

UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA

FACULTAD DE AGRONOMÍA

**EFFECTO DEL MANEJO Y EL MATERIAL GENETICO EN LA
PRODUCTIVIDAD DE SORGO FORRAJERO BAJO PASTOREO**

por

María Soledad BERLANGIERI COSTA

**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. Silvana Nöell

Fecha: -----

Autor: -----
María Soledad Berlangieri

AGRADECIMIENTOS

Al los Ing. Agrónomos: Ramiro Zanoniani, Pablo Boggiano y Mónica Cadenazi.

A docentes y funcionarios de la EEMAC.

A mi familia y compañeros de la generación EEMAC 2007.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VIII
1. <u>INTRODUCCION</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	4
2.1 MANEJO DEL PASTOREO	
2.1.1 <u>Conceptos generales</u>	4
2.1.2 <u>Pastoreo de especies tropicales</u>	5
2.1.3 <u>Rebrote pos pastoreo</u>	9
2.2 RESPUESTAS DE LAS PLANTAS FORRAJERAS AL PASTOREO.....	12
2.2.1 <u>Producción de materia seca y digestibilidad</u>	13
2.2.2 <u>Utilización</u>	15
2.2.3 <u>Estructura</u>	16
2.2.3.1 Contribución de macollas basales y axilares.....	17
2.2.3.2 Relación hoja-tallo.....	18
2.3 ATRIBUTOS DE LA PASTURA QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO ANIMAL.....	21
2.3.1 <u>Valor nutritivo</u>	21
2.3.1.1 Composición química del forraje.....	22
2.3.2 <u>Disponibilidad y estructura del forraje</u>	24
2.4 TIPOS DE SORGO FORRAJERO	
2.4.1 <u>Características de híbridos bmr</u>	27
2.4.1.1 Palatabilidad y composición química	27
2.4.1.2 Consumo y digestibilidad	30
2.4.1.3 Producción de materia seca.....	31
2.5 PRODUCTIVIDAD ANIMAL.....	33
2.5.1 <u>Productividad animal en diferentes manejos del pastoreo</u>	35
2.5.2 <u>Productividad animal consumiendo materiales bmr</u>	37

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACIÓN.....	39
3.2 SUELO.....	39
3.3 PERÍODO Y MATERIAL EXPERIMENTAL.....	39
3.4 TRATAMIENTOS.....	40
3.5 CROQUIS DEL EXPERIMENTO	41
3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL.....	41
3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL	43
3.7.1 <u>Manejo de la pastura</u>	43
3.7.2 <u>Manejo animal</u>	44
3.8 DETERMINACIONES REALIZADAS	
3.8.1 <u>Características de las semillas sembradas</u>	44
3.8.1.1 Germinación.....	44
3.8.1.2 Peso de semillas.....	44
3.8.2 <u>Implantación</u>	45
3.8.3 <u>Determinaciones previas a cada pastoreo</u>	45
3.8.3.1 Altura del forraje disponible.....	45
3.8.3.2 Numero de nudos del disponible.....	45
3.8.3.3 Disponibilidad de forraje.....	45
3.8.3.4 Composición botánica.....	46
3.8.4.5 Forraje desaparecido.....	46
3.8.4.6 Producción de forraje.....	47
3.8.4 <u>Determinaciones luego de cada pastoreo</u>	
3.8.4.1 Altura remanente y pos rotativa.....	47
3.8.4.2 Nudos del remanente.....	47
3.8.4.3 Forraje remanente.....	47
3.8.4.4 Composición botánica.....	47
3.8.4.5 Forraje desaparecido.....	47
3.8.4.6 Producción de forraje.....	47
3.8.5 <u>Calidad del forraje</u>	48
3.8.6 <u>Determinaciones en animales</u>	48

4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	
4.1 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE	
4.1.1 <u>Temperatura</u>	49
4.1.2 <u>Precipitaciones</u>	51
4.2 IMPLANTACIÓN.....	52
4.3 ALTURA DEL FORRAJE.....	52
4.3.1 <u>Altura del disponible</u>	52
4.3.2 <u>Altura del remanente</u>	56
4.3.3 <u>Utilización en altura</u>	58
4.4 NUDOS.....	59
4.5 DISPONIBILIDAD DE FORRAJE	
4.5.1 <u>Forraje disponible</u>	61
4.5.1.1 Primer pastoreo	61
4.5.1.2 Segundo y tercer pastoreo.....	61
4.5.1.3 Relación entre altura disponible y disponibilidad de forraje (Kg/ha de MS).....	64
4.5.2 <u>Forraje remanente</u>	65
4.5.2.1 Relación entre altura remanente y materia seca remanente (Kg/ha).....	67
4.5.3 <u>Forraje desaparecido</u>	
4.5.3.1 Primer pastoreo.....	68
4.5.3.2 Segundo y tercer pastoreo.....	69
4.5.3.3 Relación entre forraje desaparecido	70
y altura disponible.....	70
4.5.3.4 Relación entre forraje desaparecido y MS disponible (kg./ha).....	72
4.6 UTILIZACIÓN DEL FORRAJE	
4.6.1 <u>Porcentaje de utilización del forraje disponible</u>	74
4.6.2 <u>Porcentaje de utilización de hoja y tallo</u>	75
4.7 COMPOSICIÓN BOTÁNICA	
4.7.1 <u>Composición botánica del forraje disponible</u>	
4.7.1.1 Hoja.....	77
4.7.1.2 Tallo.....	79
4.7.1.3 Relación entre componentes del disponible y altura disponible.....	81
4.7.1.4 Relación entre componentes del disponible y altura remanente.....	83
4.7.1.5 Relación hoja / tallo.....	85
4.7.2 <u>Composición botánica del forraje remanente</u>	88
4.7.2.1 MS de hoja remanente para el segundo	

y tercer pastoreo.....	88
4.7.2.2 MS de tallo remanente para el segundo y tercer pastoreo.....	89
4.7.2.3 Relación hoja / tallo del forraje remanente.....	93
4.7.3 <u>Composición botánica del forraje desaparecido</u>	94
4.7.3.1 MS de hoja desaparecida.....	94
4.7.3.2 MS de tallo desaparecido	99
4.7.3.3 Relación hoja/ tallo del desaparecido para los tres pastoreos.....	102
4.7.3.4 Relación hoja/ tallo del desaparecido para el segundo y tercer pastoreo.....	104
4.8 USO DEL AGUA	106
4.9 PRODUCCIÓN DE FORRAJE	
4.9.1 <u>Tres pastoreos</u>	108
4.9.2 <u>Segundo y tercer pastoreo</u>	111
4.9.3 <u>Producción de forraje y su relación con otros parámetros medidos</u>	113
4.9.4 <u>Tasa de crecimiento</u>	115
4.9.4.1 Tasa de crecimiento de hoja.....	116
4.10 PRODUCCIÓN ANIMAL	
4.10.1 <u>Ganancias diarias de peso</u>	118
4.10.2 <u>Ganancia diaria en relación con otros parámetros productivos</u> ..	121
4.10.2.1 Altura remanente	122
4.10.2.2 Cantidad de MS de hoja disponible	123
4.10.3 <u>Ganancia de peso vivo total</u>	124
4.10.4 <u>Asignación de forraje</u>	127
4.11 CALIDAD DEL FORRAJE.....	128
4.12 CONSIDERACIONES FINALES.....	131
5. <u>CONCLUSIONES</u>	135
6. <u>RESUMEN</u>	136
7. <u>SUMMARY</u>	138
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	140
9. <u>APÉNDICES</u>	151

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Composición química del sorgo forrajero.....	23
2. Producción de materia seca y altura de planta para tres cultivares de sorgo forrajero. zafra 2006/2007.....	31
3. Carga (ug/ha) para cada tratamiento, promedio del período.....	43
4. Porcentaje de germinación a los 4 y 9 días.....	44
5. Precipitaciones ocurridas en la zafra 07/08 por pastoreo.....	51
6. Altura (cm) promedio del disponible.....	53
7. Altura disponible (cm) al segundo y tercer pastoreo.....	55
8. Altura remanente (cm) para cada pastoreo.....	56
9. Utilización en altura (cm) promedio	58
10. Disponibilidad de forraje (kg/ha de MS) al primer pastoreo.....	61
11. Disponibilidad de forraje (kg. /ha de MS) para cada tratamiento.....	62
12. Forraje remanente (kg/ha de MS)	65
13 Forraje desaparecido (kg/ha de MS)	68
14. Forraje desaparecido (kg/ha de MS) promedio y total.....	69
15. Porcentaje de utilización del forraje disponible.....	75
16. Porcentaje de utilización de hoja y tallo para el 2do y 3er pastoreo.....	76
17. Porcentaje de utilización de tallo según tratamientos.....	76
18. Hoja disponible total y promedio (kg/ha de MS)	77
19. Tallo disponible total y promedio (kg/ha de MS)	79
20. Relación hoja/ tallo del forraje disponible, para el 2do y 3er pastoreo.....	85
21. Hoja remanente (kg/ha de MS)	88
22. Tallo remanente (kg/ha de MS)	90
23. Relación hoja/tallo del forraje remanente 2do y 3er pastoreo.....	92
24. Hoja desaparecida (kg/ha de MS) de para todo el período.....	95
25. Hoja desaparecida (kg/ha de MS) segundo y tercer pastoreo.	95
26. Tallo desaparecido (kg/ha de MS) para todo el período.....	100
27. Tallo desaparecido (kg/ha de MS), segundo y tercer pastoreo.....	101
28. Relación hoja/tallo del forraje desaparecido, durante todo el período.....	103
29. Relación hoja/tallo del forraje desaparecido, para el segundo y tercer pastoreo.....	105
30. Uso del agua MS (kg/ha/mm.), para el 2do y 3er pastoreo.....	106

31. Producción de materia seca durante todo el período.....	108
32. Producción de materia seca (kg/ha), para el 2º y 3er pastoreo.....	110
33. Tasa de crecimiento del forraje MS (kg/ha/día) por período.....	115
34. Tasa de crecimiento de hoja (kg/ha/ día de MS), para el segundo y tercer pastoreo según tratamiento.....	117
35 Gmd (kg/animal/día) promedio para los 90 días.....	119
36. Ganancia de peso vivo (kg/ha) y carga (ug/ha), para todo el período.....	124
37. Ganancia de peso vivo (kg/ha) para todo el período	125
38. Asignación de forraje diaria % (kg de MS/100 kg. p.v) para cada período y promedio en 90 días.....	127
39. Calidad del forraje ofrecido.....	129
40. Calidad del forraje remanente.....	130

Figura No.

1. Croquis del experimento.....	41
2. Temperatura mínima y máxima diaria para el período Noviembre 2007 / abril 2008, Paysandú.....	49
3. Temperatura media (° c) para el periodo noviembre-abril 2007/2008 y serie histórica 1961/1990 en Paysandú.....	51
4. Precipitaciones ocurridas entre 1/11/07 y el 29/04/08 y serie histórica de precipitaciones de 1961 hasta 1990 en Paysandú.....	50
5. Altura promedio (cm.) disponible para el 2do y 3er pastoreo.....	54
6. Altura remanente promedio pos rotativa (cm.) para tratamientos altos y bajos en el 2do y 3er pastoreo.	57
7. a. Nudos promedio del forraje disponible.....	59
b. Nudos promedio del forraje remanente.....	59
8. Disponibilidad de forraje (kg/ha de MS) según tratamientos del remanente para el 2do y 3er pastoreo.....	63
9. Disponibilidad de forraje (kg/ha de MS) en función de altura disponible (cm) para todo el período.....	64
10. Forraje remanente promedio (kg/ha de MS) según tratamientos del remanente para el 2do y 3er pastoreo.	66
11. Relación entre forraje remanente (kg/ha de MS) y altura remanente para el 2do y 3er pastoreo.....	67
12. Relación entre altura disponible (cm) y el forraje desaparecido (kg/ha de MS) para todo el período y	

para el 2do y 3er pastoreo.....	71
13. Relación entre forraje desaparecido (kg/ha de MS) y forraje disponible(kg/ha de MS) para todo el período experimental.....	73
14. MS (kg/ha) desaparecida según MS (kg/ha) disponible para el 2do y 3er pastoreo.....	74
15. Disponibilidad de hoja MS (kg/ha) según tratamiento del remanente, para el segundo y tercer pastoreo.....	78
16. Disponibilidad de tallo MS (kg/ha) según manejo del remanente para el 2do y 3er pastoreo.....	80
17. Disponibilidad de tallo y hoja (kg/ha de MS) en función de altura disponible (cm) para todo el período.....	82
18. MS disponible de hoja (kg/ha) al 3er pastoreo y altura remanente, del 2do pastoreo.....	83
19. Disponibilidad de MS de hoja y tallo (kg/ha) según alturas del remanente para todo el período.....	84
20. Relación hoja/tallo disponible según altura disponible (cm) para el segundo pastoreo.....	86
21. Composición botánica del forraje disponible para los tres pastoreos.....	87
22 Tallo remanente (Kg /ha de MS) promedio según tratamientos del remanente.	91
23. MS de hoja disponible en función de la MS de tallo remanente (Kg/ha) para el 2do y 3er pastoreo.....	92
24. Relación hoja/tallo del forraje remanente, para el 2do y 3er pastoreo.....	94
25. Kg. /ha de MS de hoja desaparecida según tratamientos del remanente para el 2do y 3er pastoreo.....	96
26. Relación entre la altura disponible y la MS (kg/ha) de hoja desaparecida para todo el período.....	97
27. Relación entre hoja desaparecida (kg/ha de MS) y hoja disponible(kg/ha de MS) para todo el período.....	98
28. Relación entre hoja desaparecida(kg/ha de MS) y hoja disponible (kg/ha de MS) y para el 2do y 3er pastoreo.....	99
29. Composición botánica del forraje desaparecido para los tres pastoreos.....	100
30. Composición botánica del forraje desaparecido, para el 2º y 3er pastoreo.....	104
31. Producción de materia seca (kg/ha) para todo el período experimental.....	109

