo la calidad del forraje al final del ciclo (Carámbula, 2002).

En su primer año si logró buena implantación puede alcanzar una producción de 4000 a 10000 kilos por hectárea de materia seca (Betin, 1975).

La producción en invierno es 9600 kg MS/ha, mientras que en verano baja a 600 kg MS/ha; presenta alta respuesta a la fertilización nitrogenada (Carámbula, 2002)

Los cultivares más usados son Horizon y Aries, la densidad de siembra recomendada es 20 - 24 kg/ha si se siembra puro, si se utiliza en mezcla la densidad de este dependerá de la gramínea asociada (Carámbula, 2002).

2.5.2 Leguminosas

2.5.2.1 *Lotus corniculatus*

Leguminosa perenne estival, su hábito de crecimiento es erecto con un sistema radicular pivotante profundo (Carámbula, 2002).

Se caracteriza por su elevado valor nutritivo (proteínas sobrepasantes) que declina poco en pleno verano con la madurez, es tolerante a la sequía y

altamente persistente en el suelo y presenta buen vigor inicial (Carámbula, 2002).

Tiene buen potencial de producción primavero-estivo-otoñal con posibilidades de producción a fines de invierno en cultivares tempranos.

Admite pastoreos poco frecuentes (20-25cm de altura de ingreso) pero intensos (3-6cm de altura remanente). Se beneficia con pastoreos rotativos. Es importante que el rebrote se de a partir de yemas de la corona.

Presenta alta susceptibilidad a enfermedades de raíz y corona provocada por un complejo de hongos que causan pudriciones, lo cual se torna la principal limitante de la especie, condicionando su persistencia (Carámbula, 2002).

Es sensible a prácticas de manejo, ya que presenta un tallo erecto donde ocurre el alargamiento de los entrenudos; por lo que las defoliaciones retiran meristemas axilares y apicales junto con las hojas ya que los primeros se ubican por encima de la altura de corte (Zanoniani y Ducamp, 2004). Su persistencia es problemática por resiembra natural.

Crece a partir de corona y rebrota a partir de yemas axilares de tallos no cortados y yemas de corona; presenta Área Foliar Remanente generalmente escasa y de baja eficiencia fotosintética (por disposición de hojas) (Carámbula, 2002).

Responde bien a la fertilización con fósforo y es imprescindible hacerlo; es una de las pocas leguminosas que no produce meteorismo.

La pastura puede durar hasta 4-5 años dependiendo del manejo del pastoreo, cantidad de inóculo, sanidad, manejo y fertilidad (Carámbula, 2002).

Es importante aliviar el pastoreo en otoño ya que en éste período se guardan reservas, de lo contrario se pueden ver comprometida la producción invernal y rebrote primaveral.

Puede llegar a rendir 6500 kg MS/ha con un manejo correcto. Los cultivares más usados en el país son San Gabriel, Draco y Ganador; La densidad de siembra recomendable es 8 a 12 kg/ha (Carámbula, 2002).

2.5.2.2 *Trifolium repens*

Es una leguminosa perenne invernal, aunque puede comportarse como anual, bienal o de vida corta, dependiendo de las condiciones del varano;

presenta bajo vigor inicial, es estolonífero, de porte rastrero adaptándose a suelos medianos a pesados y no tolera suelos superficiales (Carámbula, 2002).

Tiene gran potencial de producción anual (6250 kg MS/ha/año) con un pico en primavera. Normalmente no crece en verano. Esta leguminosa tiene valor nutritivo elevado a lo largo de toda la estación de crecimiento (Carámbula, 2002).

Es una de las especies más importantes para incluir en una mezcla por su valor nutritivo y su gran capacidad de fijar nitrógeno (Langer, 1981)

Un buen manejo para este debe ser con pastoreos intensos (3cm) y frecuentes (7cm) gracias a los tallos estoloníferos que enraizan en los suelos muy eficientemente. Presenta muy buena semillazón y resiembra natural (Carámbula, 2002).

Una de las desventajas de ésta leguminosa es el alto riesgo de meteorismo; es muy sensible a sequías y no tolera la sombra lo cual no es recomendable utilizarla en siembras asociadas (Carámbula, 2002).

El cultivar Zapican es de hoja media presentando alta producción de semillas, buena producción en primavera-verano con condiciones ambientales favorables y poseen menos estolones y raíces mas profundas

Posee plasticidad fenotípica (se defiende del pastoreo produciendo tallos mas cortos lo que baja la productividad y puede impedir la cosecha de semilla en caso que se deje la pastura para producción de la misma); presenta autoalelopático, germinan plantas pero no sobreviven (Carámbula, 2002).

Tiene la ventaja de presentar IAF bajo, por lo que llega rápidamente al óptimo, al rendimiento techo además posee hojas jóvenes abajo y hojas viejas arriba.

El crecimiento inicial del primer año se da con las reservas de la corona, mientras que segundo año la raíz pivotante se muere y el sistema radicular es menos profundo (compuesto por estolones), se recomienda usar 4 kg/ha de semilla al plantar puro, en caso de una mezcla es recomendable 2-4 kg/ha (Carámbula, 1977).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN Y PERÍODO EXPERIMENTAL

El experimento se encuentra instalado en la Estación Experimental Mario A. Cassinoni de la Facultad de Agronomía (UDELAR), localizado a Latitud 32° 23' 31,6" S y Longitud 58° 02' 19,2" O.

Los suelos corresponden a Brunosoles Eutricos 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.

El período experimental tuvo una duración aproximada de cuatro meses, extendiéndose del 10 de agosto al 1° de diciembre del 2006.

3.2 DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento consistió en la aplicación de cuatro intensidades de pastoreo, con novillos holando, sobre una pradera mezcla de *Lolium perenne*, *Trifolium repens* y *Lotus corniculatus*. Cada intensidad de pastoreo se aplicó con y sin suplementación energética.

El área experimental ocupó una superficie de 12 há, divididas en 3 bloques de campo.

Los animales utilizados en cada parcela fueron 6 novillos holando con un peso promedio al inicio del experimento de 208 kg los cuales actuaron como animales testigo y 24 novillos holando volantes para el ajuste de la asignación de forraje por el método Put and Take. Este método consiste en introducir o sacar animales de los tratamientos con el fin de ajustar la asignación de forraje por animal. Se utilizó pastoreos en franjas diarias, con cambios por la mañana y la suplementación se realizó en cada parcela por la mañana. Por la tarde se suministro el agua ya que no se disponía de bebederos en las parcelas.

El primer pastoreo se realizó el 27 de julio del 2006

3.3 DESCRIPCIÓN DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos consistieron en un arreglo factorial 4 x 2, con el factor asignación de forraje (AF) a cuatro niveles (2,0 – 4,5 – 7,0 – 9,5 kg de materia seca por 100 kg de peso vivo (PV) por día y 2 niveles de suplementación energética otoño-invernal con grano de sorgo seco molido, sin suplementar (0) y 1,0 kg de materia seca por 100 kg de PV por día.

3.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental utilizado fue un diseño completamente al azar sin repeticiones en el espacio, con un arreglo factorial de tratamientos de 4 asignaciones de forraje por 2 tratamientos de suplementación.

3.5 PASTURA UTILIZADA

La pastura se sembró sobre una pradera vieja ocupando un área de 12 has.

Se sembró 15 kg/ha de *Lolium perenne* cultivar Horizont, 2 Kg/ha de *Trifolium repens* cultivar Zapicán y 8 kg/ha de *Lotus corniculatus* cultivar San Gabriel.

Se sembró el 30 abril del 2006, aplicándose una fertilización con 100 kg/ha de 18-46.

La emergencia de las plántulas ocurrió el 9 de mayo y el 30 de mayo se refertilizo con 50 kg/ha de Urea.

El 12 de julio del 2006 se le hizo una aplicación de 350 cc/ha de Preside.

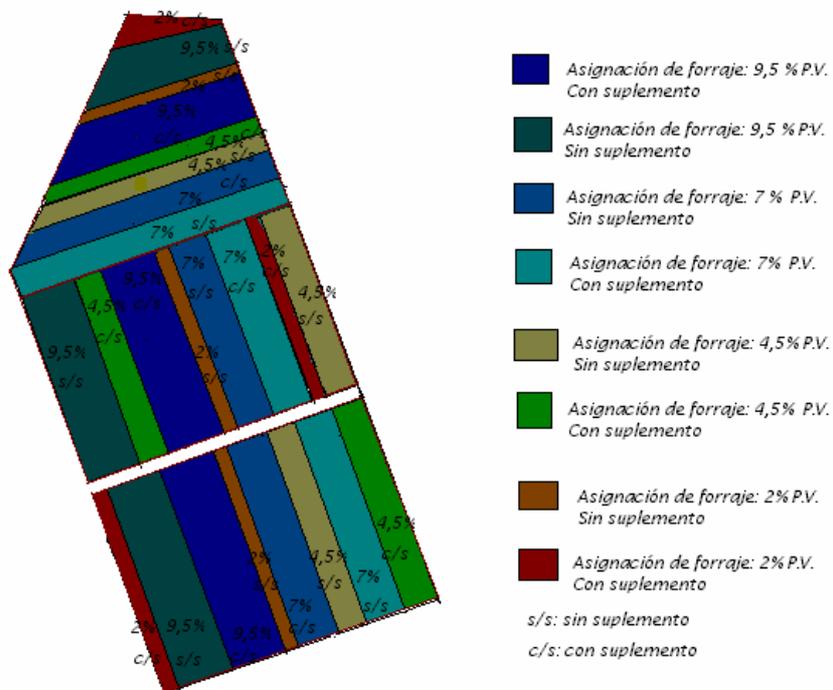


Figura 1: Mapa de distribución de las parcelas

3.6 MEDICIONES REALIZADAS

Las variables medidas son: composición botánica visual (determinación de estructura horizontal), evolución de la altura de la pastura durante el pastoreo (luego de ingresado los animales a pastorear la franja) y determinación de estructura vertical mediante cortes de la pastura por horizontes.

Las mediciones se realizaron cada 15 días.

En cada bloque las mediciones se hacían en dos franjas consecutivas.

Para la primera fecha se midió solo una franja.

3.6.1 Composición botánica visual

Esta variable fue medida utilizando un cuadro de 20 x 50 cm, dentro del cual se estimó visualmente la cobertura de las fracciones, raigrás, trébol blanco, lotus, malezas y restos secos, expresándose en porcentaje con base 100. Además se estimó la proporción de suelo descubierto como indicador de la

degradación y se registraron tres medidas de altura de la pastura con regla milimetrada, dispuestas sobre una de las diagonales.

El número de cuadros analizados por parcela varió con los tratamientos de AF en función del tamaño de las parcelas. Así para A.F. = 2,0 kg MS/100 kg PV/d se analizaron 4 cuadros; 6 cuadros para la AF = 4,5 kg MS/100 kg de PV/d, 8 cuadros con AF = 7,0 kg MS/100 kg de PV/d y 10 cuadros en las parcelas con AF = 9,5 kg MS/100 kg de PV/d.

Estas mediciones fueron hechas antes de entrar los animales a pastorear las parcelas (en el disponible) y luego de retirados (en el remanente) en sitios fijos. Para eso se marca el lugar donde fue colocado el rectángulo pre-pastoreo con una aguja de alambre de forma tal que la medición post-pastoreo se realice en el mismo lugar.

3.6.2 Evolución de la altura de la pastura durante el pastoreo

Se partió de la hora cero la cual pertenece a la altura disponible de cada tratamiento, luego a tres horas de pastoreo, a las seis horas se volvió a relevar datos y finalmente a las dieciséis horas fue la última medición una vez retirados los animales (remanente).

Las mediciones fueron realizadas con una regla milimetrada, siguiendo una trayectoria en forma de zigzag dentro de cada parcela.

El número de mediciones fueron: 20 medidas de altura en las parcelas con AF = 2,0 kg MS/100 kg PV, 30 mediciones en las parcelas con AF = 4,5 y 7,0 kg MS/100 kg de PV y 40 medidas en las parcelas con AF = 9,5 kg MS/100 kg de PV.

3.6.3 Determinación de la estructura vertical

La determinación de la estructura vertical se realizó mediante cortes por horizontes de la pastura, utilizando un cuadro de 20x50 cm, que está adosado a una guía graduada a cada 5 cm. Los estratos cortados fueron más de 15 cm de altura, entre 15 y 10 cm, entre 10 y 5 cm y menos de 5 cm al ras del suelo.

El número de cuadros analizados fue de 4 en las parcelas de AF = 2,0% PV, 6 cuadros en las parcelas de AF = 4,5% PV y 7% PV y 8 cuadros en las parcelas de 9,5 % PV.

Estas mediciones fueron realizadas sobre el forraje disponible antes de ingresar los animales a pastorear y sobre el remanente luego de retirados los animales.

A estas muestras posteriormente se les realizó la composición botánica por estrato donde se separó raigrás, trébol blanco, lotus, malezas y restos secos. Luego, cada muestra separada según especie, estrato y parcela fue pesada con una balanza de precisión (peso fresco) y puesta en estufa a 60° C durante 48 horas. Finalmente de este lapso de tiempo las muestras fueron retiradas y vueltas a pesar (peso seco).

A partir de estas determinaciones se analiza a) la distribución vertical de la materia seca presente en la pastura por estrato y b) la composición botánica de cada estrato expresada por la contribución porcentual de cada componente en base seca, al total por estrato.

3.7 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

3.7.1 Altura de la pastura y composición botánica por estrato

El efecto de la asignación de forraje y de la suplementación sobre la altura de la pastura, y la composición botánica por estrato, se estudió usando el siguiente modelo.

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + A_j + (S*A)_{ij} + \varepsilon_{ijkl}$$

Donde:

Y_{ijkl} es la variable altura de la pastura y composición botánica por estrato.

μ es la media poblacional

S_i es el efecto de la suplementación (2 niveles)

A_j es el efecto de la asignación de forraje por animal (4 niveles)

$(S*A)_{ij}$ es la interacción entre suplementación y asignación

ε_{ijkl} es el error experimental

Las medias de los efecto significativos fueron separadas usando el test de Tukey.

3.7.2 Composición botánica visual

El efecto de la asignación de forraje y la suplementación sobre la composición botánica visual, se estudió usando un modelo lineal generalizado, asumiendo que la variable medida (ordinal subjetiva), tuvo distribución multinomial

$$g(p_{ijk}) = \beta_0 + S_i + A_j + (S*A)_{ij}$$

Donde:

$g(p_{ijk})$ es la función lógica acumulativa de la probabilidad de obtener cada punto de la escala

β_0 es el intercepto

S_i es la suplementación (2 niveles)

A_j es la asignación de forraje por animal (4 niveles)

$(S*A)_{ij}$ es la interacción entre suplementación y asignación

Las medias de los efecto significativos fueron separadas usando contrastes simples.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados y discusión se ordenaron en ítems para simplificar la presentación de los mismos y las relaciones entre si.

- Estructura vertical de la pastura
 - a) disponible
 - b) remanente
 - c) desaparecido
- Composición botánica visual
 - a) disponible
 - b) remanente
- Evolución de suelo desnudo – suelo cubierto de forraje
 - a) disponible
 - b) remanente
- Altura de la pastura
 - a) tratamientos con suplementación
 - b) tratamientos sin suplementación

En el primer ítem se analiza la estructura de la pastura bajo distintos niveles de asignación de forraje (%PV) para cuatro niveles con suplementación y cuatro sin suplementación.

En el segundo ítem se analiza la composición botánica por especie para los tratamientos de asignación de forraje con y sin suplemento.

Finalmente se estudio la variación de la altura de la pastura.

Los datos presentados corresponden al promedio de las mediciones realizadas para todo el período experimental.

4.1 DATOS METEOROLÓGICOS

A continuación se presentaran los registros de temperaturas y precipitaciones medias que corresponden a los meses de abril a diciembre del 2006 que incluye el período del experimento y los valores de la serie histórica (1971-1995).

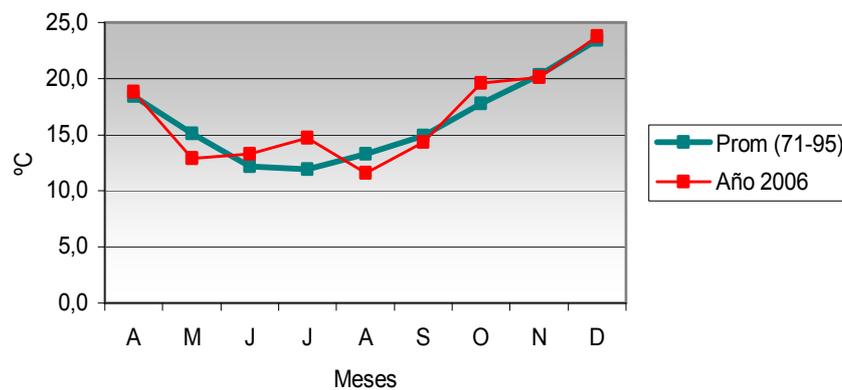


Figura No. 2: Registro de temperaturas para el periodo experimental y media histórica.

Las temperaturas durante el período del experimento fueron muy similares al promedio histórico (Figura 2). En la época de siembra (30 de abril) de la pastura las temperaturas se correspondieron al promedio histórico (18°C). Durante el experimento la temperatura promedio anual fue igual a la temperatura promedio anual de la serie histórica (16°C).

En los meses de agosto, setiembre y noviembre la temperatura promedio durante el período experimental fue muy similar a la temperatura de la serie histórica. En los meses de julio y octubre la temperatura del período del experimento es mayor al promedio de la serie histórica. En diciembre no hubo diferencias entre temperatura promedio del experimento y el promedio de la serie histórica.

Se puede concluir que durante el período experimental la temperatura no estuvo fuera de los rangos óptimos para un buen crecimiento y desarrollo de las especies sembradas. Esto se basa en lo reportado por Cook (1976), las gramíneas templadas se desarrollan mejor con temperaturas de 16°C - 23°C diurnos y nocturnos de 10°C – 17°C, a temperaturas mayores comienza a disminuir su producción.

Las temperaturas mínimas para el crecimiento de las gramíneas templadas es de cero grado, en tanto que las leguminosas producen muy poco por debajo de cero grado (Escuder, 1993).