32. Producción de MS (kg/ha) para cada pastoreo.....	112
33. Relación entre producción de MS (kg/ha) y altura disponible para todo el período.....	113
34. Relación entre MS remanente (kg/ha) del 2do pastoreo y producción de MS (kg/ha) para el 3er pastoreo.....	114
35. Tasa de crecimiento de hoja (kg/ha/día de MS) para el 2do y 3er pastoreo.....	117
36. Composición de la ganancia diaria por período	
37. Gmd (kg/animal/día) según carga animal (ug/parcela).....	121
38. Ganancia media diaria (Kg/animal/día) en función) de altura remanente (cm) para todo el período	121
39. Relación entre la ganancia media diaria y la cantidad de MS de hoja disponible.....	123
40. Ganancia p. v (kg/ha) en función de la gmd (kg./an/día).....	126
41. Ganancia media diaria (kg/animal/día) en función de la altura remanente (cm).....	128

1. INTRODUCCION

Los trabajos de investigación sobre la utilización de sorgo para pastoreo fueron abundantes en la literatura americana en la década de los 60/70. Estos se realizaron en su mayor parte a nivel de cortes, los trabajos con animales nunca fueron numerosos y la casi totalidad se efectuaron con ganado lechero (Fasio et al., 2002).

Las pasturas tropicales han sido manejadas tradicionalmente bajo altas intensidades de pastoreo, sin embargo recientemente se ha generado un volumen importante de información que cuestiona este tipo de manejo, apuntando a dos aspectos fundamentales que son, en primer lugar, aumentar las alturas de los remanentes estimulando el rebrote a partir de yemas axilares, y en segundo lugar, disminuir la frecuencia de pastoreo (Gabard y Russi, 2005).

Los verdeos de verano tradicionales, formados por gramíneas anuales estivales, producen alta cantidad de materia seca y se adaptan a variados ambientes, pero la productividad animal puede verse afectada ya que ofrecen insuficiente calidad, lo que se vuelve más importante a medida que avanza el ciclo del verdeo, evidenciando con esto que la baja calidad de las pasturas tropicales son la principal limitante para el desempeño animal en climas templados (Macon et al., 2002).

El uso del sorgo forrajero como verdeo de verano aporta una importante cantidad de forraje en épocas críticas para el crecimiento vegetal, permitiendo el descanso de las praderas convencionales en el período estival. Es por esto que se considera una alternativa interesante para el engorde intensivo de novillos durante este período. Sin embargo, las pasturas tropicales y sub-

tropicales han sido asociadas tradicionalmente a bajos valores nutritivos del forraje ofrecido y a bajo desempeño animal (Sollenberger et al., 2001).

Los híbridos de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*) poseen gran adaptación al pastoreo por su excelente macollaje con rápido crecimiento luego de la defoliación, aunque menor que los cultivares de sudangrass, poseen alto poder de compensación de plantas y mayor tolerancia a déficit hídricos que otras alternativas estivales.

Se caracterizan por una elevada producción de materia seca, fundamentalmente por la precocidad de su primer crecimiento ya que su capacidad productiva posterior es menor que los cultivares e híbridos de sudangrass, siendo altamente sensibles a las primeras heladas.

Esta especie ofrece la posibilidad de realizar múltiples cortes durante la estación de crecimiento, recomendándose el pastoreo rotativo con altas cargas con el objetivo de que los animales puedan seleccionar una dieta con alta proporción de hojas y de mantener plantas jóvenes con buena calidad (Marsalis, 2006).

Numerosos estudios llevados a cabo en diversas partes del mundo han demostrado una interacción muy clara entre variedades y manejos, lo cual indica que para lograr las distintas metas con éxito deben emplearse los tipos, variedades e híbridos adecuados (Carámbula, 2007). Sin embargo Vaz Martins (2003) cita al manejo como el más importante, colocando a la elección del tipo de sorgo como aspecto secundario.

Actualmente, en el mercado, se dispone de varios tipos de sorgos forrajeros: sorgo híbrido (*Sorghum bicolor* x *Sorghum sudanense*), sudangrass

(más adaptados al pastoreo), fotosensitivos (floración tardía), azucarados (caña de alto contenido de azúcares), nervadura marrón o BMR (baja lignina).

En años recientes se ha generado mucho interés por la introducción de híbridos de sorgo forrajero que contienen el gen BMR, estos materiales se caracterizan por tener baja concentración de lignina comparados con los cultivares convencionales, lo que provoca en consecuencia incrementos en la palatabilidad y digestibilidad (Marsalis, 2006).

El objetivo principal del presente trabajo es evaluar las hipótesis planteadas mediante un trabajo experimental, estas hipótesis consisten en:

- 1) Los cultivares de sorgo BMR (nervadura marrón) provocan mayor productividad animal que los cultivares comunes de sorgo forrajero
- 2) El manejo del pastoreo afecta la producción de forraje y la productividad animal.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 MANEJO DEL PASTOREO

2.1.1 Conceptos generales

Hodgson (1979) define la intensidad de pastoreo como la proporción de forraje removido, en relación a la disponibilidad inicial, y a la frecuencia de pastoreo como el intervalo de tiempo entre defoliaciones.

La presión de pastoreo involucra la categoría animal y fue definida por Hodgson (1979), Holmes (1989) como el número de animales de una categoría determinada en función de una cantidad dada de forraje.

De acuerdo con lo anterior, Del Pozo (2001) sostiene que el término intensidad de pastoreo (UGM días/ha) no indica una relación entre la pastura y el animal como si lo hace la presión de pastoreo, la cual nos expresa la cantidad de masa seca disponible de pastura por cada 100 kg de peso vivo por día.

Para todas las especies forrajeras, la producción de materia seca y la sobrevivencia de plantas individuales es dependiente del manejo de la defoliación realizado.

La asignación de forraje es definida por Sollenberger et al. (2005) como la medida de un peso determinado de forraje ya sea seco o verde por unidad de peso vivo animal en un período de tiempo determinado, éste parámetro es muchas veces una herramienta predictiva de la productividad animal.

Tanto la frecuencia como la intensidad de los cortes modifican la cantidad de meristemas refoliadores, los niveles de energía disponibles por los mismos y la tasa de crecimiento de los rebrotes, siendo estas modificaciones variables con la época del año y la especie forrajera (Formoso, 1996).

Por esta razón numerosos estudios sobre la intensidad de pastoreo han sido realizados, entre ellos se destaca el modelo de Mott (1960) que se ajusta la presión de pastoreo que ofrece la mayor producción por unidad de superficie, a los máximos desempeños individuales alcanzables.

Del Pozo (2001) asegura que en la utilización de los pastos y forrajes, la altura y el momento de la cosecha constituyen elementos básicos en su manejo, por la influencia que estos ejercen en su comportamiento morfofisiológico y productivo. La altura de corte o pastoreo es un elemento determinante en la dinámica de crecimiento de los pastos, por su estrecha relación con la remoción de los puntos de crecimiento que ocurren durante la cosecha y el balance de carbohidratos de reservas.

2.1.2 Pastoreo de especies tropicales

Las gramíneas C4 se caracterizan por su alta producción de forraje, alta eficiencia fotosintética y de uso del agua, por estas características, defoliaciones intermitentes mediante pastoreo rotativo son necesarias para maximizar la producción de forraje y su utilización (Corsi et al., citados por Hodgson y Da Silva, 2002). Similares conceptos son manejados por Humphreys (1991) quien aparte asegura que debe haber flexibilidad en el manejo como forma de balancear el crecimiento de la pastura y el material senescente.

Los verdeos estivales deben pastorearse dejando rastros activos lo suficientemente voluminosos como para enfrentar mejor las condiciones ambientales que les impone el verano, necesita de áreas foliares adecuadas para aprovechar mejor la alta insolación con un proceso de fotosíntesis eficiente y una cobertura que impida los efectos negativos de aquella y de las altas temperaturas sobre el desarrollo de las yemas ubicadas a nivel del suelo y por lo tanto atrasen el macollaje (Carámbula, 2007).

Las gramíneas forrajeras tropicales cultivadas, parecen exigir menores presiones de pastoreo debido a la necesidad de mayor cantidad de remanente postpastoreo para garantizar el rebrote ya que la mayoría de los trabajos al respecto muestran que estas especies rebrotan en mayor medida de fotoasimilados y no de reservas (Corsi et al., citados por Gabard y Russi, 2005).

En sorgo forrajero, Romero (2003) afirma que uno de los problemas que presenta esta especie cuando se la usa para pastoreo directo es su elevado desperdicio por su alta tasa de crecimiento diario, lo que determina que la planta crezca rápidamente en altura y dificulte el consumo por parte del animal, por lo que el ajuste de la frecuencia e intensidad de pastoreo juegan un rol muy importante en el resultado productivo alcanzado.

El manejo se transforma en el elemento más importante a la hora de la utilización del sorgo para pastoreo más aún que la elección del tipo de sorgo, a su vez un correcto manejo comprende altas dotaciones en superficies limitadas, de tal forma que el ganado utilice el forraje disponible en el menor tiempo posible (Vaz Martins, 2003).

En experimentos realizados con varios tipos de sorgos por Wedin (1970) se determinó que los híbridos de sorgo forrajero presentan mejor

comportamiento bajo frecuencias aliviadas de corte pero sin determinar alturas de referencia. Carámbula (2007) afirma que las entradas al pastoreo con 60 centímetros aproximadamente dejando un rastrojo de 15 cm. resulta ser el manejo recomendado para cualquier tipo de sorgo para pastoreo.

Holt, citado por Carámbula (2007) también asegura que la iniciación del pastoreo debe realizarse cuando las plantas alcancen 50 a 60 centímetros de altura promedio, antes del encañado ya que el crecimiento foliar alcanza su máximo cuando la planta llega a una altura de 75 centímetros, lo cual indicaría que el crecimiento luego de esta altura, está dado principalmente por el crecimiento de tallos.

La altura de las plantas de sorgo está directamente relacionada, según Zago (1991) con la producción de forraje y sus componentes, hoja, tallo y panoja, por lo que la altura y porte de la planta se relacionan con los parámetros productivos y de calidad del forraje.

Carámbula (2007) afirma que si los pastoreos se realizan luego de que las plantas encañen, los animales seleccionan solamente las hojas y como consecuencia queda un rastrojo formado por tallos que inhiben el desarrollo de nuevas macollas.

Otros trabajos que utilizan alturas, entre ellos Furlan, citado por Gabard y Russi (2005) indican remanentes de 50 cm. como apropiados.

Gabard y Russi (2005) evaluaron la productividad de Sudangrass con diferentes intensidades de pastoreo y concluyeron que en los tratamientos de remanentes más altos (45-60 cm) el balance energético se alcanzó antes, por un efecto combinado de mayor área foliar remanente, reservas orgánicas en los

tallos además de un mayor número potencial de yemas axilares, mientras que afirman que las diferencias encontradas también pueden explicarse por el menor costo energético en el rebrote de los tratamientos con mayor remanente, ya que los tratamientos más bajos promueven el macollaje basal por un efecto combinado de ruptura de la dominancia apical y mejor calidad de la luz en la base de las plantas.

Trabajos realizados recientemente en el país por Velazco y Rovira (2008) con el objetivo de determinar el efecto de manejos contrastantes en la productividad y ganancia de peso vivo animal bajo pastoreo de sudangrás arrojan resultados similares, en este experimento se aplicaron dos tratamientos: 1) manejo tradicional sin intervención (T), y 2) corte mecánico del remanente + 50 kg/ha de urea (C+U). Los distintos manejos del remanente provocaron diferencias significativas en la disponibilidad de forraje a favor del tratamiento T (970 y 2306 kg/ha de MS) asociado a una mayor altura de planta (39 y 75cm). La digestibilidad y proteína cruda del sudangrass fue significativamente mayor en el tratamiento C+U pero los animales del tratamiento T tendieron a ganar más peso que los animales del tratamiento C+U (1,005 y 0,635 kg/animal/día, respectivamente). Parte de la diferencia registrada en lo que refiere a desempeño animal se explica por la cantidad de forraje ofrecido que fue 2,25 veces mayor para el caso del tratamiento T.

A diferencia de la información anterior, Romero (2003) sostiene que una de las prácticas para optimizar la utilización de esta especie es cortar los remanentes (tallos) no utilizados por los animales para emparejar el rebrote y así obtener una más uniforme producción con óptima calidad. De acuerdo con esto, Bavera (2001) afirma que es conveniente una desmalezadora pospastoreo para uniformar la altura de corte y eliminar cañas, con lo que se favorece el rebrote y se previenen heridas.

Carámbula (2007) no recomienda siempre esta práctica sino que propone observar si después del pastoreo quedan cañas y macollas florecidas. En esos casos será conveniente el pasada de una rotativa, lo que favorecerá un rebrote de mayor rendimiento y calidad

En lo que se refiere a cantidad de MS remanente, experimentos realizados por Bueno et al. (2004) sobre pasto Tanzania, determinaron que pastoreos que mantengan remanentes de MS entre 1700 a 2700 kg/ha serían capaces de no perder calidad para pastoreo ni potencial productivo.

2.1.3 Rebrote pos-pastoreo

Después de una defoliación intensa, la respiración sobrepasa a la fotosíntesis, entonces las plantas emplean hidratos de carbono de reserva para su crecimiento. En las gramíneas, los hidratos de carbono de reserva se encuentran principalmente en la base del pseudotallo, en gramíneas erectas la altura de defoliación no solo afecta el IAF, sino que también, en caso que esta altura sea baja, puede afectar el nivel de reservas, si los animales consumen los hidratos de carbono en la base de los macollos. Estas gramíneas no persisten bajo pastoreo intenso y continuo. Con este manejo, el IAF después de la defoliación no es suficiente para iniciar el rebrote y éste depende en sus comienzos de las reservas acumuladas (Beguet y Bavera, 2001).

Formoso (1996) afirma que la obtención de altas velocidades de rebrote, depende en primera instancia del número de puntos de crecimiento activos remanentes luego de una defoliación, los que están determinadas por el horizonte de pastoreo adoptado en relación a la posición en el estrato vertical del tapíz de los diferentes tejidos meristemáticos.

De acuerdo con lo anterior, Humphreys (1991) asegura que un nivel mínimo de reservas energéticas residuales son necesarias para la persistencia de las plantas, pero la influencia de las reservas en el crecimiento luego de una defoliación severa, aparecen como limitantes en los primeros tres días del rebrote, Fisher et al. (1996) afirma que esto es fácilmente entendible en especies anuales donde las plantas nuevas poseen escasas reservas por lo que si los puntos de crecimiento están dañados se compromete la sobrevivencia de las mismas.

Durante el crecimiento de la planta, las reservas van en aumento a medida que aumenta el área foliar. Una vez que se produce la defoliación, esas reservas disminuyen al movilizarse hacia los meristemas apicales, este proceso se repite cada vez que un macollo sufre un nuevo corte, de ahí que cuanto más frecuente e intensa sea la defoliación, menos reservas podrán ser acumuladas (Carámbula, 1964).

Según Briske (1991) la recuperación de las gramíneas después de una defoliación se da por continua sustitución de macollas. Sin embargo Langer (1981) afirma que además del macollaje, otros son los factores que determinan la recuperación de las plantas pos pastoreo, como son la sobrevivencia de los meristemas apicales, el uso de los carbohidratos de reserva, el área foliar remanente y las condiciones ambientales.

El crecimiento luego de una defoliación está relacionado en forma directa con el área foliar remanente, pero cuando esta es baja, el rebrote depende en gran medida de las sustancias de reserva (Carámbula, 1964). Conceptos similares son manejados por Jacques citado por Carámbula (2007) quién afirma que de acuerdo con la altura y el área foliar luego del pastoreo las plantas tendrán que utilizar o no sustancias de reserva para el rebrote posterior

, por esta razón las especies forrajeras menos sensibles a una defoliación son aquellas que presentan un área foliar remanente mayor luego del pastoreo, siendo importante también el tipo y estado de la masa foliar remanente (Carámbula, 1964), sin embargo Del Pozo (2001) discrepa sobre la aplicabilidad del índice de área foliar (IAF) como indicador de la capacidad de rebrote en especies donde se hace menos crítico para el crecimiento inicial, debido a que gran parte de las reservas orgánicas pueden ser utilizadas para el mantenimiento de estas estructuras y, de esta forma, los asimilados disponibles para la formación de los nuevos tejidos son afectados por un período de tiempo más prolongado.

Smetham (1985) afirma que existe una evidencia bastante consistente de que el rebrote depende de la interacción entre los carbohidratos de reserva y el área foliar del rastrojo residual. En este sentido Brougham (1956) encontró una relación inversa entre la velocidad de formación de nuevos tejidos y la intensidad de defoliación, destacando que el área foliar podría ser más relevante que el tenor de carbohidratos no estructurales de reserva en la recuperación de la planta posterior a una defoliación.

Bueno et al. (2004) demostraron que el efecto positivo del aumento de la cantidad de MS remanente sobre las tasas de crecimiento del rebrote puede ser atribuido a la mantención de condiciones favorables para un mayor índice de área foliar residual que permite mayor intercepción de luz, mayores tasas fotosintéticas en el rebrote, mejor crecimiento radicular, menor eliminación de puntos de crecimiento y mayor cantidad de reservas fisiológicas en la planta con efecto favorable sobre la recuperación luego del pastoreo.

La utilización de cantidades importantes de MS de tallos a edades tempranas provoca efectos negativos no sólo por la baja concentración de

materia seca y nutrientes, sino por poseer un contenido de reservas en las partes bajas de los tallos y raíces de la planta que no le permite un adecuado rebrote y crecimiento vigoroso después del corte o el pastoreo, por lo que es importante buscar un adecuado balance entre el rendimiento, la composición química y el contenido de reservas en las partes bajas y subterráneas de los pastos, que permitan una máxima persistencia y utilización. La altura de corte o pastoreo es un elemento determinante en la dinámica de crecimiento de los pastos, por su estrecha relación con la remoción de los puntos de crecimiento que ocurren durante la cosecha y el balance de carbohidratos de reservas (Del Pozo, 2001).

2.2 RESPUESTA DE LAS PLANTAS FORRAJERAS AL PASTOREO

El crecimiento y la calidad de los pastos pueden variar considerablemente de acuerdo con el manejo a que son sometidos, con efectos favorables o no en dependencia de la especie de planta y las condiciones edafoclimáticas donde se desarrollan, se destacan entre ellos la altura de corte o pastoreo, la carga animal y el tiempo de estancia, entre otros (Del Pozo, 2001).

Las respuestas de las plantas al pastoreo pueden ser entendidas como mecanismos de reestablecimiento y mantenimiento de los patrones de crecimiento, donde todos los recursos disponibles deben ser usados de forma racional para recomponer el aparato fotosintético con el fin de restaurar el balance positivo de energía (Lemaire y Chapman, 1996).

Vallentine (1990) asegura que las defoliaciones promueven el vigor de la planta por medio de la remoción de material muerto, de dominancia apical y de excesos de biomasa que afectan negativamente el crecimiento, sin embargo,

defoliaciones excesivas reducen la actividad radicular y del área foliar limitando la capacidad de competir y utilizar los nutrientes del suelo.

Experimentos realizados sobre *Panicum maximum* bajo pastoreo por Costa et al. (2004) donde se evaluaron asignaciones de forraje entre 6 y 12 % (kg. de MS/100 kg P.V), determinaron que las menores asignaciones, entre 8 y 6 % deprimieron significativamente la producción de forraje, la producción de hoja, la tasa de expansión foliar y que las menores asignaciones provocaron una caída en la tasa de crecimiento del forraje de 97 a 31 kg/ha/día de MS.

2.2.1 Producción de materia seca y digestibilidad

Los híbridos de sorgo forrajero se caracterizan por producir elevadas cantidades de materia seca que varían de forma importante con el manejo realizado. Poseen altas tasas de crecimiento, aunque ésta disminuye con cada pastoreo adicional y esto es más pronunciado cuando los manejos son menos intensos (Carámbula, 2007).

La evaluación de cultivares INIA – INASE para la zafra 2006/2007, Cerreta (2007), evalúa la producción de sorgo bajo corte y ha mostrado resultados variables, con producciones que van desde 7500 a 15500 kg /ha de MS con una media de aproximadamente 12800 kg/ha de MS.

Cuanto más drásticas son las defoliaciones y menores los intervalos de tiempo entre ellas, las plantas son afectadas en forma notable decreciendo su producción de forraje total. Así los manejos mas intensos producen menor cantidad de materia seca con mayor digestibilidad y mayor contenido de proteína Carámbula (1964).

En condiciones de pastoreo rotativo, las pasturas que se manejan con mayor intensidad necesitan de mayor cantidad de días para llegar a la máxima tasa de crecimiento, por lo tanto rinden menos ya que tienen menor oportunidad de crecer a una tasa máxima durante un cierto período de tiempo (Smetham, 1985).

Distintos trabajos experimentales sobre sorgo y sudangrass han demostrado que los materiales cortados sucesivamente cuando alcanzan aproximadamente 70 cm de altura, rinden menos que aquellos que se cortan en estados fenológicos avanzados (Artola y Carámbula, citados por Fasio et al., 2002), Además poseen mayor porcentaje de digestibilidad y la posibilidad de realizar un mayor número de pastoreos (Romero, 2003).

De acuerdo con esta información, Edwards et al. (1971) afirma que plantas cortadas a menores alturas producen significativamente menor cantidad de materia seca y materia seca digestible, aunque con valores de digestibilidad mucho mayores a los presentados por los cortes en estados avanzados de madurez, además los manejos menos intensivos producen la mayor cantidad de materia seca digestible la cual no necesariamente coincide con la máxima producción animal ya que la pérdida de calidad en la madurez incide negativamente en el consumo voluntario.

Smetham (1985) sostiene que cuando una gramínea continúa creciendo luego de la emergencia de la inflorescencia, la digestibilidad puede caer hacia valores menores al 60 por ciento. Sin embargo el pastoreo periódico o continuo, mantiene los componentes de la pastura en un estado de crecimiento fisiológicamente joven, esto explica la menor disminución de la digestibilidad en pasturas bajo corte en comparación con las que se les permitió crecer sin cortes ni pastoreo.

En este sentido Chaparro (1995) evaluando para *Pennisetum purpureum* frecuencias e intensidades de pastoreo, concluyó que el menor valor de materia seca cosechada se observó para los tratamientos más frecuentes (pastoreo cada tres semanas) e intensos (10 centímetros remanentes) como resultado de una pérdida importante en el vigor de las plantas.

En un estudio efectuado por Páez et al., citados por Del Pozo (2001), donde evaluaron diferentes frecuencias (15, 30, 45 y 60 días) y alturas de cortes (20, 40 y 60 cm) y su efecto en el crecimiento y distribución de la biomasa aérea de *Panicum maximum*, se señaló que las alturas remanentes de 40 y 60 cm. proporcionaron una mayor fracción residual de hojas y por ende un área fotosintéticamente activa y una menor movilización de fotoasimilados desde las raíces.

En resumen, diferencias importantes en la producción de forraje para especies tropicales son atribuidas al manejo del pastoreo. Disminuciones en la productividad son citadas por Humphreys (1991) como consecuencia de altas defoliaciones que reducen al área foliar fotosintéticamente activa para el rebrote, afectando también las reservas orgánicas en la base de los tallos provocando que la recuperación pos pastoreo sea más prolongada en el tiempo y acentuándose todavía más en condiciones de déficit hídrico.

2.2.2 Utilización

La eficiencia de pastoreo o utilización, es definida por Hodgson (1979) como el forraje consumido expresado como una proporción de la biomasa acumulada o disponible.

Un aumento en la intensidad del pastoreo acarrea un aumento en la eficiencia de cosecha del forraje, pero como eso también implica una disminución en el IAF y, consecuentemente, una menor intercepción de luz, la eficiencia de producción de forraje disminuye (Smetham, 1990), en relación a esto, Romero (2003) sostiene que cuando se pastorea más alto, se produce una fuerte disminución en la calidad, y esto repercute, además, en un menor aprovechamiento (menor eficiencia de utilización) y producto animal.

Vaz Martins (2003) afirma que la baja utilización es una característica de los verdeos de verano, debido a la altura y al peso del material residual. Una alta utilización se obtendría con una mayor carga animal, a expensas de una menor ganancia individual y una menor capacidad de rebrote de la pastura.

Este mismo autor, en experimentos sobre pastoreo de sorgo, con tratamientos altos (entrada a 100 cm) y bajos (entrada a 60 cm) manteniendo un remanente de 15 cm. para ambos, encontró un porcentaje de utilización levemente superior para el tratamiento bajo (57 % vs. 49 %).

2.2.3 Estructura

La morfología y estructura de una pastura pueden cambiar rápidamente en respuesta a cambios en el manejo (Hodgson, 1990), a su vez la estructura del canopeo modifica el comportamiento en pastoreo y éste se vuelve a adaptar como consecuencia del cambio en la pastura, lo que hace la complejidad en la interacción pastura animal (Sollenberger y Burns, 2001).

2.2.3.1 Contribución de macollas basales y axilares

Los meristemas basales se ubican en los nudos basales de macollas y tallos, generalmente a nivel del suelo, y los axilares se ubican en las axilas de las hojas y originan macollos en etapas vegetativas e inflorescencias en la etapa reproductiva.