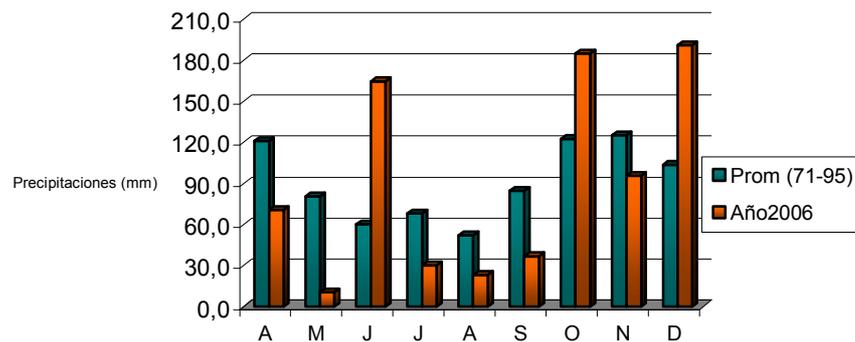


Figura No. 3: Registro de precipitaciones durante el experimento.

Las precipitaciones del promedio anual correspondiente al año del experimento (89,8mm) y las precipitaciones del promedio de la serie histórica (90,95mm) son similares. En cambio si se comparan los promedios mensuales de precipitaciones de la serie histórica con los del período experimental si se observan diferencias (Figura No. 3).

En los meses de mayo, julio, agosto, setiembre y noviembre las precipitaciones del experimento (10,5mm promedio) fueron considerablemente menores a las precipitaciones promedio de la serie histórica (80,7 mm).

Las precipitaciones promedio durante el experimento que superaron al promedio de la serie histórica fueron los meses de junio, octubre y diciembre.

Lo ocurrido en la serie histórica concuerda con lo expresado por Corsi, citado por Duran (1985), en la distribución de las lluvias a través del año, en el Uruguay, no existe una estación seca y una estación lluviosa bien definida, aunque el otoño y comienzo de primavera muestran precipitaciones algo mayores que el resto del año.

Teniendo en cuenta que el raigras perenne es una especie que no tolera déficit hídrico acentuado se puede concluir que durante el periodo experimental no hubo inconvenientes que perjudican a esta especie.

4.2 ESTRUCTURA DE LA PASTURA

En este ítems se presentan los resultados de la materia seca disponible, remanente y desaparecido mostrando los datos en porcentaje y kg/ha de materia seca.

Los datos de malezas y lotus no serán considerados para la discusión. En el caso de la leguminosa ocurrió perdidas de datos por descomposición de muestras y escasa contribución de la misma en la mezcla por lo que los análisis estadísticos resultan erráticos. En cuanto a las malezas, se distribuyeron en manchones al azar, por lo cual su presencia no fué consecuencia del manejo del pastoreo.

4.2.1 Contribución botánica por estrato en kilogramos por hectárea de materia seca disponible

En las figuras 4 y 5 se analizarán conjuntamente la contribución a la MS disponible en kg/ha de las fracciones raigras, trébol blanco, lotus, restos secos y malezas, por estrato en cada asignación con y sin suplementación.

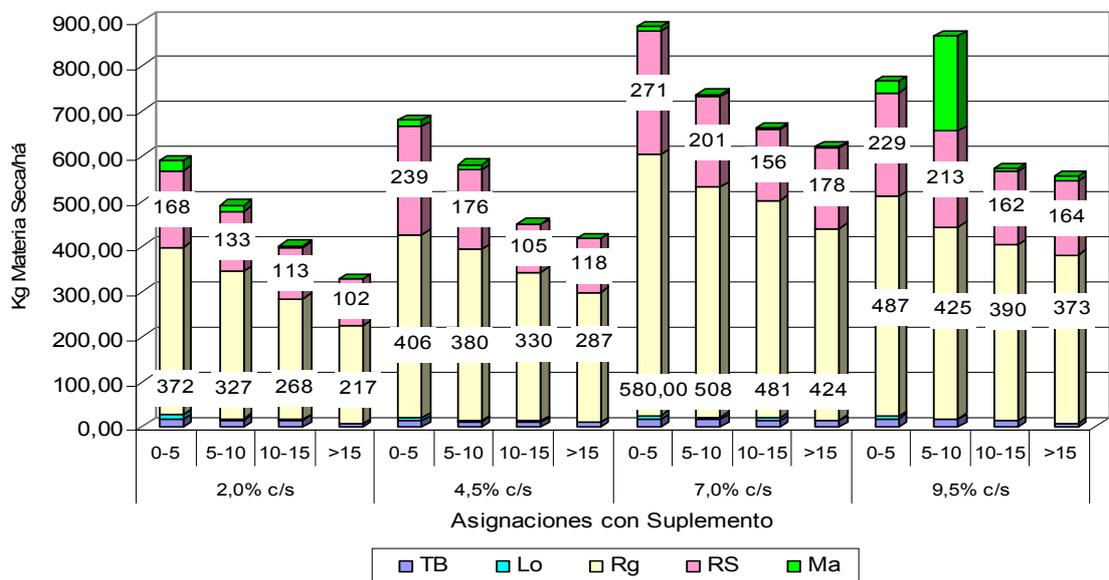


Figura No. 4: Distribución en kg /há de materia seca de forraje disponible por horizontes de la pastura, según asignación de forraje y composición botánica en kg /há de materia seca de cada fracción por horizonte de la pastura en los tratamientos con suplementación de sorgo.

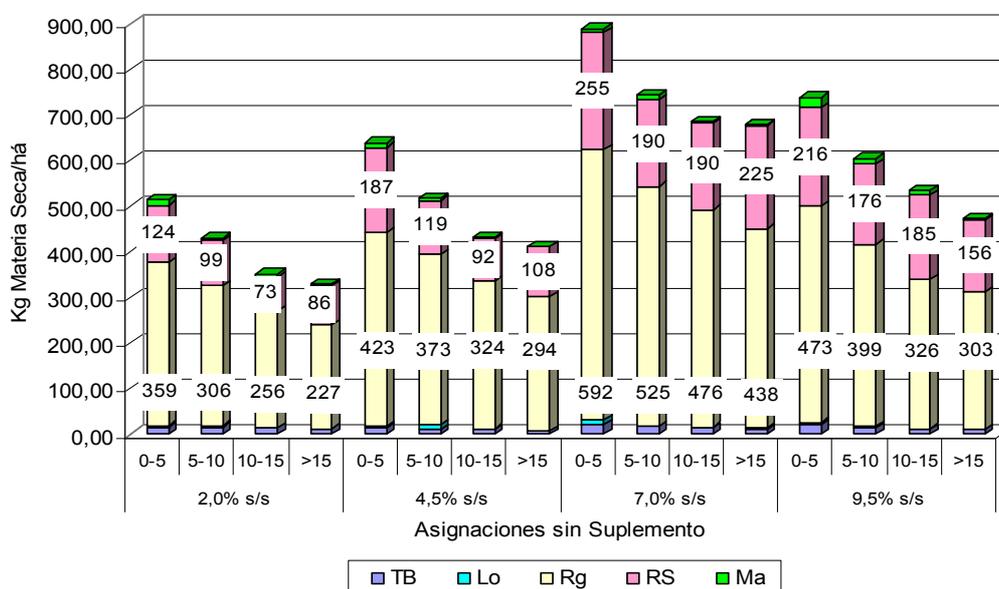


Figura No. 5: Distribución en kg /há de materia seca de forraje disponible por horizontes de la pastura, según asignación de forraje y composición botánica en kg /há de materia seca de cada fracción por horizonte de la pastura en los tratamientos sin suplementación de sorgo.

Se aprecia que la mayor contribución de materia seca se encuentra en los estratos inferiores (0-5cm y de 5-10cm), tanto en los tratamientos con suplementación como sin suplementación.

En el tratamiento con asignación de 9,5 %PV con suplementación (Figura 4) se observa que dicha tendencia no es tan clara ya que hay un aporte mayor de malezas con respecto a los tratamientos restantes, aunque para las especies sembradas si se mantiene la misma tendencia.

A partir del análisis de varianza (Anexo No. 1), para la estructura de la pastura expresada en composición botánica por estrato, medida en kg/há de materia seca por estrato para el disponible se observó que en el estrato mayor a 15 cm existen diferencias significativas para el efecto de asignación de forraje para raigras y restos secos.

Para el estrato de 10-15 cm. existen diferencias significativas en raigras, restos secos y trébol blanco para asignación de forraje.

En el estrato de 5-10 cm., se encontró diferencias significativas para el efecto de asignación en raigras y restos secos.

Mientras que en el estrato 0-5 cm. hubo diferencias significativas para el efecto de asignación en raigras y restos secos.

Por lo tanto para raigras y restos secos se encontraron diferencias significativas en todos los estratos, mientras que para las leguminosas solamente en los estratos intermedios.

A partir del cuadro de resumen del análisis de varianza se constato cuales son los efectos significativos, para luego estudiar el modo en que afecta cada efecto significativo a cada variable mediante los contrastes ortogonales (anexo No. 2).

Analizando los mismos se observan que para los estratos entre 5 -10; 10 -15 y mayores 15 cm. la prueba de Tukey no encontró diferencias entre tratamientos. Para restos secos en los estratos entre 0-5 cm. la prueba de Tukey no pudo estimar los valores debido al desbalance numérico.

En el estrato de 0-5cm hubo diferencias para el raigrás, presentando mayor contribución intensidades de pastoreo menores (7,0 y 9,5%PV). Esto se explica porque al disminuir la intensidad de pastoreo, disminuye el macollaje por lo que baja el número de macollos pero con mayor peso, esto último puede estar contribuyendo a la mayor cantidad de raigrás en estos tratamientos. Este comportamiento para esta fracción se mantuvo para todos los estratos.

Para el estrato de 5-10 cm. se encontró diferencias significativas para el raigras, presentado mayor contribución en el tratamiento 7,0 %PV, sin diferencias entre las asignaciones restantes. En el tratamiento de 9,5%PV como el pastoreo fue menos intenso provocó la acumulación de material senescente en detrimento del material verde. En las intensidades de pastoreo más altas (2,0 y 4,5 %PV) el menor valor se explica por el mayor consumo por parte de los animales que determina menores acumulaciones.

Para el estrato de 10 -15 cm. hubo diferencias para el efecto de asignación en trébol blanco y raigrás. Existió una mayor contribución de trébol blanco para intensidades de pastoreo más altas (2,0 y 4,5%PV). En estas parcelas al haber mayor desaparecido y al presentar menor altura permitió la entrada de luz a los estratos inferiores promoviendo de esta forma el crecimiento de la especie de hábito postrado, en este caso trébol blanco. Además de esto el trébol blanco presenta un área foliar remanente alta por lo que llega rápidamente al IAF óptimo, esto le permite adaptarse a pastoreos intensos.

Esto coincide con lo expresado por Carámbula (1977), el cual afirma que las especies postradas como consecuencia de alcanzar antes el IAF óptimo

pueden ser pastoreadas mas frecuentemente, ya que les queda una mayor superficie foliar post-defoliación, teniendo una menor producción por pastoreo que las gramíneas erectas. Estas forrajeras menos sensibles a una defoliación presentan un área foliar remanente mayor luego del pastoreo o corte, lo que les permite restablecer rápidamente su actividad fotosintética, siempre y cuando la masa foliar remanente sea suficiente.

4.2.2 Distribución porcentual de la materia seca disponible por estrato de la pastura

En las figuras 6 y 7 se analizaran en conjunto la distribución de la materia seca total en cada estrato para cada asignación.

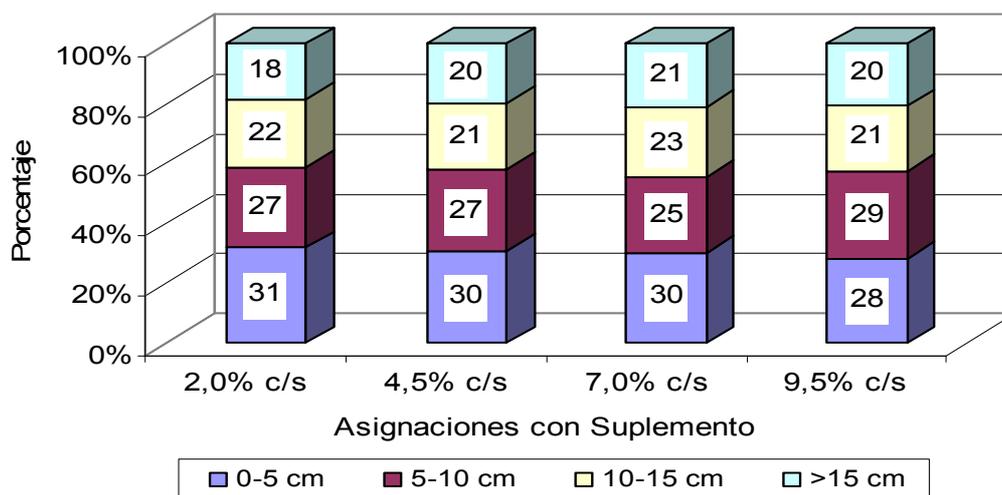


Figura No. 6: Contribución porcentual disponible de los estratos para cada asignación de forraje con suplementación de sorgo.

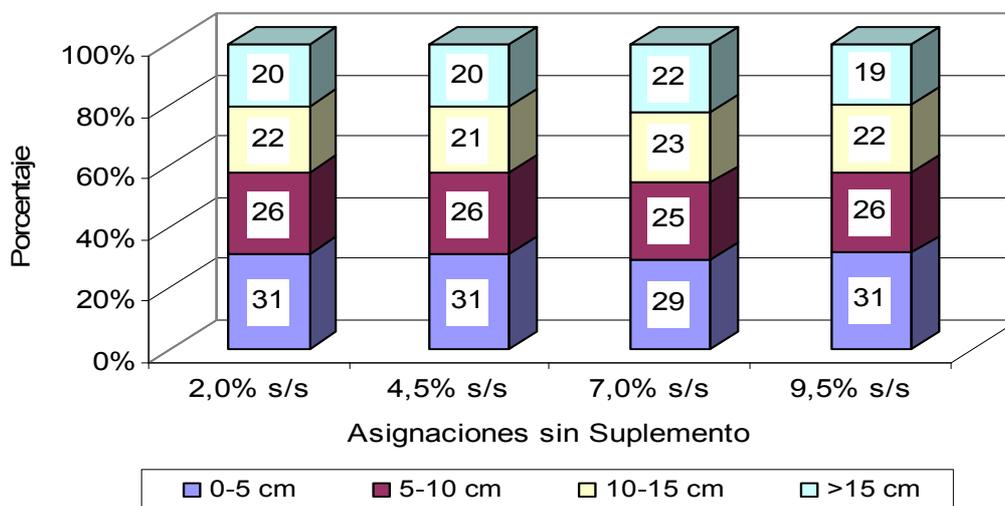


Figura No. 7: Contribución porcentual disponible de los estratos para cada asignación de forraje sin suplementación de sorgo.

Se puede ver que independientemente de las asignaciones el mayor porcentaje de materia seca se encuentra en el estrato inferior y a medida que aumenta en altura disminuye la contribución porcentual.

Comparando entre tratamientos no se observa un efecto de la intensidad de pastoreo sobre la distribución vertical de la estructura de la pastura.

Esto se debe a que los animales ingresaban a las parcelas cuando la altura de la pastura alcanzaba los 20 cm.

A partir del análisis de varianza (anexo No. 3), para la estructura de la pastura medida como el porcentaje de la materia seca disponible por estrato y por tratamiento, se observó que en el estrato entre 0-5 cm. existen diferencias significativas para el efecto de asignación. El efecto de suplementación se verificó para el estrato de 5 -10 cm. En el estrato mayor a 15 centímetros fue significativo el efecto de la interacción asignación*suplementación.

Del estudio de los contrastes ortogonales (anexo No. 4), se aprecia que para el estrato de 0-5 cm. los tratamientos con mayor porcentaje de la materia seca disponible fueron 2,0 y 9,5 %PV.

Para el caso de 2,0%PV los resultados se explican porque pastoreos intensos promueve el desarrollo de un tapiz chato “contra el suelo”, como respuesta de las plantas para escapar al pastoreo. Además con pastoreos intensos hay mayor macollaje y por lo tanto mayor número de macollos, y

considerando que la densidad en peso de los macollos es mayor en la base de las plantas, esto explicaría que el mayor porcentaje de materia seca se encuentra en el estrato inferior en las asignaciones más bajas.

Este “tapiz chato” que se genera contra el suelo se debe a que, defoliaciones frecuentes y severas llevan a las plantas a desarrollar hojas con vainas más cortas cuyas lígulas están posicionadas justo debajo del nivel de corte y cuya lámina se vuelve más horizontal, llevando al tapiz a mantener material de hoja verde debajo del horizonte de pastoreo (Lemaire, 1997). Esta respuesta de las plantas es reversible, cuando cesa la defoliación, o por lo menos cuando se vuelve menos frecuente, el largo de las vainas de las sucesivas hojas aumenta gradualmente y alcanza su valor inicial, esto es acompañado por láminas más largas y más erectas.

La habilidad de las especies de modificar su largo de vaina en respuesta al régimen de defoliación resulta de gran importancia en determinar el rango de su respuesta plástica y su adaptación a regímenes variables de defoliación. (Lemaire, 1997)

Diferentes intensidades de pastoreo determinan diferencias en tasas de elongación de hojas, así intensidades bajas resultan en mayores tasas de elongación y mejores características estructurales (Cauduro et al., 2006).

Cuando la intensidad de pastoreo es menor, el largo de las hojas será mayor. Otro factor a considerar es la altura de la vaina, cuanto mayor es su largo, mayor será la fase de multiplicación celular, por lo tanto mayor será el tamaño final de la lamina (Cauduro et al., 2006).

A pesar de no contar con análisis estadísticos se constató por apreciación visual que la distribución en porcentaje por hectárea de materia seca total por estrato tanto para el disponible como para el remanente siempre fue mayor en el horizonte inferior (0-5 cm.) para cualquiera de las asignaciones.

Con respecto a asignaciones de 9,5%PV el mayor porcentaje en estratos de 0-5 cm. se debe a que en este tratamiento siempre había más materia seca total (independiente del estrato), ya que fue el que ofreció mayor asignación de forraje.

Para los estratos entre 5-10 y mayor a 15cm el análisis estadístico no demuestra una tendencia definida de los efectos sobre la distribución porcentual de la materia seca.

4.2.3 Contribución botánica por estrato en porcentaje por hectárea de materia seca disponible

En las figuras 8 y 9 se analizarán conjuntamente, la contribución a la MS disponible en porcentaje/ha de las fracciones raigras, trébol blanco, lotus, restos secos y malezas por estrato en cada asignación con y sin suplementación.