Carámbula (2007) afirma que la velocidad de macollaje depende de la velocidad de aparición de hojas, y ésta es en parte afectada por el manejo, en este sentido Lemaire y Chapman (1996) observaron en raigrás perenne que mientras en pastoreo rotativo la velocidad de aparición de hojas y su tamaño era mayor, bajo pastoreo continuo encontraron mayor población de macollas, lo que provocó que no hubiera diferencias en la cantidad de hoja total.

Debido a la dominancia apical, mientras las plantas se encuentran en estado vegetativo los meristemas apicales de las macollas más desarrolladas controlan la aparición de macollas hijas, por lo que uno de los factores que intensifica el macollaje es la eliminación de la dominancia que ejerce el meristema apical sobre las demás yemas de la planta, estimulando el macollaje axilar y contribuyendo a la recuperación y mayor productividad de la pastura (Langer, 1981).

Gabard y Russi (2005) encontraron para sudangrass que la cantidad de tallo remanente estaba altamente correlacionada con la producción de hoja, determinando que al aumentar la cantidad de tallo en el remanente aumente la producción de hojas, explicado por el menor costo energético del rebrote desde yemas axilares en tratamientos con remanentes altos de 45 y 60 cm.

Experimentos realizados en *Pennisetum spp* por Macoon et al. (2002), en los que se evalúa el efecto del manejo de la defoliación sobre el macollaje y la producción de forraje para diferentes genotipos, mostraron que el número de macollos está afectado por el genotipo, el ambiente y algunas veces por el manejo de la defoliación. Los resultados mostraron que cuando se pastoreó cada seis semanas no hubo diferencias en el número de tallos por planta para rastrojos de 20 y 40 centímetros, y en cambio cuando se pastoreó cada doce semanas existieron diferencias significativas de un 38 por ciento a favor del tratamiento con remanente de 20 centímetros. Los tratamientos pastoreados cada 12 semanas presentaron un 25 por ciento menos tallos por planta independientemente del remanente, lo que indica una interacción entre la frecuencia y la intensidad de pastoreo pudiendo determinar o no diferencias en la producción de forraje para distintas intensidades según la frecuencia de pastoreo utilizada.

Esto concuerda con lo reportado por Lemaire y Chapman (1996), quienes afirman que las plantas tienden a incrementar la producción individual de tallos cuando la presión de pastoreo aumenta, como forma de mantener el equilibrio entre los recursos asimilados y disponibles.

Según Jaques, citado por Gabard y Russi (2005), los cortes de sudangrass entre 50cm y 60cm. dejan mayor número de yemas axilares para el posterior rebrote y la acumulación de reservas.

2.2.3.2 Relación hoja / tallo

Hodgson y Da Silva (2004) aseguran que el manejo de especies tropicales y subtropicales estuvo basado en intervalos fijos entre defoliaciones

además de cargas fijas, bajo estas circunstancias, el forraje se caracterizó por tener elevada proporción de tallos, con una baja relación hoja/tallo.

Edwards et al. (1971) reportaron que la composición morfológica estuvo mas relacionada con la altura del forraje que con el manejo del pastoreo, y que la digestibilidad de la materia seca es directamente proporcional al porcentaje de hojas e inverso al porcentaje de tallos, y que la digestibilidad de estos últimos decrece mucho más rápido que la digestibilidad de la materia seca de hojas.

Gontijo (2003) afirma que la relación hoja / tallo es una variable importante para caracterizar la estructura de la pastura y su calidad, esta relación depende de la altura del remanente, tiempo entre defoliaciones, y estado fenológico del cultivo. A su vez encontró para sorgo forrajero relaciones H/T del forraje disponible de entre 0,69 y 0,89 en las que no se encontraron diferencias entre los distintos híbridos evaluados.

Espinoza et al. (1992), evaluando distintos cultivares de sorgo bajo corte encontraron para el forraje disponible de 45 cm de altura una relación hoja / tallo máxima de 3 y mínima de 2, encontrando además una correlación alta y negativa entre la altura disponible y la relación hoja /tallo.

Carámbula (2007) encontró en plantas de sorgo de 60 cm de altura una constitución porcentual promedio de 68, 46, 9 y 7 % para lámina, vaina, tallos y ápices.

Trabajos realizados en el país recientemente por Vaz Martins (2003) donde se evaluaron características de tres sorgos diferentes en dos manejos contrastantes de entrada al pastoreo los cuales consistieron en bajo (60 cm) y

alto (100 cm) con igual remanente, ambos 15 cm, arrojan resultados similares a otros trabajos. En primer lugar, la producción de forraje fue menor en el manejo bajo pero de mayor calidad y con una relación hoja/ tallo del forraje disponible significativamente mayor (0,74 vs. 0.55, para sorgo híbrido), la superioridad en la relación hoja / tallo se manifestó también en el forraje remanente. El forraje remanente además presentó una relación hoja/tallo significativamente menor al disponible lo que indica un pastoreo selectivo ya que la mayor proporción del forraje consumido por los animales estuvo constituido por hojas.

A medida que se dejan remanentes mayores, el peso específico de los tallos aumenta, determinando que los tallos sean el componente principal del disponible a medida que aumenta la altura del residuo. En este sentido se registraron coeficientes de correlación altos y negativos ($r = - 0.97$, $P = 0.0001$) entre la disponibilidad de materia seca de tallo y la relación hoja / tallo, lo que provoca que la relación hoja/tallo disminuya significativamente conforme aumenta la altura del remanente (Gabard y Russi, 2005). En el mismo experimento se determinó que el desaparecido de materia seca de hoja aumenta con la altura del remanente al igual que la relación hoja/tallo del desaparecido, debido a que el pastoreo más intenso se caracterizó por ser una pastura más densa que facilita el consumo de tallos porque estos fueron más tiernos en comparación con tratamientos que dejan residuos más altos.

Pastoreos menos intensos producen pasturas con mayor desarrollo de tallos, y una menor proporción de hojas, con mayor oferta de forraje (Gabard y Russi, 2005). De acuerdo con esto experimentos realizados en *Pennisetum purpureum* por Miranda et al. (2004) mostraron que frente a pastoreos más intensos la llegada de luz a estratos inferiores promovieron el macollaje y la densidad poblacional, sin embargo los pastoreos a mayores alturas

compensaron la producción aumentando el peso de los tallos. Similares resultados fueron obtenidos por Lemaire y Chapman (1996).

Para esta misma especie, Chaparro (1995) cita para la materia seca cosechada un porcentaje de hoja de entre 63 y 100 por ciento, tomando el mayor valor tratamientos con frecuencias de pastoreo de tres semanas e intensidades de 46 centímetros, aunque en algunos años la intensidad y la frecuencia de pastoreo no afectaron la cantidad de hoja consumida.

2.3 ATRIBUTOS DE LA PASTURA QUE AFECTAN EL COMPORTAMIENTO ANIMAL

2.3.1 Valor nutritivo

El valor nutritivo de una pastura depende del consumo de materia seca, de la digestibilidad del forraje consumido y de la eficiencia de utilización del mismo (Raymond, citado por García et al., 2008).

Smetham (1985) considera al nivel de digestibilidad como el principal determinante del consumo de forraje de los rumiantes.

Los factores de la pastura que inciden sobre el consumo se pueden agrupar en nutricionales y no nutricionales. Los factores nutricionales son aquellos que afectan la cosecha o accesibilidad del forraje; por ejemplo disponibilidad y estructura, mientras que los no nutricionales son tanto metabólicos como físicos en el rumen que impiden aumentar el consumo (Fernández y Navas, 2008).

2.3.1.1 Composición química del forraje

Las siguientes definiciones de algunas fracciones componentes del forraje son tomadas de Mieres (2004).

% Proteína cruda (PC): incluye la proteína verdadera y otros compuestos nitrogenados, medidos por el método Kjeldhal.

% Fibra insoluble en detergente ácido (FDA): Es la fracción de la pared celular del forraje que es más comúnmente incluida en los resultados de laboratorio. Incluye celulosa, lignina y sílice. Valores muy altos de FDA indican un material de baja calidad, pero dietas con contenidos menores a 20-21% de FDA pueden provocar disturbios digestivos, especialmente a nivel de rumen.

% Fibra insoluble en detergente neutro (FDN): es la porción de la muestra de forraje que es insoluble en un detergente neutro (pH 7,0). Está básicamente compuesta por celulosa, hemicelulosa, lignina y sílice, y se la nombra comúnmente como «fracción pared celular». Es un indicador de la densidad de un alimento. Las dietas formuladas con contenidos mayores a 55% pueden mostrar limitaciones en su consumo voluntario máximo.

Según Mieres (2004), el % de nutrientes digestibles totales para gramíneas se puede calcular mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{ NDT} = 92,51 - (\% \text{ FDA} \times 0,7965)$$

A continuación se presenta un cuadro con los valores promedio, resultado de varios ensayos de laboratorio de análisis químico para sorgo forrajero.

Cuadro No. 1. Composición química del sorgo forrajero

Fracción	% MS 60	% PC	% DMO	% FDA	% FDN (1)
Promedio	28,12	7,50	59,23	41,43	65,04
Desvío estándar	9,63	0,94	5,37	8.15	0,96

Fuente: elaboración a partir de datos extraídos de Mieres (2004).

MS 60: Materia seca calculada en base a secado en estufa de 60 ° (C)

(1): Datos correspondientes a Sudangrass

En lo que respecta a la FDN, los valores superan el límite según Mieres (2004) por encima del cual se restringe el consumo voluntario.

La baja productividad animal bajo pastoreo de especies tropicales está asociada a la calidad nutricional de los pastos, dado al alto contenido de paredes celulares, baja digestibilidad de las mismas, reducido contenido de proteína y alta degradabilidad de los compuestos nitrogenados que limitan la actividad ruminal, lo cual origina bajas tasas de ganancia, debido a un consumo limitado de nutrientes digestibles totales y una reducción en la eficiencia de utilización del alimento (Rojo et al., 2000).

Según Smetham (1985) tanto el contenido de fibra como el de lignina, afectan la velocidad y conclusión de la digestión de celulosa y hemicelulosas, lo que influye directamente en el consumo.

La madurez en plantas de sorgo determina cambios progresivos en su composición química que resulta en una pérdida del valor nutritivo a medida que la madurez progresa, los porcentajes de proteína y la digestibilidad disminuyen mientras que los de fibra aumentan (Wedin, 1970).

Agnusdei (2007), en experimentos que evalúan la calidad de distintas gramíneas concluye que la caída en la digestibilidad de las hojas, asociada al aumento en la edad de las mismas es muy consistente e independiente de la especie y del manejo aplicado. Es destacable la magnitud de dicha caída, con una pérdida promedio de al menos 20 puntos de digestibilidad al pasar del estado de "hoja joven", o recientemente aparecida, al estado de "hoja senescente", o en vías de finalizar su ciclo de vida. El efecto de la intensidad de pastoreo sobre la contribución de las diferentes fracciones del forraje ofrecido, de las diferentes categorías de edad de hojas y vainas (fracciones forrajeras), es modificar la contribución de dichas fracciones con un aporte significativamente mayor de aquellas de más digestibilidad en el denominado pastoreo "severo". Desde un punto de vista de manejo, hay que considerar que el proceso de envejecimiento de las hojas es progresivamente más corto en la medida en que las temperaturas aumentan.

2.3.2 Disponibilidad y estructura del forraje

Entre los factores de manejo del pastoreo, la asignación forrajera (kg.de MS/animal) es un elemento de gran importancia, a través de su efecto sobre el consumo animal (Romera et al., 2000).

La relación entre el consumo de materia seca y cantidad de forraje describe una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo, y en la misma se puede distinguir una parte ascendente, que es donde la capacidad de cosecha del animal (factores no nutricionales) limita el consumo, y donde éste se ve muy afectado por cambios en la altura o disponibilidad. En la parte asintótica de la curva los factores nutricionales, como ser la digestibilidad, el

tiempo de retención en el rúmen o la concentración de distintos metabolitos limitan el consumo (Cangiano, 1996).

McClymont, citado por Chacon et al. (1978), afirma que a medida que disminuye la altura del forraje ofrecido, los animales pasan más tiempo en pastoreo, pero la capacidad de compensar es limitada y por consiguiente la ingestión disminuye y aumenta el gasto de energía para mantenimiento disminuyendo la productividad.

La altura de la pastura es el principal factor influenciando el consumo, y en este sentido Forbes (1988) concluyó que este parámetro ejerce mayor influencia sobre el consumo que la densidad o la proporción de material verde.

De acuerdo con esto, Carvalho, citado por Fernández y Nava (2008), afirma que las características estructurales de las plantas afectan el consumo, pastos más altos pueden aumentar la ingestión de materia seca a través del aumento del tiempo de manipulación del bocado.

Vaz Martins (2003) evaluando distintos sorgos forrajeros encontró mayor consumo de forraje para los tratamientos con mayor altura al inicio del pastoreo, aunque no se tradujeron en una mejor productividad animal.

En este sentido, Hodgson (1990) determinó en experimentos con vacunos sobre especies templadas que el forraje removido aumenta en forma lineal hasta una altura de 40 cm., atribuyendo el menor consumo en pasturas bajas a la accesibilidad, por afectar significativamente la profundidad de bocado y por lo tanto el consumo.

En pasturas de gramíneas tropicales también se han encontrado relaciones semejantes con la altura de la pastura (Chacon et al., 1978). Sin embargo, estos autores prefirieron atribuir el efecto positivo de la altura sobre el consumo de forraje a la cantidad de hoja presente en la pastura.

Wade y Agnusdei (2001) afirman que existen indicaciones que tanto la tasa de consumo como el tiempo de pastoreo, y por lo tanto el consumo diario, varían con el contenido de hoja verde en la pastura, además aseguran que la relación entre el consumo y las características morfológicas de lo consumido fue señalada ya hace muchos años, aunque los mecanismos que explican esto aún no son conocidos.

La tasa de consumo como el tiempo de pastoreo sobre pasturas de gramíneas está directa o indirectamente relacionada con la morfología del pasto ofrecido e ingerido ya que el consumo diario es favorecido en pasturas con un alto nivel de hojas (Wade y Agnusdei, 2001).

En relación a esto, Chacon et al. (1978) encontraron que el consumo de forraje se correlacionó positivamente con la densidad de hojas en el estrato superior de la pastura.

El manejo del pastoreo a través de la altura es muy difundido en el mundo, por lo menos en zonas de clima templado, se basa en relaciones asintóticas entre el consumo diario, la productividad animal y la altura de pastura. Estas, a su vez, resultan de relaciones lineales entre la tasa de consumo y la altura de pastura dentro de un límite impuesto por el tiempo de pastoreo (TP). El mecanismo explicativo más aceptado en la literatura es la accesibilidad dada por la mayor altura de la pastura como determinante de un mayor peso por bocado (Wade y Agnusdei, 2001).

2.4 TIPOS DE SORGO FORRAJERO

2.4.1 Características de híbridos BMR

A pesar de que el descubrimiento del gen de nervadura marrón fue alrededor de 1931, los sorgos con esta característica no fueron usados en germoplasma comercial hasta los años '90.

El gen BMR (Brown midrib) es producto de una mutación simple, cuando el gen está presente en forma de homocigoto recesivo, se expresa dando como resultado una reducción en el contenido de lignina, reducción en la concentración de pared celular e incremento en la digestibilidad y el consumo voluntario en los rumiantes (Salas, 2006).

Esta mutación puede estar presente en cultivares de sudangrás, híbridos de sorgo dulce (*S. sacharatum* x *S. bicolor*), sorgo híbrido (*S. sudanense* x *S. bicolor*), maíz y mileto.

El sorgo híbrido BMR se obtiene por cruzamiento, presenta una coloración marrón rojiza en la nervadura central que puede ser en algunos casos indistinguible, y en otras variedades se ve fácilmente el color en nervadura y tallos, se los ha asociado en sus orígenes a menor productividad y mayor probabilidad de vuelco (por menor rigidez de la pared celular)(Marsalis, 2006).

2.4.1.1 Palatabilidad y composición química

La composición química del forraje, es uno de los principales factores en determinar la palatabilidad y en la mayoría de los casos una baja palatabilidad

se asocia con alto contenido de fibra y lignina, y con una baja digestibilidad (Valentine, 1990).

Marsalis (2006) sostiene que al ser la lignina uno de los principales componentes indigestibles del forraje, la disminución de este componente, mejora la palatabilidad y la digestibilidad en la mayoría de los cultivares, sea bajo pastoreo o en forma de reservas. En este sentido, Marsalis (2006) afirmó que los silos de sorgo con la mutación del gen BMR exhibieron valores nutritivos similares a los ensilados de maíz, de acuerdo con esto, Bianco y Mello (2004) reportaron que para similares consumos de ensilado no existieron diferencias en producción de leche entre el sorgo BMR y el maíz.

Miller y Stroup (2004) realizaron un experimento con el objetivo de determinar la palatabilidad de distintos tipos de sorgo, para lo cuál evaluaron 195 cultivares bajo pastoreo con vacas lecheras, las cuales pastoreaban libremente durante 14 días, se determinó que existe preferencia por parte de los animales a favor de híbridos BMR, ya que fueron los primeros en ser consumidos y afirmaron que esta tendencia se repite también cuando se evalúa el consumo en forma de ensilado para estos cultivares.

Bianco y Mello (2004) reportaron valores de lignina a cosecha en un híbrido de sorgo BMR, 54% menor del observado en sorgo granífero, Casler et al. (2003), Miller y Stroup (2004) citan reducciones del orden del 5 al 50 % en contenido de lignina para sudangrás BMR en comparación con cultivares sin esta característica. Sin embargo este último cita para las hojas reducciones de hasta un 25 %, Miller y Stroup (2004) encontraron valores de % LDA de 2.8 – 4.5 y de 2.7- 6.4 para sorgo BMR y no BMR respectivamente.

En un experimento realizado por Gerhardt et al. (1994) los resultados indican que efectivamente los cultivares BMR reducen el contenido de lignina (medida como Lignina Detergente Acido) en los componentes morfológicos de las plantas de sorgo, especialmente en tallos, y en este caso el cultivar de sorgo híbrido BMR presentó un 34 % menos LDA que el cultivar de sudangrás no BMR.

Varios autores, entre ellos Fritz et al. (1981), Akin et al. (1986), Oliver et al. (2005) determinaron en distintos experimentos con materiales BMR menor concentración de fibra insoluble en detergente neutro (FDN), mayor digestibilidad de la materia seca, y una reducción en la lignina que fue de entre 8 y 10 por ciento, no encontrando diferencias para este componente dentro de los distintos genes BMR.

En lo que se refiere a concentraciones de celulosa y hemicelulosa, hay algunos datos contradictorios ya que Porter et al. (1978), Fritz et al. (1981) encontraron diferencias en contenido de estas sustancias para materiales BMR y no BMR citando menor concentración de celulosa para materiales BMR, mientras que Druetto (2007), afirma que la característica BMR incrementa significativamente la digestibilidad del tallo y las hojas, debido al aumento de celulosa y hemicelulosa y reducción de la lignina. Wedig et al. (1987), Gerhardt et al. (1994) no encontraron diferencias en concentración de celulosa y hemicelulosa comparando diferentes cultivares.

Shwarz et al. (2008) en un experimento realizado bajo pastoreo de sorgo, no encontraron diferencias en la cantidad de FDN en tallo y hoja al comparar un sorgo BMR y un cultivar sin estas características, pero la digestibilidad del tallo se vio incrementada en un 13-19 % para el BMR, por lo que si el tallo es palatable el consumo de estos puede incrementarse en estos materiales.

2.4.1.2 Consumo y digestibilidad

En cuanto a valores de digestibilidad, Bean y Mccollum (2006) obtuvieron un promedio en seis años de evaluación sobre materiales BMR valores en un rango de 73% a 84% de digestibilidad, entre un 6 a 10 % mayor que los obtenidos en híbridos convencionales, similares resultados fueron obtenidos por Casler et al. (2003) quién cita un incremento de la digestibilidad de alrededor de 40 g por kg y un 30 % de aumento en consumo voluntario y productividad animal comparados con líneas no BMR.

A diferencia de estos resultados, Astigarraga et al. (2003b) no encontraron diferencias significativas para el consumo evaluado con ovinos, pero si se encontró diferencia para valores de digestibilidad, aproximadamente un 5 % mayor para el sorgo BMR, atribuyéndole este incremento a las diferencias en la composición de la fibra que permite una mayor digestibilidad de la pared celular.

Bianco et al. (2003) evaluando materiales BMR y no BMR, sus características y la respuesta en producción de leche, determinaron mayores utilidades para 2 de 3 pastoreos a favor del sorgo BMR provocando esto un mayor consumo.

2.4.1.3 Producción de materia seca

Los materiales con la mutación BMR sufren una reducción en la producción y el vigor. En maíz se encontraron reducciones de un 20 % en la producción de grano y un 16 % en la producción de forraje (Miller et al., 1983), similares reducciones en la producción de forraje para sorgo forrajero BMR

fueron encontradas por Bean y Mccollum (2006) y para Sudangrás por Casler et al. (2003)

Varios tipos de cultivares BMR pueden conducir a una menor producción de materia seca, reducción del macollaje y menor capacidad de rebrote luego del pastoreo (Pedersen et al., citados por Marsalis, 2006).

Cuadro No.2. Producción de materia seca (kg/ha) y altura de planta (cm) para tres cultivares de sorgo forrajero. Zafra 2006/2007

Hibrido	Producción de MS total acumulada (kg/ha)		Altura de planta (m)	
	<u>Época 1</u>	<u>Época 2</u>	<u>Época1</u>	<u>Época 2</u>
Supergauchazo (trc)*	12978 (102)	9736 (102)	1.03	1.33
Exp Bmr 1	12627 (99)	9778 (103)	0.99	1.30
Lucero Bmr	14102 (111)	11006 (115)	0.98	1.23

(% por encima de la media de la evaluación). Fuente: Ceretta (2007). *:

Testigo referente comercial

En el cuadro No. 2 se presentan los resultados obtenidos en la evaluación de cultivares de sorgo forrajero para la zafra 2006/2007 donde se evalúa la producción de materia seca bajo corte y altura de planta para dos épocas de siembra contrastantes (octubre vs. diciembre), en la localidad La Estanzuela (Colonia).

La producción de forraje para la época 1 se mide en base a cuatro cortes realizados mensualmente desde diciembre hasta marzo con una producción total de forraje promedio para todos los cultivares de 12700 kg /ha de MS, mientras que en la época 2 se realizan solamente dos cortes, en febrero y marzo respectivamente con una producción promedio de forraje de 9535 kg /ha de MS.

Con estos datos se deduce que posiblemente las siembras tardías reduzcan la producción de forraje y la cantidad de pastoreos posibles.

A pesar de que hay estudios que señalan a los materiales BMR como de menor producción, el mejoramiento de estas líneas a través de los años hace que hoy en día se pueda contar con cultivares de muy buena producción que llegan a superar a los híbridos comunes, encontrándose en general por encima del promedio.

Marsalis (2006) afirma que los cultivares actuales resultan del esfuerzo realizado por eliminar las desventajas presentes en las primeras generaciones de cultivares BMR, por lo que solo en algunos cultivares específicos se presente alguna de estas características.

Esto ha sido reportado en nuestro país por Bianco y Mello (2004) obteniendo un rendimiento en kg/ha de MS de 15018 y 13643 para el BMR y granífero respectivamente.

Oliver et al. (2005) evaluaron distintos materiales BMR originados por la localización del gen con este nombre, identificando diferencias en producción para los distintos genes bmr-6 y bmr-12, encontraron también diferencias

significativas para la altura a favor de los materiales no BMR y dentro de estos a favor de un gen en particular.

2.5 PRODUCTIVIDAD ANIMAL

En el verano se presentan condiciones desfavorables que pueden deprimir las ganancias de peso de los animales sobre pasturas anuales y perennes de crecimiento estival. En este momento el crecimiento de las pasturas perennes de ciclo otoño-inverno-primaveral es escaso y se produce una marcada declinación de la calidad de los mismos (Bolletta, 2005).

La utilización de sorgos bajo pastoreo directo para la producción de leche es una práctica común en la región, pero esto no sucede en cuanto al uso de estas especies para producir carne. De acuerdo con Vaz Martins (2003), ello se debería a los costos involucrados en esta práctica y a la falta de información en cuanto al potencial de producción de carne de los verdeos de verano.

Según Hodgson (1990) la producción animal depende básicamente de tres factores: crecimiento del forraje, utilización y su conversión en producto animal.

Si bien existe considerable cantidad de información de sorgo forrajero respecto al valor nutritivo en distintos estados de madurez, es escasa la información local sobre ganancias de peso producidas y selectividad en pastoreo (Panza et al., 1990).

Marsalis (2006) afirma que la productividad animal se ve afectada por la pérdida de calidad del forraje en el tiempo, lo que determina una disminución en las ganancias. Otro factor en determinar la productividad es el manejo del

pastoreo ya que cuando los animales se ven obligados a consumir tallos también disminuye significativamente la productividad, en este sentido Vaz Martins (2003) afirma que no hay relación directa entre la máxima producción de materia seca y los rendimientos en producto animal por unidad de superficie, debido a que el consumo voluntario disminuye luego de la emergencia de la panoja.

Rinaldi et al. (1994) afirman que la altura remanente es uno de los parámetros que más se relaciona con la ganancia diaria, y que los animales prefieren pastorear horizontes superiores de la pastura.

Experimentos realizados bajo pastoreo de *Penisetum americanum*, Bizcaíno et al. (2004) citan ganancias promedio para novillos de 1 kg./animal/día, Macoon et al. (2002) en trabajos realizados durante varios años en *Pennisetum* spp. bajo pastoreo con novillos, también obtuvieron ganancias de alrededor de 1 kg/animal/día.

Panza et al. (1990) evaluando novillos británicos en terminación bajo pastoreo diferido en otoño, sobre sorgo de floración tardía, encontraron ganancias promedio de 731 g/animal/día durante 40 días sin contar el período de acostumbramiento. Mayores ganancias (900 a 1200 g/animal/día) son reportadas por Chifflet de Verde et al. (1983) bajo pastoreo de sudangrás durante el verano.

Trabajos realizados en Australia por Graham et al. (1986), muestran similares resultados, obteniendo ganancias de peso pastoreando sorgo forrajero, de 936 g/animal/día para los primeros 60 días de pastoreo, disminuyendo la misma en los días posteriores obteniendo un promedio de 574/g/animal/día.