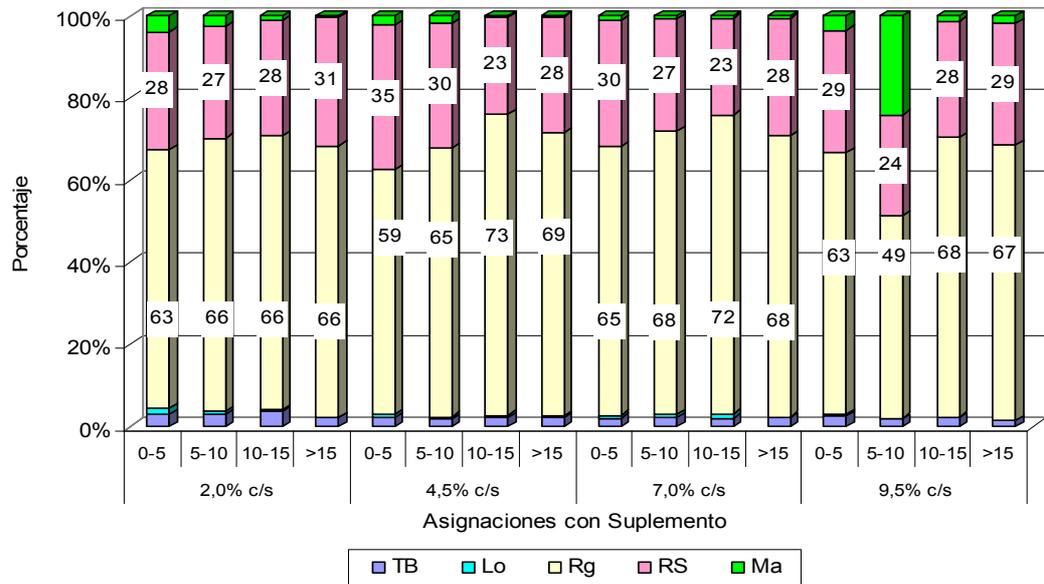


Figura No. 8: Composición botánica en porcentaje de los horizontes de la pastura disponible para los tratamientos con suplementación de sorgo.

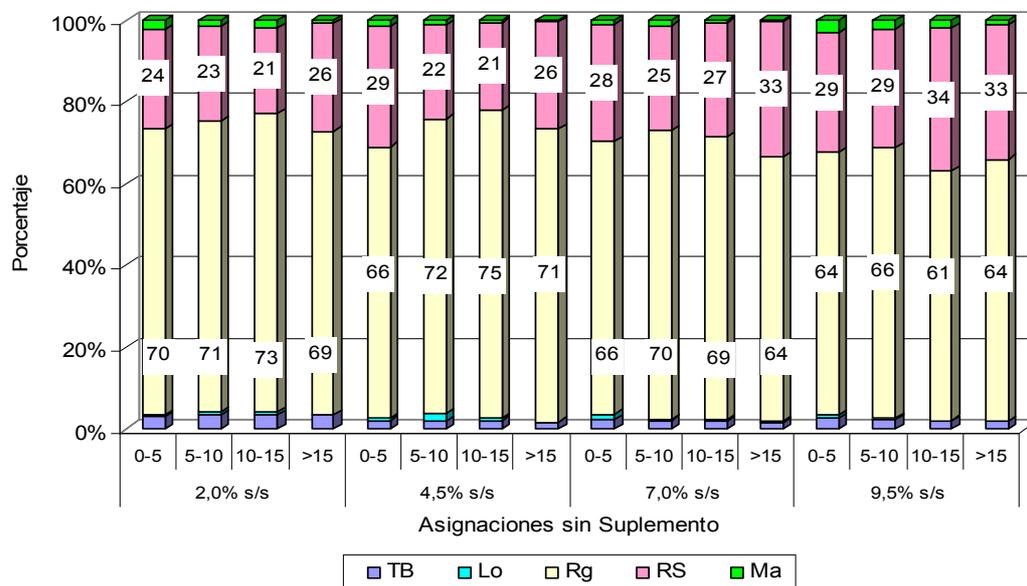


Figura No. 9: Composición botánica en porcentaje de los horizontes de la pastura disponible para los tratamientos sin suplementación de sorgo.

Se observa que el raigras es la especie predominante, la contribución en porcentaje en general es igual para todos los estratos en todas las asignaciones.

Analizando cada especie por separado, por apreciación visual se constató que el raigras predominó en los estratos inferiores independientemente de la asignación ya que al ser una gramínea presenta mayor densidad en la base de la macolla.

La mayor cantidad de esta fracción para el disponible se encontraba en las asignaciones más altas (7,0 y 9,5%PV) cuando fue medida en kg/ha de materia seca mientras que cuando la medida se realizó en porcentaje el mayor valor se observó en las asignaciones más bajas (2,0 y 4,5%PV). Esto último puede deberse a que las asignaciones más altas presentaban mayor porcentaje de restos secos en el disponible por lo que el raigras pasó contribuir menos en la materia seca total.

A partir del análisis de varianza (Anexo No. 5), para la estructura de la pastura expresada en contribución en porcentaje por estrato de materia seca para el disponible se observó que en el estrato 0-5 cm. se encontró diferencias significativas para raigras, trébol blanco y restos secos.

En el estrato de 5-10 cm. solamente se encontraron diferencias estadísticas para restos secos.

En cambio en el estrato 10-15 cm. las diferencias estadísticas encontradas fueron para raigras y restos secos.

A partir del cuadro de resumen del análisis de varianza se constato cuales son los efectos significativos, para luego realizar el estudio de cada efecto significativo a cada variable, mediante los contrastes ortogonales (Anexo No. 6). Analizando los mismos se observan que para restos secos en el estrato de 0-5; 5-10 y 10-15cm la prueba de Tukey no encontró diferencias significativas.

Para el estrato de 0-5cm se observan diferencias significativas para el efecto de asignación en trébol blanco lo cual ya fue explicado en la figura 4 y 5.

También se observan diferencias en este estrato para raigrás presentando mayor contribución intensidades más altas. Esto último no concuerda con lo expresado en las figuras 4 y 5 debido a que estas fueron reportadas en kg/ha de MS y las analizadas en este ítems en porcentaje. Esto puede ser explicado porque en intensidades de pastoreo menor hay un mayor porcentaje ocupado por restos secos, por lo tanto disminuye el porcentaje de raigras.

El trébol blanco para el mismo estrato fue mayor en asignaciones mas bajas, esto ya fue explicado en las figura 4 y 5.

Para el estrato de 10-15cm se ven diferencias para el efecto de asignación en raigrás manteniéndose la misma tendencia que para el estrato de 0-5cm.

4.2.4 Contribución botánica por estrato en kilogramos por hectárea de materia seca remanente

En las figuras 10 y 11 se analizan conjuntamente la contribución a la MS remanente en kg/ha de las fracciones raigras, trébol blanco, lotus, restos secos y malezas, por estrato en cada asignación con y sin suplementación.

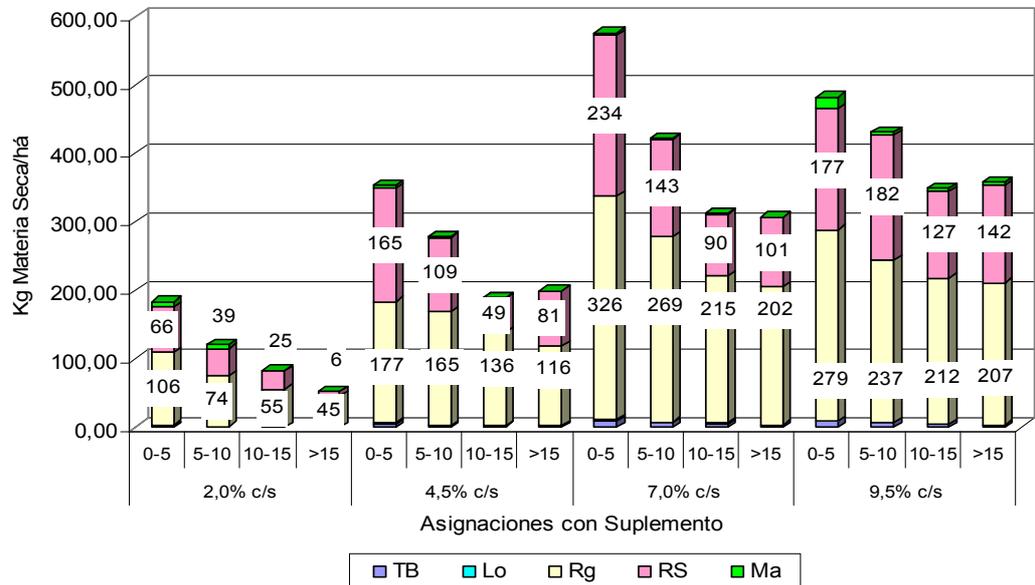


Figura No. 10: Distribución en kg /há de materia seca de forraje remanente por horizontes de la pastura, según asignación de forraje y composición botánica en kg /há de materia seca de cada fracción por horizonte de la pastura en los tratamientos con suplementación de sorgo.

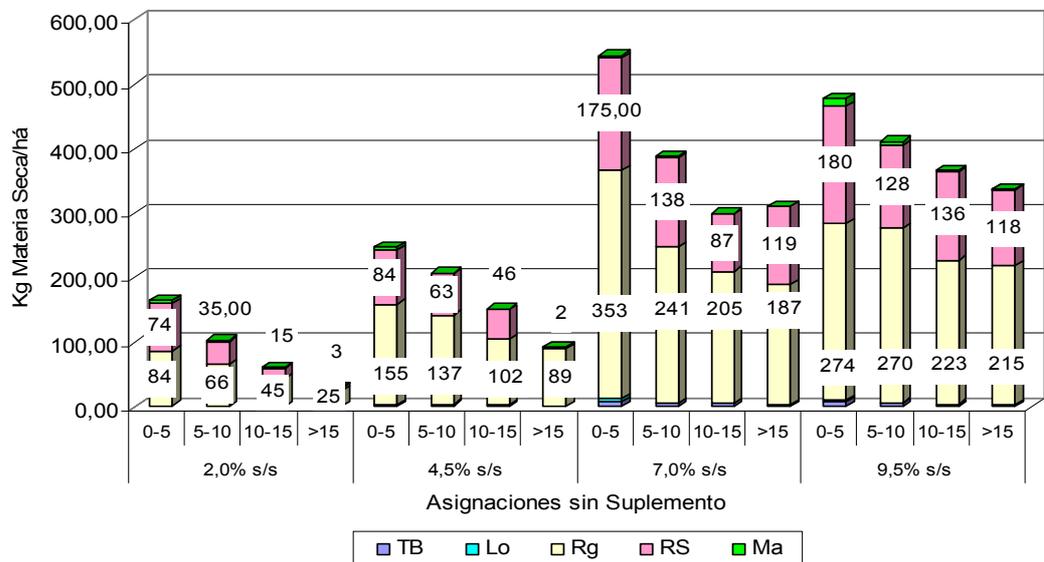


Figura No. 11: Distribución en kg /há de materia seca de forraje remanente por horizontes de la pastura, según asignación de forraje y composición botánica

en kg /há de materia seca de cada fracción por horizonte de la pastura en los tratamientos sin suplementación de sorgo.

Apreciando las figuras anteriores se observa igual tendencia de la misma gráfica pero para el disponible ya que los estratos inferiores tienen la mayor contribución de materia seca, mientras que a medida que aumenta los estratos esta disminuye.

Otra observación que se realiza es que al disminuir la intensidad de pastoreo aparece mayor cantidad de restos secos distribuidos en todos los estratos, sobretodo en los estratos más bajos, ya que los animales no alcanzan a horizontes de pastoreo más bajos por que el forraje ofrecido es mayor en estas asignaciones. Por otro lado la mayor contribución de restos secos en el remanente en todos los estratos también se explica por mayor asignación de forraje en estos tratamientos con respecto a aquellos con asignaciones menores, los cuales dejaban remanente muy escaso y con mínima selección por lo tanto la contribución de restos secos fue muy inferior a intensidades de pastoreo menores.

A partir del análisis de varianza (anexo No. 7), para la estructura de la pastura expresada en contribución botánica por estrato, medida en kg/ha de materia seca por estrato para el remanente se observó que en el estrato 0-5 cm. existe diferencias significativas para raigras, trébol blanco y restos secos.

En el estrato de 5-10 cm. se encontraron diferencias estadísticas para raigras, trébol blanco y restos secos.

En el estrato 10-15 cm. las diferencias estadísticas fueron para trébol blanco y restos secos.

En el estrato mayor a 15 cm. se encontraron diferencias significativas para raigras y restos secos.

A partir del cuadro de resumen del análisis de varianza se constató cuáles son los efectos significativos de cada variable mediante los contrastes ortogonales (anexo No. 8). Analizando los mismos se observan que para restos secos en el estrato de 5-10; restos secos y trébol blanco de 10-15 y restos secos mayor a 15 cm. la prueba de Tukey no pudo estimar.

Se observa para el estrato de 0-5cm diferencias para trébol blanco presentando mayor contribución intensidades de pastoreo bajas (7,0 y 9,5%PV).

Esto se debe a que en estas asignaciones el horizonte de pastoreo de los animales era más alto comparado con las asignaciones más bajas, no llegando a cosechar del estrato inferior lugar donde se encuentra dicha leguminosa, explicado por este hecho y no por falta de preferencia animal. En cuanto a intensidades de pastoreo altas se observan los menores valores para trébol blanco, en estos tratamientos al ser la asignación baja (y en el caso de asignación de forraje 2,0%PV, menor que la capacidad de consumo voluntario) el animal se veía obligado a cosechar de los estratos más bajos también alcanzando a cosechar dicha leguminosa.

El estrato inferior es el menos disponible para el animal, Hodgson (1969) indica que el consumo se restringe cuando la altura de la pastura se restringe de 6cm para ovinos y 9cm para vacunos.

El raigras en este estrato presenta mayores valores en las intensidades de pastoreos menores manteniéndose las tendencias vistas en los datos del disponible en kg/ha de materia seca.

Para este mismo estrato hay diferencias en la fracción restos secos siendo mayor su contribución en las intensidades de pastoreo menores. Esto se debe a que en estas asignaciones existió una menor utilización de la pastura ya que al haber más sombreado (comparado con intensidades de pastoreo altas) promueve la muerte de macollos y hojas y de esta forma la acumulación de material senescente en el estrato inferior. Además de esto la especie dominante era una gramínea, esto es importante tener en cuenta ya que como tal, las hojas nuevas emergen sobre las viejas quedando éstas últimas en la base de la macolla contribuyendo de esta forma a la acumulación de material muerto en el estrato inferior. Esta mayor acumulación de material seco se explica también porque al ser una especie que tiene una vida media foliar corta se ve desfavorecida con intensidades de pastoreo bajas.

Grant et al. (1981) observaron tasas mas altas de senescencia foliar en potreros con mayor altura de la pastura y relacionaron estos resultados a una mayor proporción de tejido vegetal maduros o senescentes y a la reducción en la penetración de la luz.

Cortes mas intensos y frecuentes provocan mayor renovación de los tejidos que están asociadas a la mayor eficiencia de producción de forraje. Cortes menos intensos y frecuentes ocasionan mayor floración y mayor producción de pseudotallos y material muerto (Marcelino et al., 2006)

Casal et al. (1985) afirman que cuanto menor es la altura de la pastura (por ejemplo debido a una mayor intensidad de pastoreo), mayor entrada de luz para

el interior del tapiz, lo que altera su calidad con el aumento de la relación rojo/rojo lejano en la base de la planta, aumentando así, el macollaje.

La vida media foliar es el período entre la aparición de la hoja y el comienzo de su senescencia por lo que es un parámetro morfológico determinante del equilibrio entre el flujo de crecimiento y el flujo de senescencia (Agnusdei et al., 1998).

Esta variable morfogenética indica, por un lado el techo potencial de rendimiento de la especie (máxima cantidad de material vivo por área) y por otro lado, es un indicador fundamental para la determinación de la intensidad de pastoreo continuo o de la frecuencia de pastoreo en pastoreo rotativo ya que determina la duración de la fase corte-inicio de la senescencia foliar, durante la cual se puede admitir aproximadamente que la productividad cosechable es igual a la productividad bruta (Gottschall et al., 1998).

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

En los estratos de 5-10 se observó la misma tendencia para trébol blanco y raigras, para el estrato de 10-15 para trébol blanco y para el estrato mayor a 15cm para raigras.

4.2.5 Distribución porcentual de la materia seca remanente por estrato de la pastura

En las figuras 12 y 13 se analizarán en conjunto la distribución de la materia seca total en cada estrato para cada asignación.

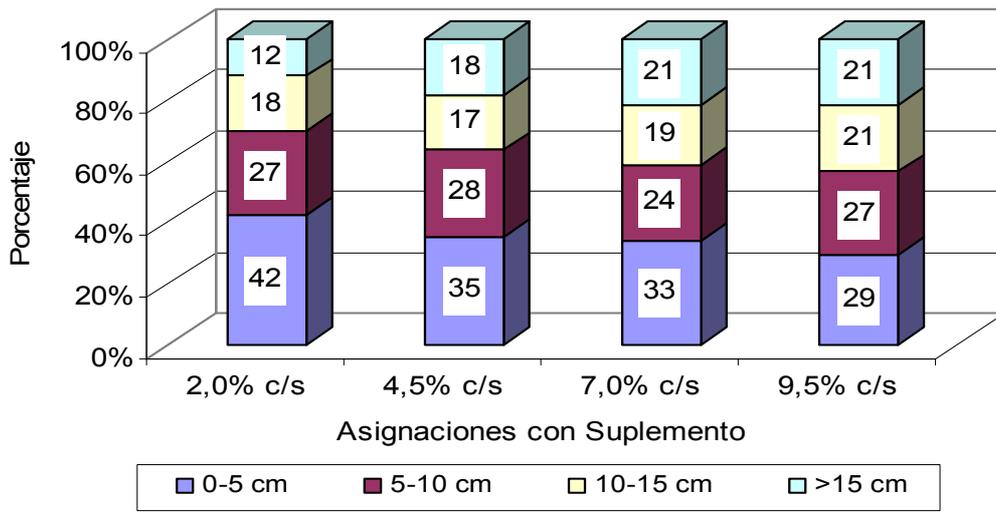


Figura No. 12: Contribución porcentual remanente de los estratos para cada tratamiento con suplementación de sorgo.