Otros trabajos realizados en sorgo forrajero bajo pastoreo con novillos por Aita et al. (1999) citan ganancias promedio de 1,12 kg/día y una ganancia total de peso vivo de 570 kg./ha durante un período experimental de 98 días de duración.

Relevamientos a nivel comercial, realizados en el país por Becoña (s.f.), muestran resultados erráticos en cuanto a las ganancias para novillos, encontrando ganancias entre 0.8 y 1.0 kg/animal/día cuando pastorean sorgo con una suplementación al 1 % del peso vivo, y ganancias que no superan los 0.350 kg/animal/día en pastoreo sin suplementación, lo que pone en evidencia que en la práctica hay fallas en el manejo general que no permiten optimizar las ganancias.

2.5.1 Productividad animal para diferentes manejos del pastoreo

El consumo y la producción animal en pastoreo aparecen correlacionados a muchos factores de origen animal y vegetal, por lo que no pueden predecirse a partir de un solo factor, pero se han obtenido buenos resultados predictivos, tales como las relaciones entre consumo y productividad, altura de la pastura, presión de pastoreo o altura remanente (Montossi, 1996).

El consumo de forraje y la productividad animal se incrementan a medida que aumenta la disponibilidad o la altura de la pastura, asociado a la facilidad con que los animales pueden cosechar el forraje, igualmente no aumenta indefinidamente ya que a determinada disponibilidad, factores nutricionales limitan el consumo (Cangiano, 1996)

En lo que respecta a la respuesta animal, trabajos realizados por Romera et al. (2000) con agropiro bajo pastoreo con vaquillonas y diferentes asignaciones forrajeras, encontraron que este parámetro afectó la ganancia de peso de los animales con diferencias consistentes entre los tres tratamientos de asignaciones 3, 6 y 10 %, y se observó un aumento en la ganancia de peso del orden de los 0.04 kg/día por cada unidad de aumento de la asignación de forraje.

Esto es corroborado por varios autores, entre ellos Chacon et al. (1978) quienes encontraron para pasturas tropicales de setaria una correlación positiva entre ganancia de peso con la materia seca ofrecida y con la cantidad de hoja del disponible.

La estrecha relación entre el comportamiento animal y el manejo de la pastura hace que se establezcan relaciones claras entre el manejo del pastoreo y la productividad animal. Una de estas relaciones establecidas por Montossi (1996) muestra como a mayor disponibilidad del rechazo se dan mayores ganancias animales, hasta una disponibilidad de 2000 kg. /ha donde las ganancias se estabilizan.

Trabajos en este sentido, realizados en el país recientemente por Vaz Martins (2003) donde se evaluaron ganancias animales y producción de carne para tres sorgos diferentes en dos manejos contrastantes de entrada al pastoreo, los cuales consistieron en bajo (60 cm) y alto (100 cm) con igual remanente, ambos 15 cm, muestran ganancias de peso vivo superiores en los manejos bajos que en los altos, el manejo bajo proporcionó ganancias de 900 g/animal/día, consideradas por los autores muy elevadas para especies tropicales, y originadas por la calidad del forraje consumido. La producción de

carne para los híbridos de sorgo fueron de 321 kg/ha para el manejo alto y 395 para el bajo con cargas de 2,2 UG/ha y 3,0 UG/ha respectivamente.

Velazco y Rovira (2008), en experimentos realizados bajo pastoreo de sudangrass, determinaron que el manejo con pasada de rotativa pospastoreo deprimió la ganancia de peso vivo de los animales, siendo estos valores 1,005 a 0,635 kg/animal/día, para tratamientos sin y con pasada de rotativa pospastoreo.

2.5.2 Productividad animal consumiendo materiales BMR

Las características de cultivares BMR en cuanto a digestibilidad, consumo y calidad hacen pensar que se pueda relacionar a estos materiales con una mejor productividad animal, ya sea en ganancias de peso o en producción de leche en comparación con cultivares no BMR.

Algunos experimentos realizados en este sentido se citan a continuación:

- Bianco y Mello (2004) encontraron diferencias significativas de un 5 %, a favor del híbrido BMR para la producción de leche (19,9 vs. 19,1l), y leche corregida por grasa, los autores concluyen que esta superioridad se explicó por el mayor consumo de materia seca digestible para el período estudiado, dado por una mayor utilización y mejor digestibilidad.
- En experimentos bajo pastoreo, Miller y Stroup (2004) encontraron que el Sudangrás BMR produjo 2,4 kg más de leche por hectárea que el Sudangrás común, atribuido por los autores a la mayor calidad del forraje cosechado.

- Mccollum (2007) encontró una superioridad de 12 % en ganancias diarias para novillos en pastoreo consumiendo sudangrás BMR.
- Shwarz et al. (2008) encontraron un aumento en la ganancia diaria kg./animal/día de novillos de 40 % para el cultivar BMR (0,496 kg/animal/día vs. 0,303 kg/animal/día).

En general la mayor productividad animal encontrada bajo pastoreo de sorgo BMR o en su consumo como ensilado, se atribuyen principalmente a la calidad, digestibilidad y a un aumento en la cantidad de forraje consumido por mayor palatabilidad.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

El experimento se realizó en la estación experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay (32° 20' 9'' de latitud sur y 58° 2' 2'' de longitud oeste).

3.2 SUELO

El experimento fue realizado sobre suelos Brunosoles Éutricos Típicos de textura limo arcillosa, con Solonetz como suelo asociado, perteneciente a la unidad San Manuel localizada dentro de la formación Fray Bentos. El relieve es de lomadas suaves y pendientes moderadas (Durán, 1985). Según la nueva clasificación de Suelos Soil Taxonomy, los mismos pueden ser caracterizados como Argiduales típicos, encontrándose Natrudoles como suelos asociados.

3.3 PERÍODO y MATERIAL EXPERIMENTAL

El período de evaluación se extiende desde el 29 de noviembre de 2007 (siembra) al 18 de abril de 2008.

Se sembraron los Bloques I, II y III el 29 de Noviembre de 2007 con 20 kg/ha de Sorgo forrajero (*Sorghum sudanense* x *Sorghum bicolor*) cv. Candy Graze (BMR) y 20 kg/ha de cv. Supergauchazo. El Bloque IV se sembró el 14 de diciembre de 2007 también con 20 kg /ha de semilla para ambos materiales.

La siembra se realizó sobre una pradera vieja como antecesor, con una aplicación de herbicida a la siembra de 1,2 l/ha de DUAL (alfa metolaclor) + Concep (protector) y 1.4 kg/ha de Atrazina.

Se fertilizó a la siembra con 100 kg/ha de 18-46-46-0, sin refertilizaciones posteriores.

3.4 TRATAMIENTOS

Los tratamientos consisten en la evaluación de dos materiales y dos manejos contrastantes del forraje remanente pos pastoreo:

Los materiales:

- Sorgo forrajero BMR cultivar Candy Graze (BMR).
- Sorgo forrajero cultivar Supergauchazo (SG).

Los manejos del remanente:

- Con rotativa pospastoreo (ALTO).
- Sin rotativa pospastoreo (BAJO).

Los tratamientos según las distintas combinaciones de materiales y manejos del remanente se denominaron:

- BMR ALTO
- BMR BAJO
- SG ALTO
- SG BAJO

3.5 CROQUIS DEL EXPERIMENTO

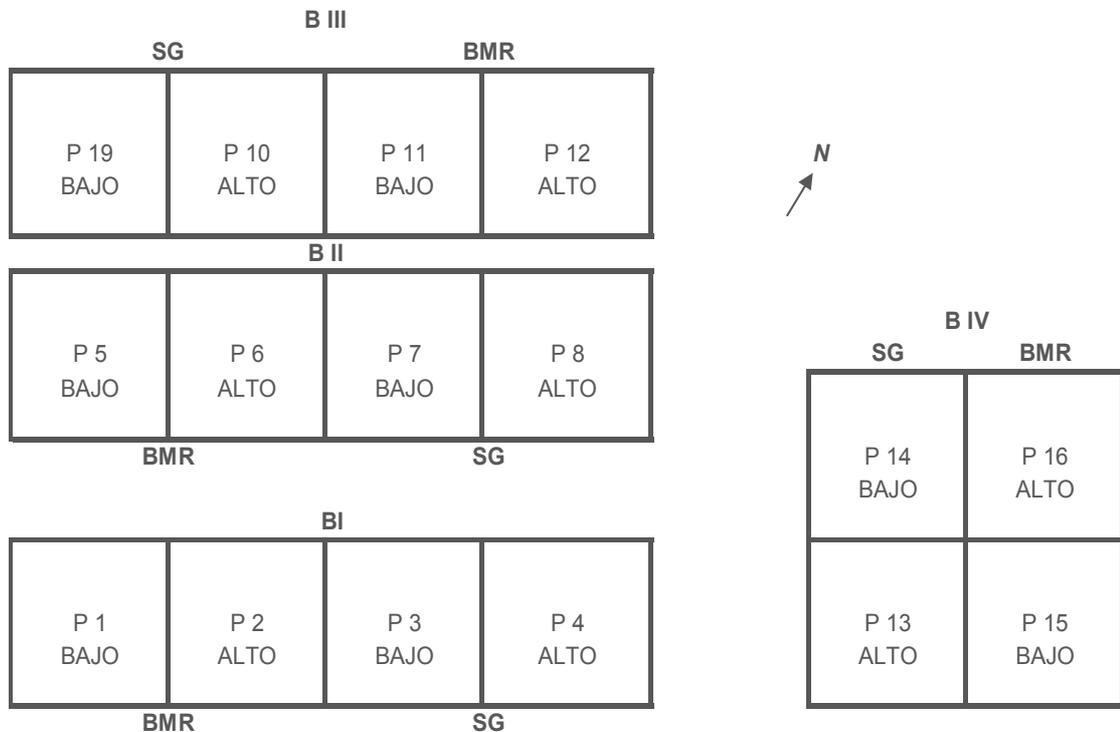


Figura No.1. Croquis del experimento. Referencias:(P) Parcela; (B) Bloque.Área promedio de parcela 0,35 ha.

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue de parcelas divididas con arreglo factorial de 2 x 2, en un total de cuatro bloques dentro de una área experimental de 5,6 ha. Primero se sortearon los materiales para cada uno de los bloques,

conformando la parcela mayor, y posteriormente se sortearon dentro de cada material en cada bloque, los distintos manejos del remanente.

La unidad experimental (parcela) es una combinación de cultivar y manejo y el modelo estadístico corresponde a:

$$Y_{ijkl} = \mu + \beta_t + \alpha_j + \varepsilon_{(a)} + \tau_k + (\alpha\tau)_{jk} + \varepsilon_{(b)} + \lambda_i + (\alpha\lambda)_{ji} + (\tau\lambda)_{ki} + (\alpha\lambda\tau)_{jki} + \varepsilon_{(c)}$$

Donde:

Y = Variable estudiada

μ = Media de la población conceptual

β_t = Efecto bloque $t = 1, 2, 3, 4$

α_j = Efecto del j-ésimo material $j = 1, 2$

ε_a = Error a, parcela grande.

τ_k = Efecto k-ésimo manejo $k = 1, 2$

$(\alpha\tau)$ = Interacción entre material y manejo

ε_b = Error b, parcela chica.

λ_i = Efecto del i-ésima semana $i = 1, 2, 3$.

$(\tau\lambda)_{ki}$ = Efecto de la interacción manejo por tiempo

$(\alpha\lambda)_{ji}$ = Efecto de la interacción material por tiempo

$(\alpha\tau\lambda)_{jki}$ = Efecto de la interacción triple

ε_c = Error c.

El análisis estadístico se realizó mediante el programa SAS, las salidas de este programa muestran el análisis de varianza para los parámetros estudiados y sus interacciones, cuando existe significación en este análisis se realiza además el test de tukey al 5 %. En algunos casos se utilizaron covariables, y el efecto bloque se consideró un efecto aleatorio.

3.7 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

3.7.1 Manejo de la pastura

Se realizaron tres pastoreos para los bloques I,II y III, y dos pastoreos en el bloque IV. Los pastoreos se ubican temporalmente dentro de los siguientes períodos:

- Primer Pastoreo: 18 de enero al 5 de marzo de 2008.
- Segundo Pastoreo: 5 de marzo al 7 de abril de 2008.
- Tercer Pastoreo: 7 de abril al 18 de abril de 2008.

Cada parcela fue pastoreada en forma rotativa con un promedio de 8 novillos Holando, con un peso promedio de 333 kgP.V al inicio del experimento en un rango de variación de 200 a 580 kgP.V

Las UG/ha instantáneas para cada tratamiento fueron las siguientes:

Cuadro No. 3. Carga (UG/ha) instantánea promedio para cada tratamiento.

Tratamiento	BMR A	BMR B	SG A	SG B
UG/ha	20.0	17.7	20.0	19.0

Luego de cada pastoreo, en el caso de los tratamientos bajos se pasó rotativa, dejando el rastrojo a una altura media de 14 centímetros.

3.7.2 Manejo animal

Los animales se mantuvieron pastoreando únicamente sorgo forrajero durante los 90 días del período experimental, permaneciendo cada lote de animales en el tratamiento asignado desde el inicio.

Los novillos se dosificaron cada 45 días para parásitos internos y se los llevaba a los bebederos para tomar agua todos los días a las 11 horas aproximadamente.

3.8 DETERMINACIONES REALIZADAS

3.8.1 Características de las semillas sembradas

3.8.1.1 Germinación

Se realizó, mediante el uso de un germinador, la capacidad germinativa de la semilla para cada cultivar a los 4 y 9 días.

Cuadro No. 4. Porcentaje de germinación a los 4 y 9 días.

<i>Cultivar</i>	<i>% Germinación</i>	
	4 días	9 días
SG	69	75
BMR	53	53

3.8.1.2 Peso

Se calculó el peso de cien semillas promedio para cada cultivar, pesando tres repeticiones de cien semillas de las que fueron sembradas.

El peso promedio de 1000 semillas fue de 19,83 g. y 25,83 g. para Supergauchazo y Candy graze respectivamente, al sembrarse 20kg/ha de semilla, fueron sembradas 76 y 41 semillas viables / m² para SG y Candy graze respectivamente.

3.8.2 Implantación

El día tres de enero de 2008, 35 días pos siembra para los bloques I,II y III, y 20 días pos siembra para el bloque IV, se recorrió la chacra y se relevo la cantidad de plantas/ m lineal para cada uno de los cultivares en todos los bloques, lo que permitió mediante el número de semillas viables sembradas por metro cuadrado, conocer el porcentaje de implantación.

3.8.3 Determinaciones previo a cada pastoreo

3.8.3.1 Altura del forraje disponible

En cada parcela se realizaron 25 lecturas de altura al azar, midiendo al punto más alto de contacto de la planta (hoja o tallo) con la regla.

3.8.3.2 Numero de nudos del disponible

Se realizaron lecturas del número de nudos por planta para 10 tallos de cada parcela.

3.8.3.3 Disponibilidad de forraje

Se determina la disponibilidad de cada parcela mediante el método del doble muestreo (Haydock y Shaw, 1957) con un cuadrado de 50cm x 50cm.

Previo y posterior a cada pastoreo se cortaron 7 cuadrados por parcela, uno alto, uno bajo y el resto promedios, previo a estos cortes se realizó una lectura de 3 alturas dentro del cuadrado y se registró el porcentaje de maleza en peso seco dentro del mismo mediante estimación visual.

Los cortes de forraje se realizaron al ras del suelo e incluyeron malezas. Con estos cortes se generó una regresión altura/biomasa, utilizándose la ecuación para determinar la cantidad de biomasa disponible. Posteriormente al corte se realizaron 25 determinaciones de altura de la pastura como fue explicado en el ítem 3.8.3.1, la altura promedio se integró a la ecuación para calcular la biomasa disponible previa al pastoreo.

En el laboratorio se pesó cada muestra en verde para obtener la disponibilidad total por hectárea y luego se dividió cada muestra en dos submuestras de tamaño similar.

Una de las submuestras, se pesó en verde y se secó en estufa a 60° por dos días aproximadamente, y luego se pesó seco, lo que permitió determinar el porcentaje de materia seca.

3.8.3.4 Composición botánica

La restante submuestra se separó en tallo, panoja, hoja y maleza luego se secó en estufa a 60°, lo que permitió determinar la relación entre estos componentes, y la contribución de cada componente al disponible.

3.8.4 Determinaciones luego de cada pastoreo

3.8.4.1 Altura remanente y pos rotativa

Se obtuvieron 25 lecturas de altura, medidas en el punto más alto de contacto con la regla. También se midió la altura luego de la rotativa para el caso de los tratamientos bajos, con el mismo criterio.

3.8.4.2 Nudos del remanente

Se realizaron lecturas del número de nudos por planta para 10 plantas de cada parcela.

3.8.4.3 Forraje remanente

Se determinó de igual forma al especificado en el ítem 3.8.3.3 pero posterior a la salida de los animales de cada parcela.

3.8.4.4 Composición botánica

La restante submuestra se separó en tallo, panoja, hoja y maleza luego se secó en estufa a 60°, lo que permitió determinar la relación entre estos componentes, y la contribución de cada componente al remanente.

3.8.4.5 Forraje desaparecido

Se calcula mediante la diferencia entre la cantidad de forraje disponible en cada pastoreo menos la cantidad de forraje remanente de dicho pastoreo ajustado por la tasa de crecimiento durante los días de pastoreo.

3.8.4.6 Producción de forraje

Se calcula mediante la diferencia entre la cantidad de forraje disponible en cada pastoreo menos la cantidad de forraje remanente del pastoreo anterior.

3.8.5 Calidad del forraje

Para muestras correspondientes al segundo pastoreo del bloque IV, tanto disponible como remanente, las muestras a las que se les realizó materia seca, fueron molidas y enviadas a laboratorio. El análisis de laboratorio determinó las fracciones proteína cruda, cenizas, fibra detergente ácido, fibra detergente neutro y lignina detergente ácido todas como % de la materia seca total. La metodología empleada para el análisis es la descrita en la pág.22.

3.8.6 Determinaciones en animales

Se realizaron cuatro pesadas de todos los animales en las siguientes fechas, con el fin de evaluar la ganancia individual y la producción de carne para cada tratamiento.

- 17 de enero de 2008.
- 22 de febrero de 2008.
- 31 de marzo de 2008.
- 16 de abril de 2008.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE

4.1.1 Temperatura

Las temperaturas mínimas registradas durante la siembra y emergencia fueron entre 5 y 10 °C lo que pudo afectar la germinación y la emergencia.

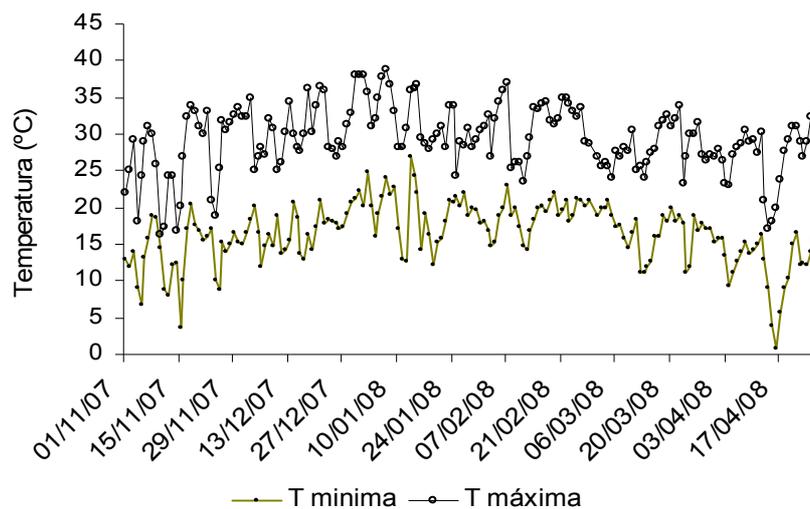


Figura No. 2. Temperatura mínima y máxima diarias para el período noviembre 2007 / abril 2008, Paysandú.

El período final del 3er pastoreo se caracterizó por la presencia de bajas temperaturas con heladas lo que impidió la realización del pastoreo en el último bloque, estas temperaturas detuvieron el crecimiento del forraje, ya que esta especie es citada como muy sensible a muy bajas temperaturas (Figura No.2)

Exceptuando casos anteriores, las temperaturas durante el período de crecimiento fueron adecuadas.

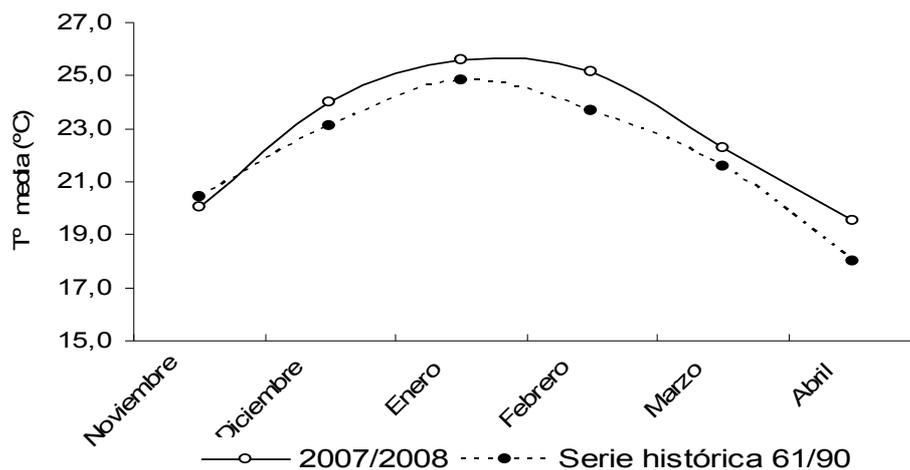


Figura No. 3. Temperatura media ($^{\circ}$ C) para el periodo noviembre-abril 2007/2008 y serie histórica 1961/1990 en Paysandú.

La figura No. 3 muestra que el período experimental se caracterizó por temperaturas medias mensuales mayores que las reportadas en la serie histórica, principalmente en los meses más calidos.

4.1.2 Precipitaciones

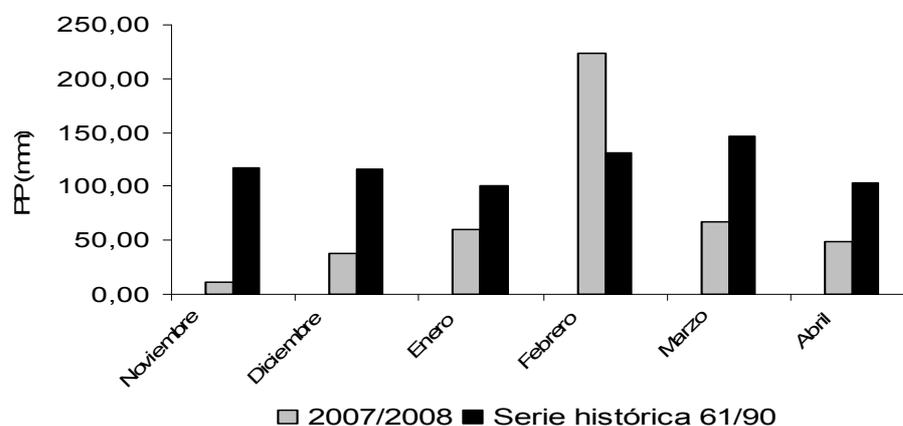


Figura No. 4. Precipitaciones ocurridas entre 1/11/07 y el 29/04/08 y serie histórica de precipitaciones de 1961 hasta 1990, en Paysandú

Como se observa en la figura No.4, el período experimental se caracterizó por meses secos, con precipitaciones muy por debajo de la serie histórica a excepción del mes de febrero, en el que las precipitaciones se registraron mayormente el día 28 y 29 (164 mm) y el 1ero de Marzo 45 mm. En base a estos datos, el perfil del suelo se encontraba saturado de agua seguramente por estos días, pero el déficit posterior es inevitable frente a las pocas precipitaciones y altas temperaturas registradas.

Cuadro No.5. Precipitaciones (mm) ocurridas en la zafra 07/08 por pastoreo.

Período	Precipitaciones (mm)
Siembra a último pastoreo	389,6
Siembra a inicio de primer pastoreo	81,7
1er pastoreo	283,5
2do pastoreo	23,3
3er pastoreo	0

La ausencia de precipitaciones acompañado de altas temperaturas en el mes de marzo, en el cuál se ubica el segundo pastoreo, puede provocar disminuciones importantes en la producción de forraje repercutiendo en la productividad animal.

En resumen, se puede decir que el período experimental se caracterizó por muy altas temperaturas en el período de crecimiento de enero y febrero, un marcado déficit hídrico en marzo y abril con presencia de heladas tempranas en otoño lo que provocó en este momento una detención del crecimiento.

4.2 IMPLANTACIÓN

Se obtuvieron 16 y 15 plantas/m lineal promedio de los cuatro bloques para Supergauchazo y Candy graze respectivamente, lo que da como resultado, conociendo el número de semillas viables sembradas, una implantación de 64 % y 100% para SG y BMR respectivamente, medido 31 días pos siembra. Posiblemente la baja germinación registrada para BMR en el análisis de germinación estuvo subestimada, dando como resultado una muy alta implantación.

4.3 ALTURA DEL FORRAJE

4.3.1 Altura del disponible

En cuadro No. 6 se muestra que no existen diferencias significativas en las alturas entre parcelas al comienzo del experimento, lo que es de esperar, ya que no se aplicaron todavía los distintos tratamientos de manejo del remanente (apéndice No.1, 2 ,3 y 4).

Cuadro No.6. Altura (cm) promedio del forraje disponible para el primer pastoreo, 2do y 3er pastoreo y para todo el período.

Tratamiento	Primer pastoreo	2º y 3er. Pastoreo	Promedio
BMR B	149 a	39 c	76 a
SG B	163 a	43 bc	83 a
SG A	152 a	63 a	92 a
BMR A	159 a	61 ab	91 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos para un mismo pastoreo.

Las condiciones climáticas marcaron un comportamiento diferencial del crecimiento de la pastura para el primer pastoreo, que comprendió desde el 18 enero 2008 al 5 marzo 2008, determinando que se pasara rápidamente de un período seco a un período con lluvias abundantes (febrero) lo que produjo una rápida variación del crecimiento de la pastura, provocando una altura disponible excesiva durante el primer pastoreo.