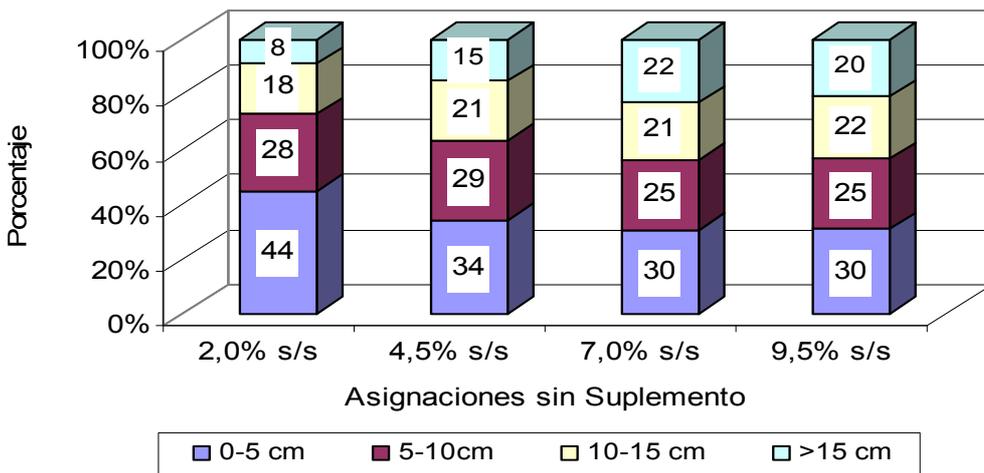


Figura No. 13: Contribución porcentual remanente de los estratos para cada tratamiento sin suplementación de sorgo.

Al igual que en las figuras 6 y 7, independientemente de las asignaciones el mayor porcentaje de restos secos se encuentra en el estrato inferior, a medida que aumenta en altura, disminuye la contribución porcentual.

Si se compara entre tratamientos no se ve un efecto de intensidad de pastoreo sobre la distribución vertical de la estructura de la pastura.

El tratamiento con 2,0%PV fue el que modificó en mayor grado la estructura vertical de la pastura remanente ya que casi la mitad del total de la materia seca, medida en porcentaje, se encontraba en el estrato de 0-5 cm. disminuyendo dicho porcentaje al aumentar el estrato.

Esta mayor concentración para el estrato inferior es explicado por el hecho de que intensidades de pastoreo altas (2,0%PV) generan plantas enanas con hojas más pequeñas y ecotipos más postrados de la misma especie desarrollando pasturas de porte más postrado en donde la mayor cantidad de materia seca se encuentra en los estratos inferiores (0 a 5cm y 5 a 10cm).

En contrapartida intensidades de pastoreo bajas (7,0 y 9,5%PV) presentaron una distribución de la materia seca total en porcentaje por hectárea más homogénea generando un tapiz más erecto.

Esto se explica ya que en estos tratamientos las plantas desarrollaron hojas con vainas y láminas más largas y erectas.

A partir del análisis de varianza (anexo No. 9), para la estructura de la pastura medida en porcentaje de materia seca total por estrato y tratamiento para el remanente, se observó que en el estrato de 0-5 cm. existen diferencias significativas para el efecto de asignación para todos los tratamientos.

Luego de constatar los efectos significativos a partir del análisis se procede a observar los contrastes ortogonales (anexo No. 10), de los cuales se aprecia lo siguiente.

Para el estrato de 5-10 cm. por la prueba de Tukey no se encontró diferencias significativas.

Para el estrato de 0-5 cm. se concluye que en el tratamiento con 2,0%PV se concentra una mayor proporción de la materia seca remanente.

Como ya se ha mencionado en intensidades de pastoreo bajas el porcentaje de materia seca se distribuye más en altura, siendo el estrato de 0-5 cm. de este último menor que el de intensidades altas.

4.2.6 Composición botánica de materia seca remanente por estrato en porcentaje

En las figuras 14 y 15 se analizara en conjunto la contribución a la MS remanente en porcentaje de las fracciones raigras, trébol blanco, lotus, restos secos y malezas por estrato en cada asignación con y sin suplementación.

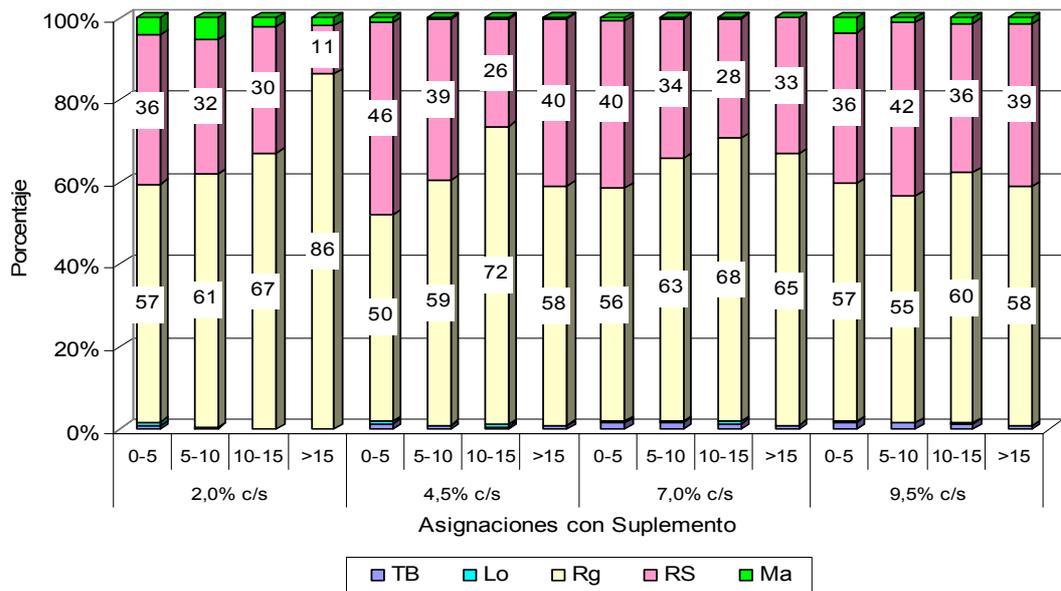


Figura No. 14: Composición botánica en porcentaje de los horizontes de la pastura remanente para los tratamientos con suplementación de sorgo.

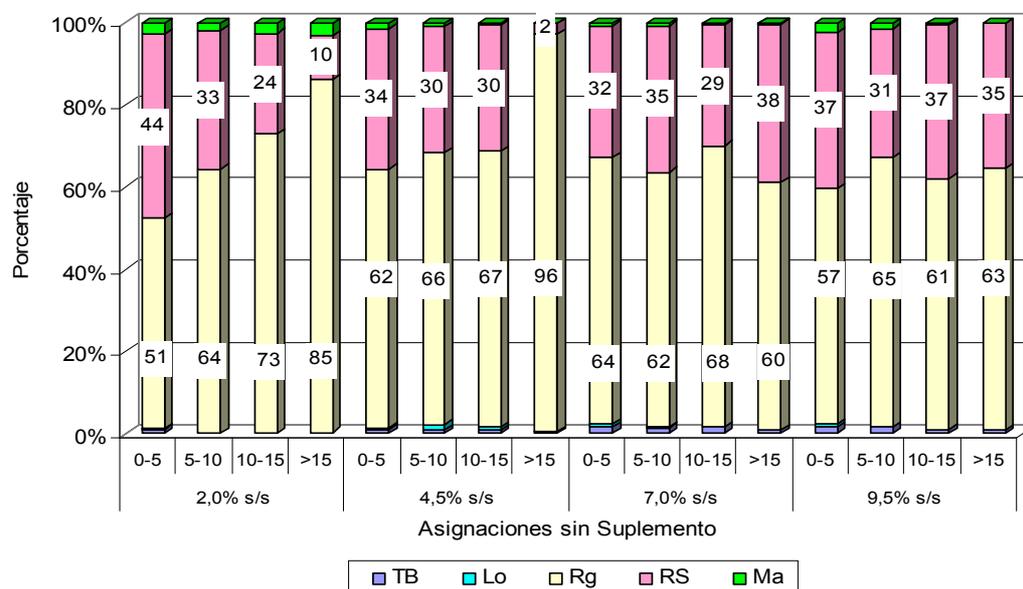


Figura No. 15: Composición botánica en porcentaje de los horizontes de la pastura remanente para los tratamientos sin suplementación de sorgo.

Ambas figuras presentan un comportamiento muy similar, ya que los tratamientos con asignaciones de 2,0 y 4,5%PV presentan menor porcentaje de restos secos al aumentar el estrato, sin embargo en los restantes tratamientos no se constatan esas tendencias.

En el remanente la mayor cantidad en kg/ha de raigrás se observó también en las asignaciones altas mientras que en porcentaje los datos estadísticos no pudieron estimar para esta fracción aunque por apreciación visual se constató que, a diferencia de lo ocurrido en el disponible, el porcentaje de esta fracción era también mayor en las asignaciones altas. Seguramente esto se explica ya que en asignaciones bajas la oportunidad de seleccionar por parte del animal era mínima por lo que la escasa cantidad de materia seca que quedaba en el remanente correspondía a restos secos bajando de esta forma la participación porcentual del raigrás.

Independientemente de las asignaciones se constato por apreciación visual que la mayor cantidad restos secos se encontraba en los estratos inferiores. Esta fracción no pudo ser estimada por la prueba de Tukey para comparar estadísticamente entre asignaciones pero por apreciación visual se constató que fue mayor en cantidad en las asignaciones altas tanto para el disponible como para el remanente, mientras que en porcentaje la mayor cantidad se vio en asignaciones bajas para el remanente como ya se mencionó anteriormente.

El trébol blanco predominó en los estratos inferiores para todas las asignaciones (constatado por apreciación visual). Además de esto la mayor cantidad y porcentaje en el disponible se observó en asignaciones bajas, debido a que en estos tratamientos se genera un ambiente propicio en cuanto a la luminosidad para el crecimiento de esta especie de hábito prostrado. Para el remanente el valor más bajo correspondió a las asignaciones más bajas debido a la menor altura del horizonte de pastoreo en estos tratamientos llegando de esta forma al estrato más bajo (lugar donde se encuentra dicha leguminosa).

Para el lotus su contribución no fue relevante como para concluir a partir de su análisis estadístico, además de esto se perdieron datos por descomposición de muestras. A pesar de esto se constató por apreciación visual que dicha leguminosa se concentraba en los estratos inferiores (0-5 y 5-10 cm.).

A partir del análisis de varianza (anexo No. 11), para la estructura de la pastura expresada en contribución botánica de materia seca por estrato, medida en porcentaje para el remanente, se observó que en el estrato 0-5 cm. se encontró diferencias significativas para trébol blanco.

En el estrato de 5-10 cm. se encontraron diferencias estadísticas para restos secos para asignación.

En el estrato 10-15 cm. las diferencias estadísticas fueron para restos secos.

Finalmente en el estrato de más de 15 cm. se encontraron diferencias significativas para restos secos.

Luego de constatar los efectos significativos a partir del análisis se procede a analizar los contrastes ortogonales (anexo No. 12), de los cuales para el trébol blanco en el estrato de 0-5 cm. no se encontró diferencias entre tratamientos. Para la fracción restos secos en el estrato de 10-15 cm. la prueba de Tukey no se pudo estimar.

Para el estrato de 5-10 cm. se ven diferencias para los restos secos presentando menor contribución en la intensidad más alta. Como ya fue mencionado esto es por que pastoreos más intensos promueve mayor macollaje, menor senescencia foliar debido a un menor sombreado (comparado con asignaciones más altas) y de esta forma manteniendo una pastura más "joven".

4.2.7 Composición botánica materia seca desaparecido por estrato en kilogramos por hectárea

En las figuras 16 y 17 se analizarán conjuntamente la contribución a la MS desaparecida en kg/ha de las fracciones raigrás, trébol blanco, lotus, restos secos y malezas por estrato en cada asignación con y sin suplementación.

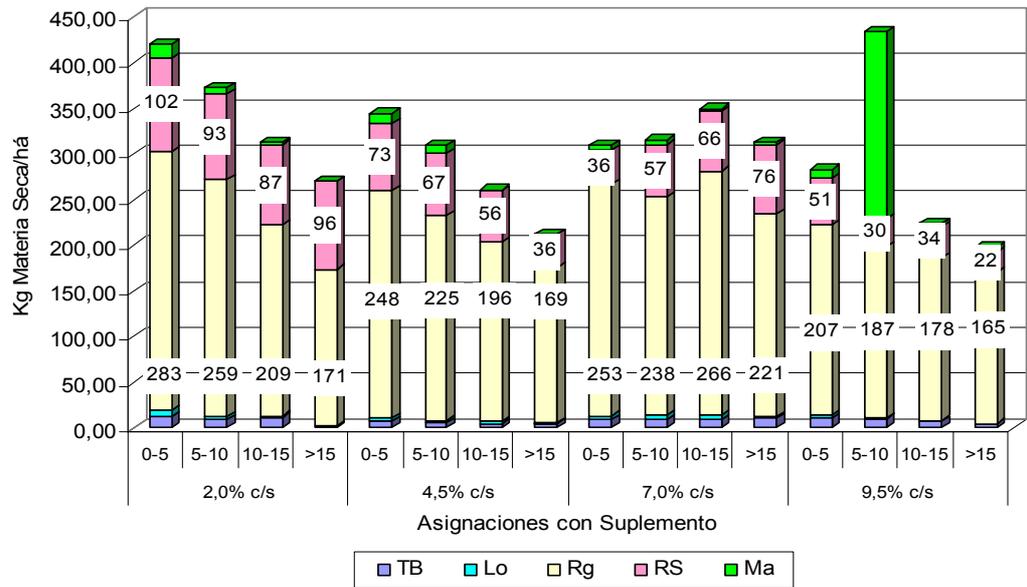


Figura No. 16: Distribución en kg /há de materia seca de forraje desaparecido por horizontes de la pastura, según asignación de forraje y composición botánica en kg /há de materia seca de cada fracción por horizonte de la pastura en los tratamientos con suplementación de sorgo.

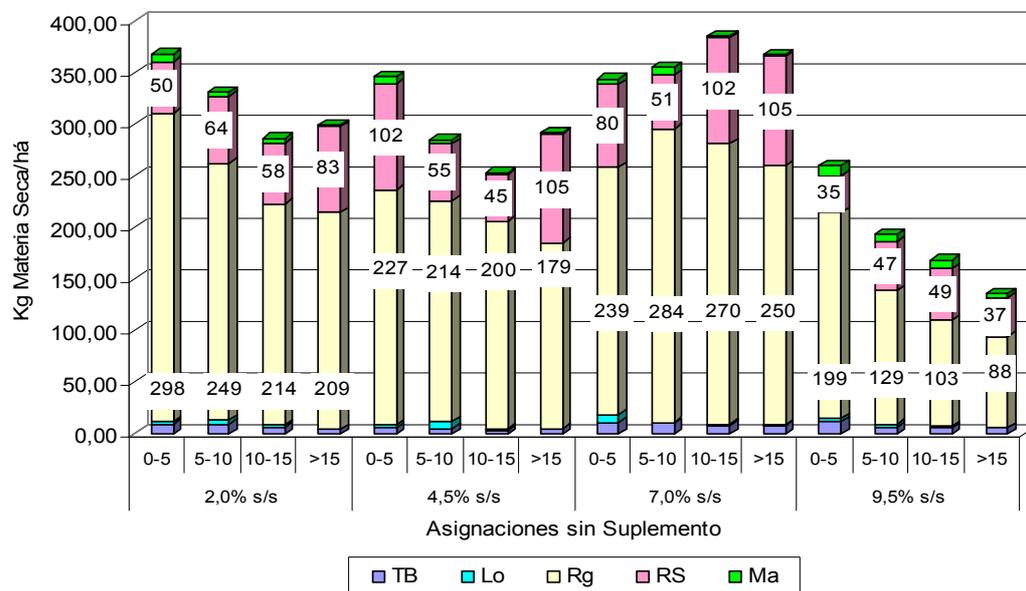


Figura No. 17: Distribución en kg /há de materia seca de forraje desaparecido por horizontes de la pastura, según asignación de forraje y composición botánica en kg /há de materia seca de cada fracción por horizonte de la pastura en los tratamientos sin suplementación de sorgo.

De las figuras se desprende que, en intensidades de pastoreo altas el desaparecido es mayor, ya que el remanente es menor.

Para todos los tratamientos se mantiene la misma tendencia, en los estratos más bajos es donde hubo el mayor desaparecido ya que era donde se encontraba la mayor contribución de materia seca disponible.

En intensidades de pastoreo de 9,5%PV el desaparecido es menor debido al menor consumo que redundo en mayor remanente.

El raigras fue la fracción con mayor desaparecido frente al resto de las especies de la pastura sembrada ya que fue el mayor contribuyente en la pastura disponible.

A partir del análisis de varianza (anexo No. 13), para la estructura de la pastura expresada en contribución botánica por estrato, medida en kilogramos por hectárea de materia seca por estrato para el desaparecido se observa que para el estrato de 0–5 cm. se encontró diferencias para el efecto de asignación en trébol blanco, raigrás y restos secos. Para el estrato de 5–10 cm. se encontró diferencias en asignación en trébol blanco, raigrás y restos secos.

Para el estrato de 10–15 cm. se observa diferencias para asignación en restos secos y raigrás. Para el estrato mayor 15 cm. se encontró diferencias para raigrás.

Analizando los contrastes (anexo No. 14) para raigras de 0-5 cm. mediante la prueba de Tukey no se encontró diferencias significativas. Para restos secos de 5-10 y 10-15cm la prueba de Tukey no pudo estimar.

En el estrato de 0-5 cm. se ve diferencias para trébol blanco presentando mayor contribución las asignaciones de 2,0 y 9,5%PV. Con respecto al primero la mayor contribución se debe a su mayor aporte en el disponible y menor presencia en el remanente.

Para el último los resultados se explican por que el horizonte de pastoreo era más alto por lo cual no llegaban a pastorear estratos más bajos donde se encontraba el trébol blanco.

También se ve diferencias en este estrato para restos secos con mayor contribución al desaparecido para intensidades de pastoreo mayores. Esto se debe a que en estos tratamientos la asignación de forraje era muy baja (y en el caso de AF 2,0%PV, menor a la capacidad de consumo voluntario de los animales) lo que llevaba a una disminución del poder de selección de los animales obligándolos a cosechar material de baja digestibilidad como los restos secos.

En el estrato de 5-10 cm. ocurrió lo mismo con trébol blanco que en el estrato anterior.

En el estrato de 10-15 cm. y mayor a 15 cm. se encontró la mayor contribución de raigras para el tratamiento 7,0%PV ya que fué el que más contribuyo en la materia seca disponible.

4.2.8 Distribución porcentual de la materia seca desaparecido por estrato de la pastura

En las figuras 18 y 19 se analizarán en conjunto la distribución de la materia seca total desaparecida en cada estrato para cada asignación.

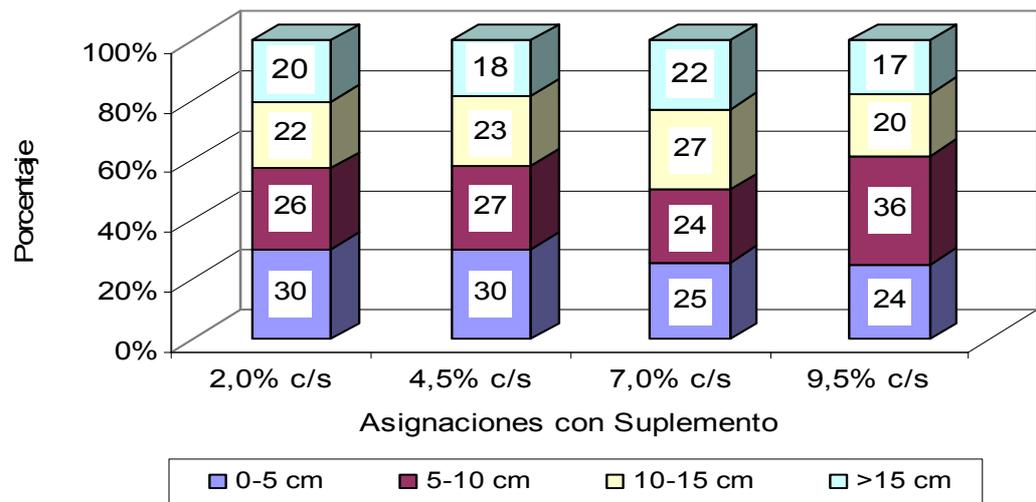


Figura No. 18: Contribución porcentual desaparecido de los estratos para cada tratamiento con suplementación de sorgo.

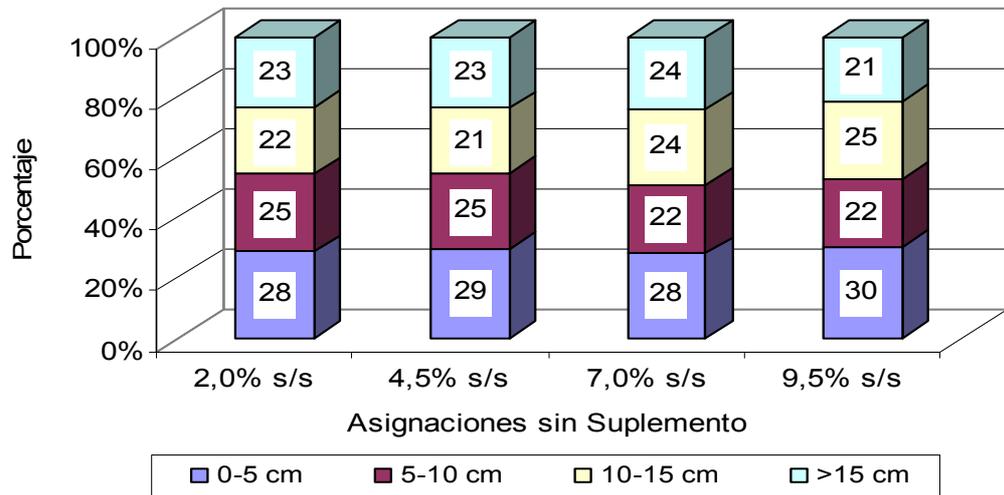


Figura No. 19: Contribución porcentual desaparecido de los estratos para cada tratamiento sin suplementación de sorgo.

Como fue mencionado en las figura 6 y 7, el porcentaje mayor de la fracción restos secos se encuentra en el estrato inferior y a medida que aumenta en

altura, disminuye la contribución porcentual, independientemente de las asignaciones.

Comparando entre tratamientos no se distingue un efecto de la intensidad de pastoreo sobre la distribución vertical de la estructura de la pastura.

A partir del análisis de varianza (anexo No. 15), para la estructura de la pastura medida en porcentaje de materia seca total para cada estrato en cada tratamiento para el remanente, se observó que en el estrato de 0-5 cm. existen diferencias significativas de asignación. Para el estrato mayor a 15 cm. existen diferencias de suplementación.

Luego de constatar los efectos significativos a partir del análisis se observa los contrastes ortogonales (anexo No. 16), de los cuales se aprecia que para el estrato mayor a 15 cm. la prueba de Tukey no se encontró diferencias.

Para el estrato de 0-5 cm. el tratamiento con 9,5%PV presenta mayor porcentaje de materia seca.

4.2.9 Contribución botánica por estrato en porcentaje por hectárea de materia seca desaparecido

En las figuras 20 y 21 se analizará en conjunto la contribución a la MS desaparecido en porcentaje de las fracciones raigras, trébol blanco, lotus, restos secos y malezas por estrato en cada asignación con y sin suplementación.

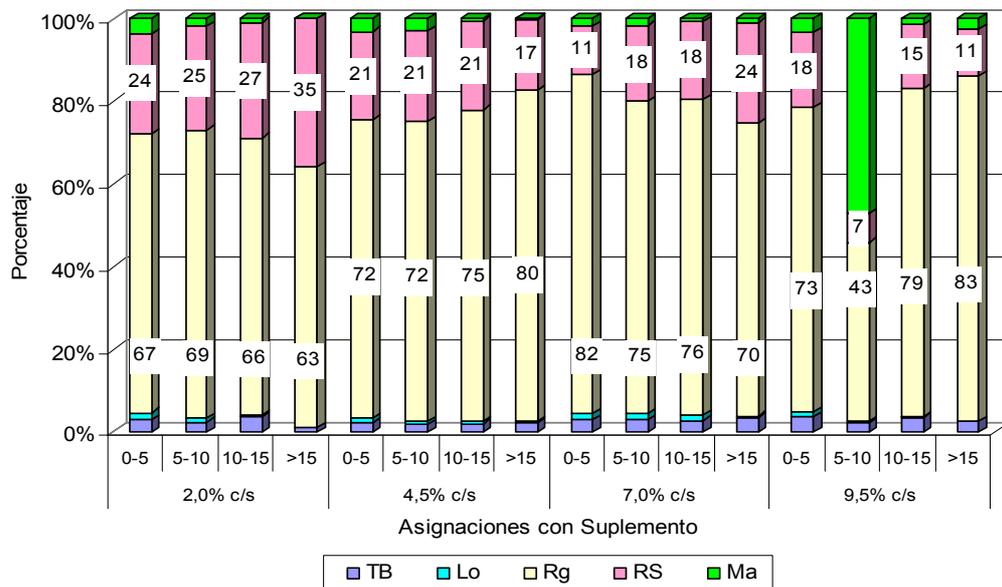


Figura No. 20: Composición botánica en porcentaje de los horizontes de la pastura desaparecido para los tratamientos con suplementación de sorgo.

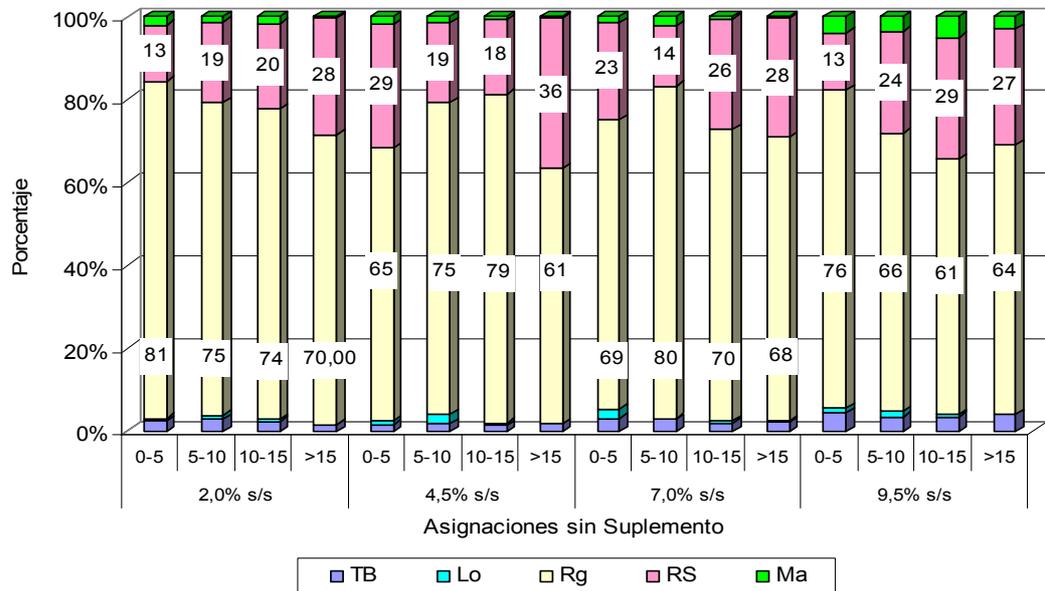


Figura No. 21: Composición botánica en porcentaje de los horizontes de la pastura desaparecido para los tratamientos sin suplementación de sorgo.

A partir del análisis de varianza (Anexo No. 17), para la estructura de la pastura expresada en contribución botánica por estrato, medida en porcentaje de materia seca por estrato desaparecido, se observó que en el estrato 0-5 cm. se encontró diferencias significativas para raigrás para el efecto de asignación. Para los restantes estratos no se encontró diferencias significativas por lo que en este ítems no serán analizados.

Al analizar los contrastes se observó que la prueba de Tukey no se pudo estimar.

4.3 COMPOSICIÓN BOTÁNICA VISUAL

Se analizará la composición botánica visual y suelo desnudo en porcentaje de cobertura. Se presentan los datos en disponible y remanente por separado.

En este ítem, a diferencia del anterior, se considerará para el análisis los datos estadísticos de lotus ya que no existió desbalance numérico.

Como ya fue mencionado para el ítem de estructura las malezas no serán consideradas para la discusión ya que se distribuían en manchones al azar coincidiendo con parcelas por lo cual su presencia no es consecuencia del manejo del pastoreo.

4.3.1 Composición botánica visual de la materia seca en porcentaje disponible por tratamiento

En la figura 22 se analizará la distribución de la composición botánica visual disponible en porcentaje para las asignaciones con y sin suplementación.

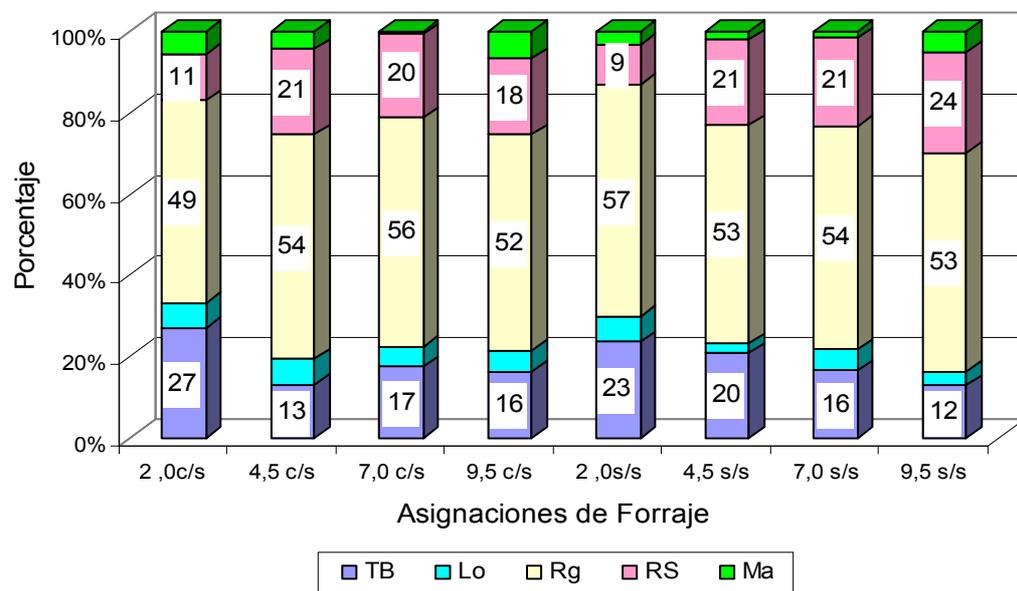


Figura No. 22: Contribución en porcentaje de especies en la composición botánica visual disponible para tratamientos con y sin suplementación de sorgo para todo el período experimental.

En la figura 22 se observa mayor porcentaje de leguminosas y menor porcentaje de restos secos en intensidades de pastoreo altas.

El raigras dominó en todos los tratamientos en todo el periodo experimental.

En cambio el trébol blanco predominó en las intensidades de pastoreo altas en el disponible ya que por su hábito de crecimiento postrado y su mayor área foliar remanente, el cual le permite llegar antes al IAF óptimo, se encuentra adaptado a defoliaciones severas. Con respecto al remanente esta especie se encontró en mayor porcentaje en intensidades bajas ya que el horizonte de pastoreo se ubicaba por encima del estrato en donde esta especie predominaba.

Los restos secos predominaron en intensidades de pastoreos bajas debido a que en estos tratamientos predominó un ambiente de baja luminosidad promoviendo esto la acumulación de material senescente.

A partir del análisis de varianza (Anexo No. 18) se observa que para raigrás existen diferencias para la interacción asignación*suplementación entre tratamientos.

Para trébol blanco las diferencias estadísticas fueron para el efecto de asignación.

Con respecto al lotus se observaron diferencias para la interacción asignación*suplementación.

Para restos secos se observan diferencias para el efecto de asignación.

Analizando el contraste ortogonales para las diferentes especies se observan los siguientes resultados.

Cuadro No. 1: Nivel de significancia para el efecto de la interacción asignación*suplementación de raigrás en porcentaje en el disponible.

A.F. %PV	Suplementación		A.F. %PV
	con	sin	
7,0	58,75a	59,21ab	9,5
4,5	55,83ab	58,29a	2,0
9,5	55,28ab	56,28ab	7,0
2,0	50,00b	53,06b	4,5

Nota: valores seguidos de igual letra minúscula no difieren significativamente.

No se observan grandes diferencias entre los tratamientos para los dos niveles de suplementación, esto resulta lógico ya que el raigrás era la fracción predominante para todas las parcelas.

Cuadro No. 2: Nivel de significancia para el efecto de asignación de forraje en porcentaje de trébol blanco en el disponible.

A.F. %PV	Media %
2,0	21,27 a
4,5	16,94 ab
7,0	15,86 bc
9,5	13,63 c

Nota: valores seguidos de igual letra minúscula no difieren significativamente.

Se observa mayor porcentaje de trébol blanco en las parcelas con mayor intensidad de pastoreo (2,0 y 4,5 %PV), debido a que en estos tratamientos la asignación de forraje era inferior a la capacidad de consumo voluntario de los animales pastoreando en un horizonte más bajo y por lo tanto dejando menos remanente, esto promueve la entrada de luz a los estratos inferiores y menor sombreado por lo que mejora el crecimiento de las especies más postradas que se encuentran en dichos estratos, en este caso trébol blanco. Además de esto por tratarse de una especie con hábito de vida postrado se adapta mejor al pastoreo intenso con respecto a las especies con hábito más erecto.

A pesar de lo comentado es importante considerar que los datos pueden estar influenciados por el método utilizado para medir esta variable, el cual consistió en apreciación visual sin remover la pastura por lo que en las intensidades más bajas (7,0 y 9,5%PV) no se llegaba a observar los horizontes más bajos donde se encuentra esa leguminosa.

Manejar eficientemente la luz a través de la defoliación, puede variar las proporciones de las distintas especies que constituyen la pastura; con defoliaciones frecuentes la mayoría de las leguminosas se ven favorecidas, debido a que con poco IAF absorben más energía que las gramíneas, en general estas últimas ven estimulado su crecimiento en los casos de defoliaciones poco frecuentes (Carámbula, 2004).

Las plantas rizomatosas y estoloníferas, por su hábito de crecimiento rastrero, escapan al diente del animal, permaneciendo con un área foliar remanente considerable que les permite hacer una ocupación casi exclusiva del suelo (Millot et al., 1987).

Johns (1974) reportó que un incremento en la altura de corte (5 a 9 cm.) reducía el contenido de trébol blanco en la pastura a causa de un incremento en el tamaño del área rechazada por los animales, incrementando el sombreado y reduciendo la ramificación

Cuadro No. 3: Nivel de significancia para la interacción de lotus en porcentaje en el disponible.

A.F. %PV	Suplementación		A.F. %PV
	con	sin	
2,0	6,67a	5,26a	7,0
4,5	5,21ab	5,00abc	2,0
7,0	3,54bc	3,54bc	9,5
9,5	3,42c	2,57c	4,5

Nota: valores seguidos de igual letra minúscula no difieren significativamente.

Para las asignaciones con suplementación se observa que el mayor porcentaje de lotus se encuentra en los tratamientos con mayor intensidad de pastoreo, seguramente esto se deba al mismo efecto que se vio para el trébol blanco.

Para las asignaciones sin suplementación no se observa un comportamiento claro de los datos estadísticos.

Cuadro No. 4: Nivel de significancia para el efecto de asignación de restos secos en porcentaje en el disponible.

A.F. %PV	Media
4,5	21,53a
9,5	20,68a
7,0	20,45a
2,0	13,07b

Nota: medias seguidas de igual letra minúscula no difieren significativamente.

Se observa menor porcentaje de restos secos en el tratamiento con 2,0 %PV debido a que en este tratamiento se promovió un mayor macollaje debido a la menor asignación de forraje, con mayor penetración de la luz a los estratos inferiores, menos muerte de hojas y macollas y por lo tanto menor acumulación de material senescente.

En pastoreo continuo, pasturas mantenidas con bajo IAF presentan una mayor densidad de macollos siendo éstos de menor tamaño (Davies 1965, Davidson y Milthorpe, citados por Nabinger 1996).

Según Korter (1986), una mayor densidad poblacional de macollos es esperada en pasturas sujetas a defoliaciones más frecuentes por disminuir el efecto de sombreo en macollos basales.

Por otro lado Carámbula (2004) afirma que el proceso de macollaje disminuye con la intensidad de pastoreo, no obstante cuando las condiciones ambientales son favorables, éste en general afecta poco dicho proceso.

El aumento de la tasa de macollaje debido al uso mas intenso y frecuente de la pastura es consecuencia de un cambio en el ambiente que rodea a la planta, provocado principalmente por el corte de plantas vecinas. El corte de la pastura permite un ambiente lumínico en la base de la misma más favorable para la aparición de macollos (Voisin 1959, Youngner 1972); cuando los rayos solares son interceptados por las hojas disminuye la relación entre los colores rojo/rojo lejano, a medida que se corta material verde la relación antes mencionada aumenta.

4.3.2 Composición botánica visual de la materia seca remanente, en porcentaje por tratamiento

En la figura 23 se analizara la distribución de la composición botánica visual remanente en porcentaje para las asignaciones con y sin suplementación.

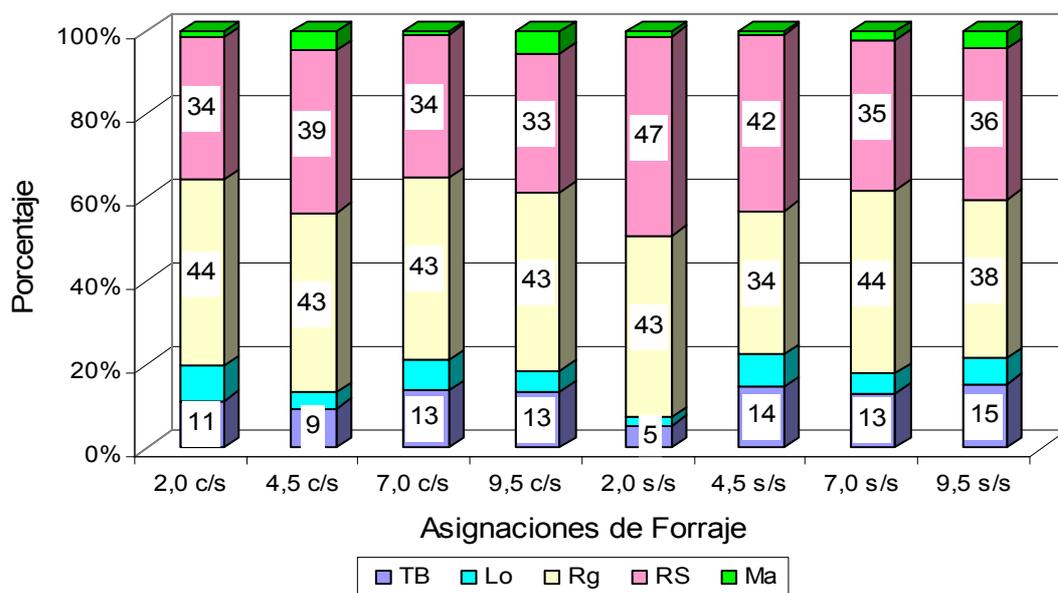


Figura No. 23: Contribución en porcentaje de especies en la composición botánica visual de la materia seca remanente para tratamientos con y sin suplementación de sorgo para el período experimental.

En esta figura se observa un cambio de la contribución de las fracciones en la composición botánica comparado con la figura 22 ya que hay una disminución en el porcentaje de raigrás y por lo tanto un aumento de restos secos, este comportamiento responde a la selección animal.

A partir del análisis de varianza (Anexo No. 22) para composición botánica visual remanente en porcentaje se observa diferencia para los efectos de suplementación y asignación para raigrás.

Tanto para trébol blanco como Lotus presentaron diferencias para la interacción asignación*suplementación.

Para el caso de restos secos en el remanente las diferencias observadas fueron para los efectos de suplementación, asignación e interacción asignación*suplementación.

Analizando los contrastes ortogonales para las diferentes especies se observan los siguientes resultados.

Cuadro No. 5: Nivel de significancia para el efecto de asignación y suplementación de raigrás en porcentaje en el remanente.

A.F. %PV	Media
7,0	55,97a
9,5	50,15b
4,5	40,79c
2,0	36,63c

Suplementación	
con	sin
46,66A	49,09B

Nota: valores seguidos de igual letra no difieren significativamente.

El porcentaje de raigrás remanente es menor en 2,0 y 4,5 %PV ya que en estos tratamientos la oferta de forraje era menor por lo que dejaba un remanente con menor porcentaje de dicha variable comparado con las asignaciones más altas.

Comparando solo el efecto de suplementación se observan diferencias ya que el grupo con suplementación presenta menor porcentaje de raigrás en el remanente comparado con las parcelas sin suplementación.

En los tratamientos sin suplementación el consumo de forraje era mayor por lo que promovía un mayor macollaje y mayor entrada de luz a los estratos inferiores, de esta forma se evita la acumulación de material senescente ya que hay menor muerte de hojas y macollas manteniéndose la pastura más joven con respecto a los tratamientos con suplementación.

Cuadro No. 6: Nivel de significancia para la interacción; en el porcentaje de trébol blanco remanente.

A.F. %PV	Suplementación		A.F. %PV
	con	sin	
2,0	13,38a	13,88a	7,0
9,5	9,40a	13,60a	9,5
4,5	8,67a	9,33b	4,5
7,0	7,00a	6,25b	2,0

Nota: valores seguidos de igual letra minúscula no difieren significativamente.

En las asignaciones sin suplementación se observa, a diferencia con los datos del disponible, menor porcentaje de trébol blanco en las parcelas con mayor intensidad (2,0 y 4,5%PV). Estas asignaciones llevaban a que el animal tuviera menos capacidad de selección consumiendo casi todo el forraje ofrecido, y de esta forma pastoreando los horizontes inferiores lugar donde se encontraba esta especie.

En contrapartida se observa un mayor porcentaje de trébol blanco en los tratamientos con menor intensidad de pastoreo, debido a que una elevada asignación de forraje no permitía a los animales un mayor consumo de las mismas, ya que era imposible llegar a los estratos inferiores donde se encontraba dicha leguminosa y no por falta de preferencia animal.

Cuadro No. 7: Nivel de significancia para la interacción de lotus remanente en porcentaje.

		Suplementación			
A.F. %PV	con	sin	A.F. %PV	con	sin
2,0	9,38a	7a	4,5	9,38a	7a
7,0	6,75ab	5,5a	9,5	6,75ab	5,5a
4,5	4,25bc	4,13ab	7,0	4,25bc	4,13ab
9,5	2,20c	2,63b	2,0	2,20c	2,63b

Nota: valores seguidos de igual letra minúscula no difieren significativamente.

Al igual que los datos estadísticos para disponible sin suplemento no se observa un comportamiento claro de esta fracción.

Cuadro No. 8: Nivel de significancia para la interacción de restos secos remanente en porcentaje.

		Suplementación			
A.F. %PV	con	sin	A.F. %PV	con	sin
4,5	43,42a	57,50a	2,0	43,42a	57,50a
2,0	35,13b	54,00b	4,5	35,13b	54,00b
9,5	32,20b	31,05c	9,5	32,20b	31,05c
7,0	32,19b	29,88c	7,0	32,19b	29,88c

Nota: valores seguidos de igual letra minúscula no difieren significativamente.

Comparando las asignaciones con suplementación se observa que el tratamiento con 4,5 %PV se diferencia de los restantes tratamientos. Este es el que presenta mayor porcentaje de restos secos. El tratamiento con 2,0%PV presentó menor porcentaje de restos secos con respecto al de 4,5%PV debido

a que en el primero la asignación de forraje era muy baja (menor a la capacidad de consumo voluntario animal) por lo que llevaba a disminuir la selección del animal consumiendo casi todo el forraje producido. Las intensidades bajas (7,0 y 9,5%PV) también presentaron menor porcentaje de restos secos con respecto al tratamiento con 4,5%PV. Seguramente al tratarse los primeros de asignaciones mayores a la capacidad de consumo voluntario animal el remanente presentaba también otros componentes aparte de los restos secos, pasando a ocupar este último un menor porcentaje sobre el total. El menor valor de restos secos de las asignaciones más altas está explicado también por lo ya mencionado en el cuadro 20 referente al método utilizado para medir esta variable.

Analizando los datos de asignaciones sin suplementación se aprecia que en los tratamientos con 7,0 y 9,5 %PV no se diferencian, si existiendo diferencias para las restantes combinaciones.

Se aprecia, al igual que en las asignaciones con suplementación mayor porcentaje de restos secos en las parcelas con mayor intensidad (2,0 y 4,5 %PV) ya que en estos tratamientos el remanente se encontraba compuesto en mayor porcentaje por restos secos ya que la selección por parte de los animales era menor debido a la menor asignación de forraje.

4.3.3 Porcentaje de indicadores de degradación pre pastoreo por tratamiento

En la figura 24 se visualiza el efecto de los diferentes tratamientos sobre la cobertura vegetal en el disponible.

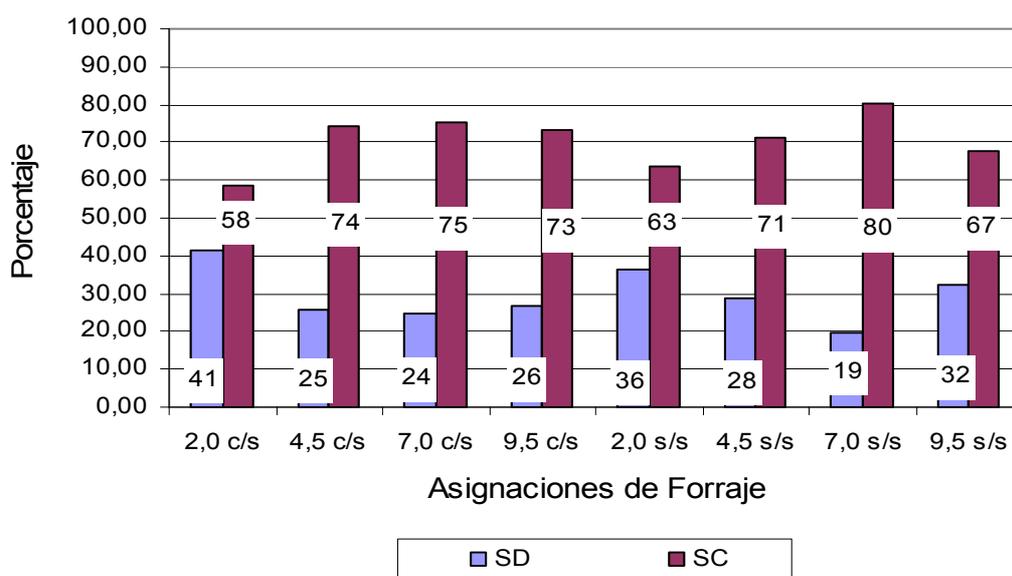


Figura No. 24: Porcentaje de suelo desnudo y suelo cubierto en la pastura disponible de asignaciones de forraje con y sin suplementación de sorgo para el período experimental.

Como se destaca en la figura existió un importante porcentaje de suelo desnudo en las asignaciones de 2,0%PV tanto con y sin suplementación debido a la excesiva intensidad de pastoreo.

Para las tres restantes asignaciones no se observa diferencias marcadas.

Los datos obtenidos a partir del análisis de varianza (Anexo No. 22), muestran diferencias en los efectos de asignación, suplementación e interacción asignación*suplementación.

Comparando los contrastes se aprecian los siguientes resultados.

Cuadro No. 9: Nivel de significancia para la interacción de suelo desnudo disponible en porcentaje.

Suplementación			
A.F. %PV	con	sin	A.F. %PV
2,0	36,88 a	38,44 a	2,0
9,5	22,96 b	29,5 b	9,5
4,5	22,71 b	27,22 bc	4,5
7,0	22,14 b	20,31 c	7,0

Nota: valores seguidos de igual letra minúscula no difieren significativamente.

El mayor porcentaje de suelo desnudo en las parcelas con 2,0%PV se atribuye a que al aumentar la intensidad de pastoreo aumenta el macollaje (mayor número de macollos) con un menor tamaño de cada macollo individual, pero al mantenerse en el tiempo una intensa defoliación llegará un momento en que la compensación en aumento del número de macollos no es suficiente como para mantener una pastura con una cobertura adecuada. Además de esto la capacidad de rebrote de las plantas dependerá de las reservas que poseen y del área foliar remanente siendo baja el área foliar remanente y también escasas las reservas debido a la imposibilidad de acumularlas por el bajo IAF remanente. Todo esto promueve a una disminución de la cobertura vegetal en las parcelas con mayor intensidad de pastoreo.

Por otro lado una pastura mantenida con bajo IAF por un largo período no puede depender continuamente de las reservas ya que estas no pueden ser restablecidas debido al bajo IAF (Hodgson y Ollerenshaw 1969, Morris, citado por Nabinger 1996).

El crecimiento post-defoliación está relacionado estrechamente con dos factores, carbohidratos de reserva al momento de la defoliación y el área foliar remanente, la cual se determina por la intensidad de la defoliación y el tipo de crecimiento de la especie (Carámbula, 1977).

Existen pocas dudas de que el rebrote después del corte depende inicialmente de la movilización de productos del metabolismo desde las partes remanentes de las plantas. Esta movilización puede ocurrir desde el sistema radicular, el tallo, vaina foliar y la base de las hojas. Como consecuencia de esto, las plantas cortadas o pastoreadas antes de ser sometidas a un período de descanso suficientemente largo como para recuperar las reservas utilizadas tendrá un rebrote más lento y su rendimiento será menor (Carámbula, 1977).

4.3.4 Porcentaje de indicadores de degradación post pastoreo por tratamiento

En la figura 25 se visualiza el efecto de los diferentes tratamientos sobre la cobertura vegetal en el remanente.

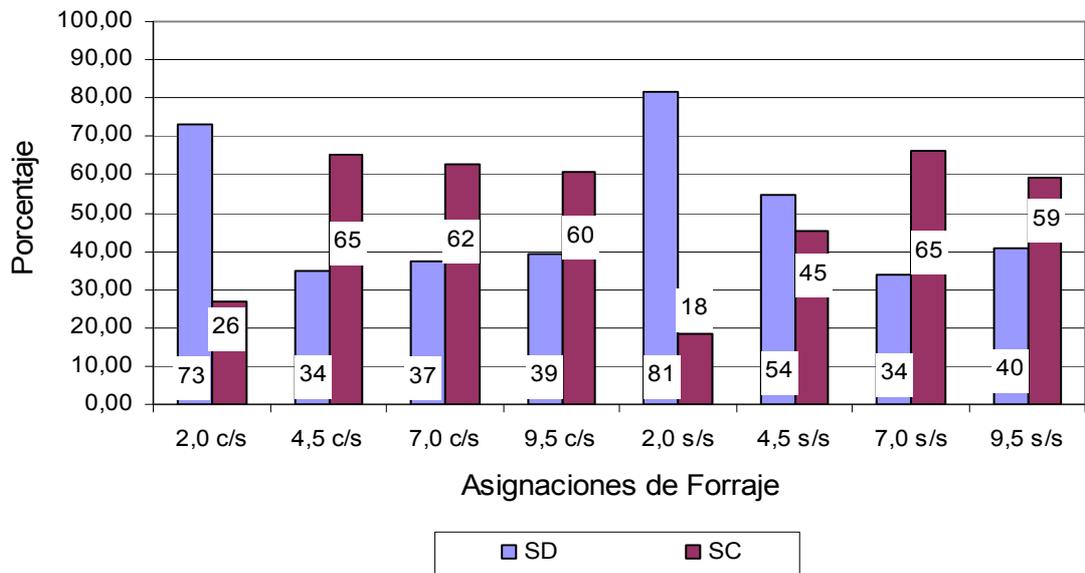


Figura No. 25: Porcentaje de suelo desnudo y suelo cubierto en la pastura remanente de asignaciones de forraje con y sin suplementación de sorgo para el período experimental.

En la figura se aprecia un importante porcentaje de suelo desnudo en las asignaciones de 2,0%PV tanto con y sin suplementación debido a la excesiva intensidad de pastoreo. Además no se observan grandes diferencias entre los tratamientos de 2,0%PV con suplementación con respecto al 2,0%PV sin suplementación, esto estaría indicando que no hubo un efecto de sustitución debido a la suplementación sino de adición.

A partir del análisis de varianza (No. 22) se ven diferencias para los efectos de asignación, suplementación y asignación*suplementación.

Comparando los contrastes se aprecian los siguientes resultados.

Cuadro No. 10: Nivel de significancia para la interacción de suelo desnudo en porcentaje en el remanente.

A.F. %PV	Suplementación		A.F. %PV
	con	sin	
2,0	77,13a	80,88a	2,0
4,5	30,5b	51,33b	4,5
7,0	28,25b	25,95c	9,5
9,5	25,05c	25,35c	7,0

Nota: valores seguidos de igual letra minúscula no difieren significativamente.

Analizando los datos de asignaciones con suplementación se observa que el tratamiento con 2,0%PV se diferencia de los demás presentando mayor porcentaje de suelo desnudo, esto posiblemente se deba a que en esta asignación el remanente que quedaba era muy escaso por lo que aumenta el porcentaje de suelo desnudo.

Comparando los datos de asignaciones sin suplementación se observa también que los tratamientos que presentan mayor porcentaje de suelo desnudo son los de menor asignación de forraje.

4.4 ALTURA DE LA PASTURA

En este ítems se presentan los datos de la evolución de la altura de la pastura durante la sesión de pastoreo para todos los tratamientos con y sin suplementación presentándose en forma separada.

En las figuras 26 y 27 se ilustra la variación de la altura de la pastura a las 0, 3, 6 y 16 horas de pastoreo.

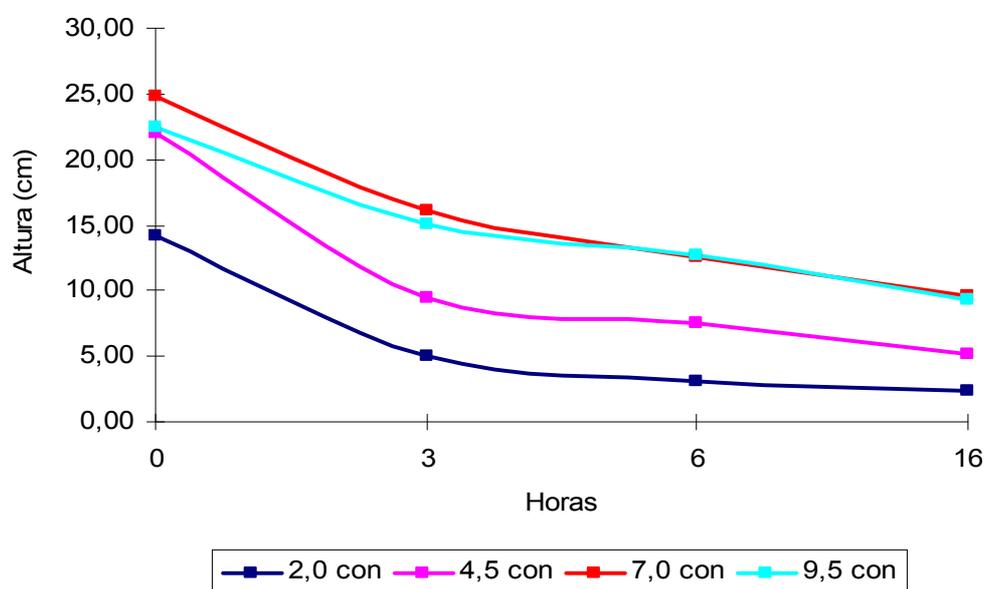


Figura No. 26: Evolución de la altura de la pastura desde inicio del pastoreo a través del tiempo para cuatro asignaciones de forraje con suplemento.

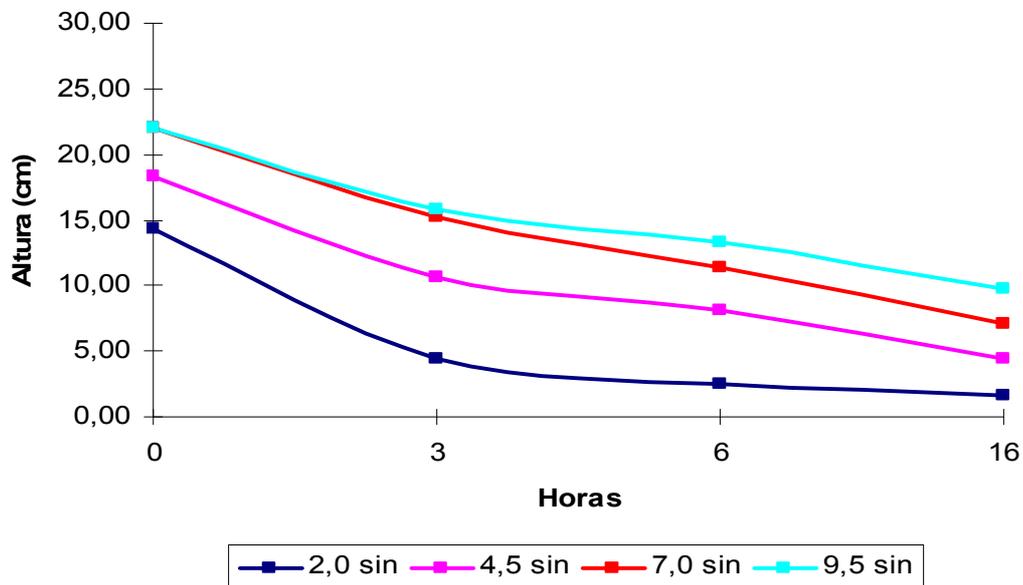


Figura No. 27: Evolución de la altura de la pastura desde inicio del pastoreo a través del tiempo para cuatro asignaciones de forraje sin suplemento.

Se observa para los tratamientos con suplementación una evolución de la altura diferente entre la asignación de 2% PV y el resto de los tratamientos.

En los tratamientos de 2,0%PV ocurrió una caída abrupta de la altura en las primeras tres horas de pastoreo, manteniéndose constante hasta el final, esto indica que para estas asignaciones no resultaría conveniente mantener los animales por un mayor período de tiempo ya que luego de las tres horas de pastoreo desaparece el forraje disponible perjudicándose a la pastura con el pisoteo animal. El resto de los tratamientos experimentaron dos caídas con una pendiente mas leve (a las tres y a las seis horas) lo cual indica que el pastoreo se realiza en dos etapas pastoreando primero un horizonte superior para luego pasar a cosechar de un estrato inferior, en este caso sería lógico que el animal permaneciera por un período mayor de tiempo.

Para el tratamiento de 4,5 %PV con suplementación también se observa una rápida disminución de la altura pero en menor medida que para la parcela anterior. En esta curva se ve dos momentos de disminución de la altura, una primer caída pronunciada desde inicio del pastoreo hasta las tres horas y una segunda caída desde las seis horas hasta las dieciséis horas, esto puede estar indicando que los animales en este tratamiento consumen por estrato, es decir, remueven las primeras horas el horizonte superior y en las últimas horas

remueven el horizonte inferior a diferencia de lo que ocurre con la parcela de 2,0 %PV.

Para los tratamientos con 7,0 y 9,5%PV con suplementación se aprecia un comportamiento bastante similar entre ellos llegando a una altura final igual. En estas dos curvas se observa también dos momentos de disminución de la altura, un primer momento desde inicio del pastoreo hasta las tres horas y una segunda caída desde las seis horas hasta las dieciséis horas.

En la figura que representa los tratamientos sin suplementación se observa que para el tratamiento de 2,0%PV hubo una rápida disminución de la altura al igual que para el tratamiento con suplementación. En esta curva se ve solo un momento de caída de la altura de la pastura por lo cual luego de las tres horas y media aproximadamente la altura permanecía constante.

Para el tratamiento de 4,5%PV sin suplementación se ve un comportamiento similar comparado con parcela de igual asignación de forraje pero con suplementación en cuanto a la forma de la curva ya que presenta dos momentos de disminución de la altura, una primera disminución desde inicio hasta la hora tres y una segunda caída de la altura desde la hora seis hasta la dieciséis.

Para los tratamientos con 7,0 y 9,5%PV sin suplementación se observa un comportamiento igual hasta las tres horas de pastoreo, luego de este momento el tratamiento con 7,0 %PV sigue disminuyendo mientras que la parcela con 9,5 %PV se mantiene constante hasta las seis horas momento a partir del cual comienza a disminuir nuevamente llegando a una altura final mayor que la parcela con 7,0 %PV.

A partir del análisis estadístico (Anexo No. 23) se ve que existen diferencias significativas para el efecto de asignación y suplementación en todas las horas. Para el efecto asignación*suplementación se observan diferencias para la hora 0 y 16.

Comparando los contrastes se aprecian los siguientes resultados.

Cuadro No. 11: Nivel de significancia de la interacción para la hora cero.

		Suplementación			
A.F. %PV	con	sin	A.F. %PV	con	sin
7,0	27,81a	22,74a	9,5	25,14ab	22,34a
4,5	25,14ab	22,34a	7,0	24,64b	21,36a
9,5	24,64b	21,36a	4,5	17,35c	16,99b
2,0	17,35c	16,99b	2,0		

Nota: valores seguidos de igual letra minúscula no difieren significativamente.

Cuadro No. 12: Nivel de significancia del efecto de asignación y suplementación para la hora tres.

A.F. %PV	Media
9,5	18,29a
7,0	17,73a
4,5	13,22b
2,0	7,02c

Suplementación	
con	sin
15,07A	13,06B

Nota: valores seguidos de igual letra no difieren significativamente.

Cuadro No. 13: Nivel de significancia del efecto de suplementación para la hora seis.

A.F. %PV	Media
9,5	15,18a
7,0	14,07a
4,5	10,28b
2,0	3,87c

Suplementación	
con	sin
11,86A	9,83B

Nota: valores seguidos de igual letra no difieren significativamente.

Cuadro No. 14: Nivel de significancia de la interacción para la hora dieciséis.

A.F. %PV	Suplementación		A.F. %PV
	con	sin	
9,5	12,56a	10,86a	9,5
7,0	11,29a	7,15b	7,0
4,5	8,18b	4,81bc	4,5
2,0	3,11c	2,21c	2,0

Nota: valores seguidos de igual letra minúscula no difieren significativamente.

Al comparar la figura de los tratamientos sin suplementación con la de los tratamientos con suplementación se observa que en los primeros, las alturas a las seis horas son menores que en los suplementados para todos los tratamientos, manteniéndose diferencias en la velocidad de descenso de la altura.

Para el tratamiento con 2,0%PV con suplementación se observa que comienzan casi con igual altura que la parcela sin suplementación, con un comportamiento similar en cuanto a la forma de la curva llegando a una altura igual.

Para el caso de los tratamientos con 4,5%PV se ve que la parcela con suplementación posee una altura mayor al principio, una pendiente mayor en el primer momento de disminución de la altura y un período de estabilización más constante llegando el tratamiento con suplementación a una altura final mayor.

Para los tratamientos con 7,0 y 9,5 %PV se ve que ambos se comportan similar al final para las parcelas con suplementación y al inicio para las parcelas sin suplementación, y en las parcelas con suplementación terminan con igual altura de pastura mientras que en las parcelas sin suplementación el tratamiento con 9,5 %PV posee mayor altura de la pastura al final del pastoreo. Esto podría estar indicando que con el uso de la suplementación se llega a la misma altura de la pastura si se usan asignaciones con 7,0 o 9,5 %PV.

5. CONCLUSIONES

La distribución vertical de la pastura medida en porcentaje por hectárea de materia seca total por estrato en el disponible no mostró diferencias entre tratamientos, no siendo así para el caso del remanente donde sí se encontraron diferencias, esto podría estar indicando que mediante el manejo de la frecuencia del pastoreo es posible evitar las diferencias en estructura vertical que se generan en el tapiz luego del pastoreo debido a intensidades diferenciales.

El tratamiento con 2,0%PV fue el que modificó en mayor grado la estructura vertical de la pastura remanente ya que casi la mitad del total de la materia seca, medida en porcentaje, se encontraba en el estrato de 0-5 cm disminuyendo dicho porcentaje al aumentar el estrato.

La mayor contribución de raigras para el disponible se encontró en intensidades de pastoreo bajas (7,0 y 9,5%PV) cuando fue medida en kg/ha de materia seca, mientras que cuando la medida se realizó en porcentaje la mayor contribución correspondió a intensidades de pastoreo altas (2,0 y 4,5%PV).

En el remanente la mayor contribución en kg/ha de raigras se vio en intensidades de pastoreo bajas, mientras que en porcentaje los datos estadísticos no pudieron estimar esta fracción, aunque se constató por apreciación visual que el porcentaje de esta fracción fue también mayor en intensidades de pastoreo bajas.

La suplementación permite mantener mayores alturas de remanentes más que nada en asignaciones menores, con el beneficio de permitir una utilización menos intensa. Esto debería redundar en un menor deterioro de la pastura con estas intensidades.

En casi todos los casos los tratamientos con más asignación siempre presentaron mayor altura.

Cabe destacar que en las primeras horas de pastoreo todos los tratamientos experimentaron una caída más abrupta en cuanto a su altura, pudiendo explicarse por el ingreso a la nueva franja, donde el comportamiento de los animales fue de pastorear más intensamente.

6. RESUMEN

La estructura es una característica relevante en la pastura ya que determina la forma en que el alimento se encuentra disponible para el animal, condicionando de esta manera la posibilidad de cosecharlo durante el pastoreo. Esta característica se ve afectada (entre otros) por la intensidad de pastoreo. El objetivo de este trabajo es evaluar la influencia de diferentes intensidades de pastoreo sobre la composición botánica y estructura del tapiz de una pradera mezcla. El ensayo fue conducido en la EEMAC de la Facultad de Agronomía (Latitud 32° 23' 31,6" S y Longitud 58° 02' 19,2" O) sobre una pradera compuesta por *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus* y *Trifolium repens*. Los tratamientos constaron de cuatro intensidades de pastoreo (2,0; 4,5; 7,0 y 9,5%PV de asignación de forraje) cada uno con y sin suplementación sumando en total ocho parcelas. El diseño experimental utilizado fue completamente al azar sin repeticiones en el espacio, con un arreglo factorial de tratamientos de 4 asignaciones de forraje por 2 tratamientos de suplementación. Las diferentes intensidades generaron diferencias en la estructura vertical para el remanente pero no para el disponible. Para todos los tratamientos la mayor cantidad de materia seca se encontró en el estrato inferior. Las intensidades altas (2,0 y 4,5%PV) presentaron mayor cantidad de materia seca en el estrato inferior comparado con intensidades bajas (7,0 y 9,5%PV). El raigras predominó en todos los estratos y su densidad fue mayor en el estrato inferior. Trébol blanco y lotus se ubicaron también en el estrato inferior. Pastoreos intensos promovió al trébol blanco en el disponible pero disminuyó su participación en el remanente. El valor de restos secos fue mayor a intensidades bajas y en los estratos inferiores. La suplementación permitió alturas de pasturas mayores. Los tratamientos con intensidades bajas presentaron mayor altura durante toda la sesión de pastoreo. El uso de asignaciones muy bajas y muy altas perjudicó a la pastura ya que los primeros presentaban disponibles bajos debido a la excesiva intensidad y las segundas baja digestibilidad de materia seca debido a la mayor ineficiencia de la utilización del recurso forrajero.

Palabras clave: Intensidad de pastoreo; Estructura del tapiz; Composición botánica; Altura de la pastura.

7. SUMMARY

The structure is a very important characteristic in the pasture because it determinates the shapes in which the food is available for the animal, conditioning the possibility of doing the harvest during the grazing (shepherding). This characteristic is affected by the intensity of the grazing. The goal of this work is to evaluate the influence of different intensities of grazing over the botanic composition and the structure of the cover in mix meadow.

The essay was led in the Agronomy University (Latitude 32° 23' 31,6" S and Length 58° 2' 9,2" °) over one meadow formed by *Lolium perenne*, *Lotus corniculatus* and *Trifolium repens*. The treatments consisted of four intensities of grazing (2,0; 4,5; 7,0 and 9,5% PV assignation of goods). (grass) which one with and without supplementation which in total were eight parcels. The experimental design which was used was completely by chance without repetitions in the space, with one factorial arrangement of treatments of 4 assignations of goods for 2 treatments of supplementation. The different intensities generated differences in the vertical structure for the remains but no for the available one. For every treatment, more quantity of dry field was, found in the inferior stratum. layer. The highest intensities (2,0 y 4,5% PV) presented the biggest quantities of dry material in the inferior stratum (layer) compared whit low intensities (7,0 y 9,5% PV). The raigras prevailed in every stratum (layer) and its density was more in the inferior stratum (layer). White clover and lotus were located in the inferior stratum (layer) too. Intense grazing promoted the white clover in the available one, but it decreased its participation in the remains. The value of dry rests was bigger than low intensities and in the inferior stratum (layer). The supplementation allowed bigger high pastures.

The treatments whit low intensities presented more high during the whole session of grazing. The use of assignations very low and very high damage the highest because the first one presented low available ones due to the exesive intensity and the seconds low assimilate of of dry material due to the biggest inefficiency of the using of the goods resource.

Keywords: Intensity of the grazing; Structure of the cover; Botanic composition; Highest pasture.

8. BIBLIOGRAFIA

1. AGNUSDEI, M.; COLABELLI, M.; MAZZANTI, A.; LAVREVEUX, M. 1998. Fundamentos para el manejo de pastizales y pasturas cultivadas de la pampa húmeda bonaerense. Argentina. EEA INTA Balcarce. Boletín Técnico no. 147. 16 p.
2. ALEXANDER, K.I.; THOMPSON, K. 1982. The effect of clipping frequency on the competitive interaction between two perennial grasses species. *Oecologia*. 53: 251 – 254.
3. BERRETA, E.; LEVRATTO, J.; SAMIT, W.; BEMHAJA, A.; PITTALUGA, O.; SILVA, J.; CLARIDGET, J.B.; GUERRA, J. 1990. Efecto del sistema de pastoreo, relación lana/ vacuno y carga animal sobre la producción y utilización de pasturas naturales. In: Seminario de Campo Natural (2º., 1990, Tacuarembó). Manejo de campo natural. Montevideo, Hemisferio Sur. pp. 291-298.
4. BETIN, M. 1975. Perennial ryegrass and its cultivars. *Fourrages*. 64: 167-172.
5. BIRCHAM, J.S.; HODSON, 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*. no.38: 323 – 331.
6. BRISKE, D.D. 1991. Development morphology and physiology of grasses. In: Heitschmidt, R.K.; Stuth, J.W. eds. *Grazing management and ecological perspective*. Portland, Oregon, Timber Press. cap. 4, pp. 30-47.
7. _____. 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.

8. CALDWELL, M.M. 1991. Ecophysiology of rangeland plants. *Journal of Range Management*. 44: 423 – 424.
9. CARAMBULA, M. 1977. *Producción y manejo de pasturas sembradas*. Montevideo, Hemisferio Sur. 463 p.
10. _____.2002. *Pasturas y forrajes; potenciales y alternativas para producir forraje*. Montevideo, Hemisferio Sur. t.1, 357 p
11. _____.2004. *Pasturas y forrajes; manejo, persistencia y renovación de pasturas*. Montevideo, Hemisferio Sur. t. 3, 413 p.
12. CARVALHO, P.C.F.;PRACHE, S.; DAMASCENO, J.C. 1999. O processo de pastejo; desafios da procura e apreensao de forragem pelo herbivoro.In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (36^a., 1999, Porto Alegre).Trabajos presentados. s.n.t. pp. 253-268.
13. _____. 2001. Importancia da estrutura da pastagem na ingestao e selesao de dietas pelo animal em pastejo. In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (39^a., 2001, Piracicaba) Trabajos presentados. s.l., FEALQ. pp. 853-871.
14. CASAL, J.J.; DEREGBUS, A.V.; SANCHEZ, R.A. 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: 553-559.
15. CAUDURO, FERNANDES, G. 2006, Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado sob diferentes intensidades e métodos de pastejo. *Revista Brasileira Zootecnia*. 35: 1298-1307.

16. CHAPMAN, D.; LEMAIRE, G. 1993. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: Baker, M.J. ed. Grasslands for our world. Wellington, Curitiba, SIR. pp. 95-104.

17. EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M. C. M.; OLIVEIRA, M.P. 1995. Avaliação de ecotipos de Panicum Maximun sob pastejo em pequenas parcelas. In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (33ª., 1995, Brasília). Anais. s.n.t. pp. 97-99.

18. FAGUNDES, J.L.; SILVA, S.C. ; PEDREIRA, C.G.S. 1999a. Intensidades de pastejo e a composicao morfologica de pastos de Cynodon spp. Scientia Agricola. 56: 897-908.

19. _____. 1999b. Intensidades de pastejo e a composição morfológica de pastos de Cynodon spp. *Sociedade Agrícola*. 56: 915-925.

20. FOGG, G.E. 1973. El crecimiento de las plantas. Buenos Aires, s.e. 320 p.

21. FORMOSO, F. 1991. Análisis de la vegetación perteneciente a los suelos medianamente superficiales de basalto. *Revista Agropecuaria (Uruguay)*. 1(6): 92-101.

22. _____. 1995. Producción y manejo de pasturas bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D. F.; Berretta, E.J. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).

23. 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)

24. GARCIA, J. 1977. Biología de las plantas forrajeras. Paysandú, Facultad de Agronomía. pp. 1-22.

25. _____. 1995 . Estructura del tapiz de praderas. Montevideo, INIA. 10 p. (Serie Técnica no. 66).

26. GASTAL, F.; BELANGER, G. ; LAMAIRE, G. 1992. A model of the leaf extention rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. *Annals of Botany* . 70: 437-442.

27. GOTTSCHALL, C. S.; DA SILVA, J.; ROGRIGUES, C. 1998. Ciclo de palestras em producao e manejo de bovinos de corte. Enfase; manejo e utilizacao sustentavel de pastagem. Porto Alegre, Universidade Luterana do Brasil. 100 p.

28. GRANT, S.A.; BARTHAM, G. I.; TORVELL, L. 1981. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium multiflorum* swards. *Grass and Forage Science*. no. 36: 155-168.

29. HEITSCHMIDT, R. K. 1984. Vegetation and cow-calf response to rotational grazing at the Texas experimental ranch. *Journal of Range Management*. 40: 216-223.

30. HODGSON, J. 1981. Variations in the surface characteristics of de sward and the short- term rate of herbage intake by calves and lambs. *Grass and Forage Science*. no. 36: 49 – 57.

31. _____. 1982. Ingestive behaviour. In: Leaver, J.D. ed. *Herbage intake handbook*. s.l., British Grassland Society. pp. 113-139.

32. _____. 1985. The control of herbage intake in the grazing ruminant. *Proceedings of the Nutrition Society*. 44: 339-346.

33. _____. 1990. *Grazing management; science into practice*. New York, Longman. 203 p.

34. HUNT, I.V. 1969. Introducción experimental a los problemas de manejo de pasturas en la Mesopotámica Argentina. INTA. Serie Didáctica. no. 8: 3-23.
35. HUTHINGS, M.; DE KROON, H. 1994. Foraging in plants; the role of morphological plasticity in resource acquisition. *Advances in Ecological Research*. 25: 159-238.
36. 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.
37. 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.
38. KORTE. C.J. 1986. Tillering in "Grassland Nui" perennial ryegrass swards.2. Seasonal pattern of tillerin and age of folwering tillers with two mowing frecuencies. *New Zeland Journal of Agricultural Research*. 29: 629-638.
39. KRYSL, L.J.; HESS, B. W. 1993. Influence of suplementation on behavior of grazing cattle. *Journal of Animal Science*. 71: 2546-2555.
40. LANGER, R. H. M. 1981. *Las pasturas y sus plantas*. Montevideo, Hemisferio Sur. 514 p.
41. 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.

42. _____; CHAPMAN, 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.
43. _____.1997. The physiology of grass growth under grazing: tissue turnover: In: International Symposium on Animal Production under Grazing (61st., 1997, Viscosa). Proceedings. Minas Gerais, Universidad Federal de Viscosa. pp. 117-144.
44. 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.
45. McMEEKAN, C. P. 1961. Grazing management. In: International Grassland Congress (8 th., 1961, Reading, England). Proceedings. s.n.t. pp. 21-27.
46. MARCELINO, K. R. A. 2006. Características morfogênicas e estruturais e produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e frequências de desfolhação.Revista Brasileira de Zootecnia. 35(6): 2243-2252.
47. MATHEW, C. 2000. Tiller dynamics of grazed sward. In: Lemaire,G. ed. Grassland ecophysiology and grazing ecology. Wallingford, CAB. pp. 127-150.
48. 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. no. 49: 112-120.
49. METHOL, R. 1992. Praderas naturales del Uruguay. Revista Agropecuaria (Uruguay). 1(11): 28 – 44.

50. MILLOT, J.C.; RISSO, D.; METHOL, R. 1987. Relevamiento de pasturas naturales y mejoramientos en áreas ganaderas del Uruguay. Montevideo, FUCREA. 199 p.
51. MONTOSI, F.; FIGURINA, 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.
52. NABINGER, C. 1996. Eficiencia do uso de pastagens; disponibilidade e perdas de forragem. In: Simposio sobre Manejo da Pastagem (14^o., 1996, Piracicaba). Fundamentos do pastejo rotacionado; anais. Piracicaba, s.e. pp. 213-251.
53. OLMOS, F. 1992. Aportes para el manejo de campo natural. Montevideo, INIA. 39 p. (Serie Técnica no. 20).
54. OTEGHI, F. 1978. Utilización de pasturas con ovinos Trabajos técnicos II. Revista de Plan Agropecuario. s.p.
55. PARUELO, J. M.; PIÑEIRO, G.; ALTERSOR, A. I.; RODRIGUEZ, C.; OESTERHELD, M. 2004. Sustentabilidad, desarrollo y conservación de los ecosistemas. In: Reunión del Grupo Técnico Regional del Cono Sur en Mejoramiento y Utilización de los Recursos Forrajeros del Área Tropical y Subtropical- Grupos Campos (20^a., 2004, Salto, Uruguay). Salto, Universidad de la Republica. Regional Norte. pp. 53-61.
56. 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.
57. PONTES, DA SILVEIRA ,L. 2003. Variáveis morfogênicas e estruturais de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejado em diferentes alturas. *Revista Brasileira Zootecnia*. 32: 814-820.

58. _____. 2004. Fluxo de biomassa em pastagem de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) manejada em diferentes alturas. Revista Brasileira Zootecnia. 33: 529-537.
59. POPPI, D.P.; HUGHES, T.P.; HUILLIER, P.J.; 1987. Intake of pasture for grazing animals. In: Nicol, A. ed. Livestock feeding on pasture. Ruakura, New Zeland Society of Animal Production. pp. 55-64.
60. RINALDI, C.; ESPASANDIN, 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. Buenos Aires. 15 (1): 282-284.
61. RISSO, D. F.; AHUNCHAIN, M.; CIBILS, R. S; ZARZA, A. 1997. Suplementacion en invernadas del litoral.In: Carámbula, M.; Vaz Martins, D.; Indarte, E. eds. Pasturas y producción animal en áreas de ganadería extensiva. Montevideo, INIA. pp. 51-56. (Serie Técnica no. 13)
62. ROBSON, M. J.; RYLE, G. J. A.; WOLEDGE, J. 1988. The grass plant – its form and function. In: Jones, M. B.; Lazemby, A. eds. The grass crp. the physiological basis of production. London, Chapman and Hall. pp. 25-83.
63. ROSENGURT, B. 1946. Estudios sobre praderas naturales del Uruguay; 5ª. contribución. Gramíneas y leguminosas de Juan Jackson. Comportamiento en el campo y el cultivo. s.n.t. 452 p.
64. _____. 1978. Tabla de comportamiento de las especies de plantas de campos naturales en el Uruguay. Montevideo, Universidad de la Republica. División Publicaciones y Ediciones. 86 p.
65. SIMON, J. C. ; LEMAIRE, G. 1987. Tillering and leaf area index in grasses in the vegetative phase. Grass and Forage Science. no. 42: 373-380.

66. ZANONIANI, R. A.; DUCAMP, F. 2004. Leguminosas forrajeras del género Lotus en el Uruguay. Uruguay. Cangüé. no. 25: 5-11.

9. ANEXOS

Anexo No. 1: Resumen de análisis de varianza para la composición botánica por estrato disponible en kg/ha de materia seca.

VARIABLES			
Estrato > 15 cm			
EFECTO	Rg	RS	
Asignación	**	*	
Estrato 10-15 cm			
EFECTO	TB	Rg	RS
Asignación	*	**	*
Estrato 5-10 cm			
EFECTO	Rg	RS	
Asignación	**	*	
Asig*Supl	ns	ns	
Estrato 0-5 cm			
EFECTO	Rg	RS	
Asignación	**	**	

ns: sin diferencias significativas

*: diferencias significativas

** : diferencias muy significativas

Anexo No. 2: Nivel de significancia de los efecto significativos para composición botánica por estrato disponible en kg/ha de materia seca.

Estrato 0-5 cm			
A.F. %PV	Rg		
7,0	575,69a		
9,5	509,55ab		
4,5	489,24b		
2,0	443,75b		
Estrato 5-10 cm			
A.F. %PV	Rg		
7,0	515,97a		
9,5	430,21b		
4,5	427,08b		
2,0	371,35b		
Estrato 10-15 cm			
A.F. %PV	TB	A.F. %PV	Rg
2,0	18,17a	7,0	458,68a
4,5	10,90ab	9,5	391,84b
7,0	10,76b	4,5	388,89b
9,5	9,87b	2,0	293,75c
Estrato > 15 cm			
A.F. %PV	Rg		
7,0	436,11a		
9,5	363,28b		
4,5	342,01b		
2,0	234,37c		

Nota: medias seguidas de igual letra minúscula no difieren significativamente

Anexo No. 3: Resumen de análisis de varianza para materia seca total por estrato disponible en porcentaje.

EFEECTO	VARIABLES		
	Disponible		
	0-5	5-10	> 15
Asignación	*	**	*
Suplementación	ns	*	*
Asig*Supl	ns	*	*

ns: sin diferencias significativas

*: diferencias significativas

** : diferencias muy significativas

Anexo No. 4: Nivel de significancia de los efectos significativos para materia seca total por estrato disponible en porcentaje.

0-5 cm		
A.F. %PV	Media	
9,5	32,49 a	
2,0	32,35 a	
4,5	29,88 b	
7,0	29,79 b	
5-10 cm		
A.F. %PV	Suplem.	Media
2,0	con	29,30 a
4,5	con	27,05 ab
7,0	con	26,16 bc
4,5	sin	26,09 bc
2,0	sin	25,32 bc
7	sin	25,29 bc
9,5	con	24,38 c
9,5	sin	24,23 c
> 15 cm		
A.F. %PV	Suplem.	Media
7,0	sin	21,59 a
7,0	con	21,47 a
4,5	sin	21,34 a
9,5	con	20,91 a
2,0	sin	20,68 a
9,5	sin	20,49 a
4,5	con	19,51 ab
2,0	con	15,71 b

Nota: medias seguidas de igual letra minúscula no difieren significativamente.

Anexo No. 5: Resumen de análisis de varianza para la composición botánica por estrato disponible en porcentaje.

VARIABLES				
Estrato 10-15 cm				
EFFECTO	Rg	RS		
Asignación	*	*		
Estrato 5-10 cm				
EFFECTO	RS			
Asignación	*			
Estrato 0-5 cm				
EFFECTO	TB	Rg	RS	Ma
Asignación	*	*	*	*

ns: sin diferencias significativas

*: diferencias significativas

** : diferencias muy significativas

Anexo No. 6: Nivel de significancia de los efecto significativos para composición botánica por estrato disponible en porcentaje.

Estrato 0-5 cm			
A.F. %PV	TB	A.F. %PV	Rg
2,0	3,87a	2,0	86,16a
4,5	3,42ab	4,5	84,55a
9,5	2,87ab	7,0	81,21ab
7,0	1,96b	9,5	77,83b
Estrato 10-15 cm			
A.F. %PV	Rg		
2,0	88,18a		
4,5	86,56a		
7,0	82,22ab		
9,5	80,17b		

Nota: medias seguidas de igual letra minúscula no difieren significativamente.

Anexo No. 7: Resumen de análisis de varianza para la composición botánica por estrato remanente en kg/ha de materia seca.

		VARIABLES		
		Estrato > 15 cm		
EFECTO		Rg	RS	
Asignación		**	**	
		Estrato 10-15 cm		
EFECTO		TB	RS	
Asignación		*	**	
		Estrato 5-10 cm		
EFECTO		TB	Rg	RS
Asignación		*	**	**
		Estrato 0-5 cm		
EFECTO		TB	Rg	RS
Asignación		**	**	**

ns: sin diferencias significativas

*: diferencias significativas

** : diferencias muy significativas

Anexo No. 8: Nivel de significancia de los efecto significativos para composición botánica por estrato remanente en kg/ha de materia seca.

Estrato 0-5 cm					
A.F. %PV	TB	A.F. %PV	Rg	A.F. %PV	RS
7,0	9,32a	7,0	351,15a	7,0	294,48a
9,5	8,99a	9,5	301,04a	9,5	280,30a
4,5	5,55b	4,5	204,72b	4,5	190,42b
2,0	1,77c	2,0	111,25c	2,0	87,65c

Estrato 5-10 cm			
A.F. %PV	TB	A.F. %PV	Rg
7,0	6,09a	7,0	278,33a
9,5	5,46a	9,5	276,35a
4,5	3,33ab	4,5	189,58b
2,0	0,10b	2,0	89,37c

Estrato 10-15 cm	
A.F. %PV	TB
7,0	4,58a
9,5	3,32a
4,5	2,08ab
2,0	0,00b

Estrato > 15 cm	
A.F. %PV	Rg
7,0	232,19a
9,5	229,84a
4,5	154,79b
2,0	45,93c

Nota: medias seguidas de igual letra minúscula no difieren significativamente.

Anexo No. 9: Resumen de análisis de varianza para materia seca total por estrato remanente en porcentaje.

EFECTO	VARIABLES			
	Remanente			
	0-5	5-10	10-15	> 15
Asignación	**	*	*	**

ns: sin diferencias significativas

*: diferencias significativas

** : diferencias muy significativas

Anexo No. 10: Nivel de significancia de los efectos significativos para materia seca total por estrato remanente en porcentaje.

0-5 cm	
A.F. %PV	Media
2,0	48,69a
7,0	35,11b
9,5	33,18b
4,5	32,78b
10-15 cm	
A.F. %PV	Media
9,5	21,75a
4,5	20,94a
7,0	20,13a
2,0	13,5b
> 15 cm	
A.F. %PV	Media
9,5	20,26a
7,0	18,60a
4,5	17,34a
2,0	6,91b

Nota: medias seguidas de igual letra minúscula no difieren significativamente.

Anexo No. 11: Resumen de análisis de varianza para la composición botánica por estrato remanente en porcentaje.

VARIABLES	
Estrato > 15 cm	
EFECTO	RS
Asignación	*
Suplementación	ns
Asig*Supl	ns
Estrato 10-15 cm	
EFECTO	RS
Asignación	*
Estrato 5-10 cm	
EFECTO	RS
Asignación	*
Suplementación	ns
Asig*Supl	ns
Estrato 0-5 cm	
EFECTO	TB
Asignación	*
Asig*Supl	ns

ns: sin diferencias significativas

*: diferencias significativas

** : diferencias muy significativas

Anexo No. 12: Nivel de significancia de los efectos significativos para composición botánica por estrato remanente en porcentaje.

Estrato 5-10 cm	
A.F. %PV	RS
7,0	47,31 a
4,5	44,81 ab
9,5	43,69 ab
2,0	27,78 b

Nota: medias seguidas de igual letra minúscula no difieren significativamente

Anexo No. 13: Resumen de análisis de varianza para la composición botánica por estrato desaparecido en kg/ha de materia seca.

		VARIABLES		
		Est. > 15 cm		
EFFECTO	Rg			
Asignación	**			
		Estrato 10-15 cm		
EFFECTO	Rg	RS		
Asignación	*	*		
		Estrato 5-10 cm		
EFFECTO	TB	Rg	RS	
Asignación	*	**	*	
Asig*Supl	ns	ns	ns	
		Estrato 0-5 cm		
EFFECTO	TB	Rg	RS	
Asignación	*	*	**	

ns: sin diferencias significativas
 *: diferencias significativas
 **: diferencias muy significativas

Anexo No. 14: Nivel de significancia los efecto significativos para composición botánica por estrato desaparecido en kg/ha de materia seca.

Estrato 0-5 cm			
A.F. %PV	TB	A.F. %PV	RS
2,0	15,72a	4,5	147,08a
9,5	10,57ab	2,0	109,22a
7,0	9,89b	7,0	54,96b
4,5	9,02b	9,5	34,53b
Estrato 5-10 cm			
A.F. %PV	TB	A.F. %PV	Rg
2,0	12,50a	7,0	231,81a
7,0	9,06ab	9,5	157,69b
9,5	7,39b		
4,5	7,22b		
Estrato 10-15 cm			
A.F. %PV	Rg		
7,0	214,83a		
9,5	163,85b		
Estrato > 15 cm			
A.F. %PV	Rg		
7,0	231,26a		
9,5	148,35b		

Nota: medias seguidas de igual letra minúscula no difieren significativamente

Anexo No. 15: Resumen de análisis de varianza para materia seca total por estrato desaparecido en porcentaje.

EFECTO	VARIABLES	
	Desaparecido	
	0-5	> 15
Asignación	*	ns
Suplementación	ns	*

ns: sin diferencias significativas

*: diferencias significativas

** : diferencias muy significativas

Anexo No. 16: Nivel de significancia de los efectos significativos para materia seca total por estratos desaparecido en porcentaje.

0-5 cm	
A.F. %PV	Media
9,5	30,66a
7,0	24,60b

Nota: medias seguidas de igual letra minúscula no difieren significativamente.

Anexo No. 17: Resumen de análisis de varianza para la composición botánica por estrato desaparecido en porcentaje.

EFECTO	VARIABLE
	Estrato 0-5 cm
	RS
Asignación	*

ns: sin diferencias significativas

*: diferencias significativas

** : diferencias muy significativas

Anexo No. 18: Resumen de análisis de varianza para las variables de composición botánica.

VARIABLES					
Disponible					
EFFECTOS	Raigrás	T.B.	Lotus	R.S.	S.D.
Asig.	ns	*	ns	**	**
Supl.	ns	ns	ns	ns	*
Asig*Supl	*	ns	*	ns	*
Remanente					
EFFECTOS	Raigrás	T.B.	Lotus	R.S.	S.D.
Asig.	**	ns	ns	**	**
Supl.	*	ns	ns	**	**
Asig*Supl	ns	**	**	**	*

ns: sin diferencias significativas

*: diferencias significativas

** : diferencias muy significativas

Anexo No. 19: Resumen de análisis de varianza para las variables en composición botánica.

VARIABLE				
Altura en el tiempo				
EFFECTOS	Hora 0	Hora 3	Hora 6	Hora 16
Asig.	**	**	**	**
Supl.	**	*	*	**
Asig*Supl	*	ns	ns	*

ns: sin diferencias significativas

*: diferencias significativas

** : diferencias muy significativas