De acuerdo con Gabard y Russi (2005), Carámbula (2007), entrar al primer pastoreo en avanzado estado de desarrollo o con la pastura en estado encañado puede generar que se acorte el ciclo y disminuya la productividad en general.

Durante el segundo y tercer pastoreo las condiciones climáticas adversas determinaron menores alturas disponibles, dado que el crecimiento de la pastura fue inferior, lo que determinó que además se redujera la carga animal inicial.

El promedio general de las alturas disponibles para todo el período es mayor a los de segundo y tercer pastoreo y no existen diferencias entre los distintos tratamientos del remanente debido a la gran influencia que ejercen las alturas al primer pastoreo en este promedio.

Los distintos tratamientos del remanente provocaron, para el segundo y tercer pastoreo, diferencias significativas para la altura disponible a favor de tratamientos altos sin pasada de rotativa (Figura No.5), sin presentar diferencias entre los materiales en ninguno de los pastoreos.

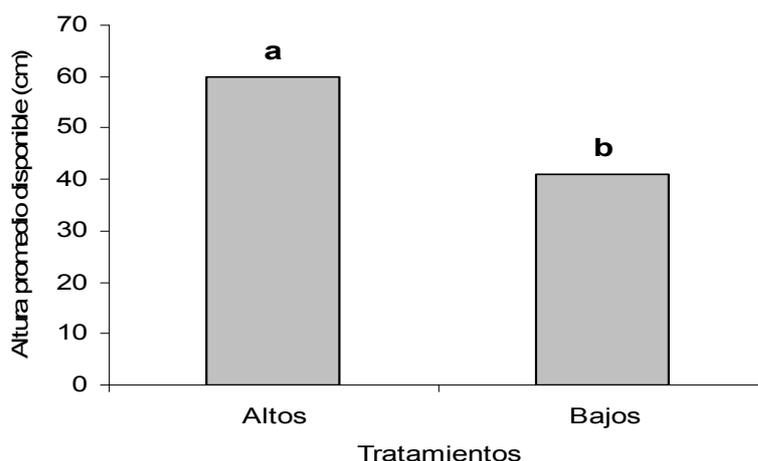


Figura No.5. Altura promedio (cm) disponible para el 2do y 3er pastoreo según tratamientos del remanente. Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 %

Menores alturas remanentes produjeron, como es de esperar, pasturas con alturas disponibles significativamente más bajas. Dejar pasturas extremadamente bajas mediante el pasaje de rotativa o pastoreo puede afectar el consumo, ya que la altura disponible es un factor altamente correlacionado con el consumo animal, y pasturas muy bajas dificultan la cosecha.

Como forma de detallar el manejo realizado, se exponen en el siguiente cuadro las alturas disponibles para cada uno de los pastoreos individuales.

Cuadro No. 7. Altura disponible (cm) al segundo y tercer pastoreo

Tratamiento	Altura disponible (cm)	
	2do pastoreo	3er pastoreo
BMR B	51.75	26.27
SGB	59.03	27.30
SG A	72.65	52.80
BMR A	75.63	44.90

La diferencia en la altura disponible entre el 2do y 3er pastoreo, es aproximadamente 20cm a favor del 2do pastoreo para todos los tratamientos en general, como resultado de una menor frecuencia de pastoreo (días), y una posible pérdida de vigor y capacidad de rebrote para el verdeo en general, al pasar del 2do al 3er pastoreo.

Comparando entre los distintos tratamientos del remanente, el tratamiento con pasada de rotativa tuvo en ambos pastoreos forraje disponible de menor altura, lo que puede provocar diferencias en el consumo debidas a la accesibilidad por parte de los animales.

La frecuencia de pastoreo expresada en días fue de 26 días promedio, variando de 37 a 15 días entre pastoreos, y de 16 a 3 días entre bloques de un mismo pastoreo, disminuyendo la misma siempre, a medida que avanzaron los pastoreos, lo que estuvo directamente relacionado con las condiciones climáticas adversas que se dieron a medida que avanzó el ciclo del cultivo.

4.3.2 Altura del remanente

Uno de los objetivos del experimento es determinar la productividad de esta especie bajo distintos manejos en relación al remanente, por lo que las alturas dejadas pos pastoreo deben ser distintas ya que forma parte del objetivo del análisis.

Las alturas remanentes de tratamientos altos y bajos, resultaron en todos los casos significativamente distintas entre ambos manejos del remanente, como muestra el cuadro No. 8 (apéndice No.5).

Cuadro No. 8. Altura remanente (cm) para cada pastoreo

Tratamiento	1er pastoreo	2do y 3er pastoreo	Promedio (cm)
BMR B	30,25 (12,5) a	16,5 (14) a	14 a
SG B	66 (13,75)a	17,4 (14) a	14 a
SG A	47,5 b	34 b	37 b
BMR A	50,5 b	32 b	36 b

Valores () = pos rotativa. Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos para un mismo pastoreo.

Si bien se evalúan las alturas remanentes pos rotativa, como principal objetivo, se puede observar en el cuadro, que una vez que se pasó rotativa en el primer pastoreo, los siguientes pastoreos dejan pasturas significativamente más bajas lo que indica un menor crecimiento en altura una vez pasada la rotativa, lo que puede ser trasladado a un pastoreo intenso, hasta que en el caso del tercer pastoreo no se llegó a pasar rotativa ya que los animales consumían hasta alturas de 14-15 cm.

Esto indica que la estructura del tapíz cambia de forma importante en cuanto a la densidad, altura y accesibilidad al forraje por parte de los animales.

Las alturas remanentes promedio para los tratamientos altos fueron significativamente diferentes y mayores que en los tratamientos con pasada de rotativa tanto para el segundo y tercer pastoreo como para todo el período, no existiendo diferencias entre materiales.

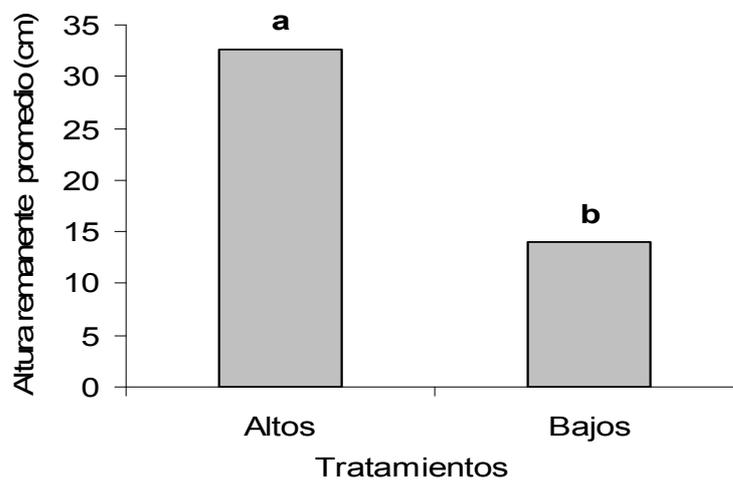


Figura No.6. Altura remanente promedio pos rotativa (cm) para tratamientos del remanente en el 2do y 3er pastoreo. Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 %

Para todo el período de evaluación, el promedio de altura remanente fue de 13 cm y 36 cm para tratamientos con y sin pasada de rotativa respectivamente, siendo significativamente diferentes.

La altura dejada pos pastoreo tiene varias implicancias productivas, entre ellas la velocidad del rebrote, es de esperar de acuerdo a los conceptos expuestos por Humphreys (1991) que tratamientos con pasada de rotativa

tengan un remanente con menor área foliar y menor cantidad de reservas para el rebrote ya que los tallos son cortados y en estos se acumulan reservas.

De acuerdo también con Del Pozo (2001) la altura de corte en las especies tropicales cumple un rol muy importante, por la influencia que estos ejercen en su comportamiento morfofisiológico y productivo, siendo un elemento determinante en la dinámica de crecimiento de los pastos por su estrecha relación con la remoción de los puntos de crecimiento y mediante el balance de carbohidratos de reservas.

4.3.3 Utilización en altura

El siguiente cuadro muestra que los tratamientos no generaron diferencias significativas en la utilización en altura durante todo el período ni durante el 2do y 3er pastoreo (apéndice No.23).

Cuadro No.9. Utilización en altura (cm) para los tres pastoreos y para segundo y tercer pastoreo.

Tratamiento	Utilización en altura (cm)	
	Tres pastoreos	Segundo y tercer pastoreo
BMR B	60 a	26 a
SG B	58 a	31 a
BMR A	60 a	26 a
SG A	54 a	24 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos para un mismo pastoreo.

La utilización en altura muestra la relación entre la altura disponible y remanente sin tener en cuenta, en el caso de los tratamientos bajos, la pasada de rotativa. En los diferentes tratamientos del remanente, no hay diferencias en la altura utilizada, por lo que importa de aquí en adelante la composición de

esta altura utilizada y la capacidad que tienen los animales de cosechar el forraje en los distintos estratos de la pastura.

De la altura disponible en el segundo y tercer pastoreo, el desaparecido medido en altura fue 65-70 por ciento en tratamientos bajos mientras que en los altos entre 38-43 por ciento, lo que indica un mayor porcentaje de utilización en altura para tratamientos con pasada de rotativa. Estos resultados no coinciden con lo reportado por Wade y Agnusdei (2001) quienes encontraron que tanto en pastoreo continuo o rotativo y con diferentes alturas disponibles alrededor de un 35 % de la altura era consumida.

4.4 NUDOS

En las siguientes figuras se muestran la cantidad de nudos presentes en la biomasa disponible y remanente durante el segundo y tercer pastoreo según tratamientos del remanente.

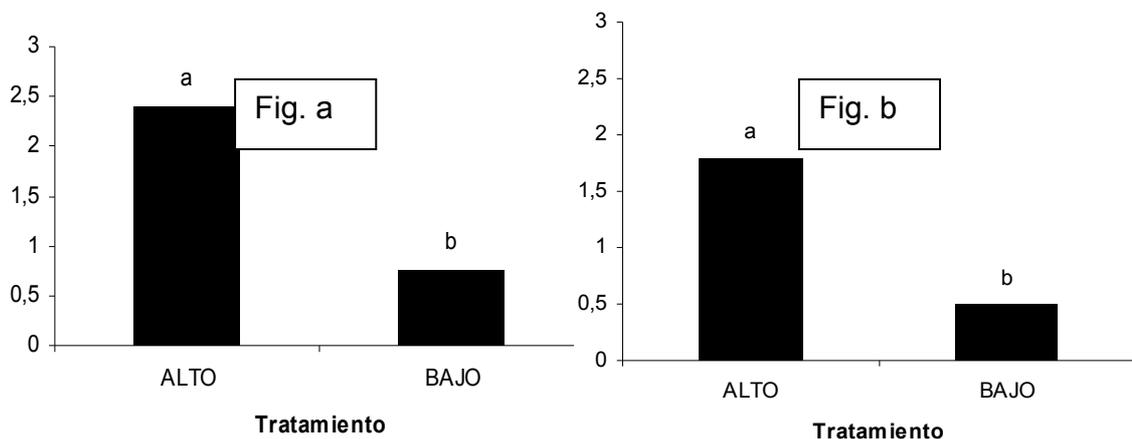


Figura No.7a.Nudos promedio del forraje disponible Letras distintas indican diferencias significativas al 5 %.

Figura No.7b.Nudos promedio del forraje remanente. Letras distintas indican diferencias significativas al 5 %.

Se observa que los tratamientos altos poseen mayor cantidad de nudos en las cañas tanto a la entrada a pastorear como en los remanentes, lo cual tendrá implicancias en el rebrote pos pastoreo.

Los nudos o yemas axilares marcan los sitios potenciales de rebrote en la planta, y como consecuencia de esto, un número mayor de nudos implica más posibilidades para el rebrote desde yemas axilares que tienen mayor preferencia dentro de la planta que las yemas basales.

Los resultados coinciden con los obtenidos por Gabard y Russi (2005) quienes afirman que uno de los factores que caracterizan a las pasturas con remanentes más altos, es un mayor número potencial de yemas axilares, lo que a su vez determina que el rebrote sea más rápido y más barato en términos energéticos, que el realizado por las yemas basales de los tallos.

El mayor remanente pos pastoreo de los tratamientos altos determinó una mayor altura disponible debido a dos aspectos, por un lado a que el punto de partida de la altura fue mayor en estos, y por otro que lado, dejó mayor cantidad de sitios de rebrote al haber más yemas axilares en los nudos, lo que determinó un rebrote más rápido y mayor crecimiento en altura (35 vs 25 cm, sin y con rotativa respectivamente).

4.5 DISPONIBILIDAD DE FORRAJE

4.5.1 Forraje disponible

4.5.1.1 Primer pastoreo

El cuadro No.10 muestra que no existen diferencias significativas al primer pastoreo en el parámetro disponibilidad de forraje, lo que es de esperar ya que no se aplicaron todavía los distintos manejos del remanente.

Cuadro No.10. Forraje disponible (kg/ha de MS) al primer pastoreo

<i>Tratamiento</i>	<i>Promedio</i>
BMR B	9918 a
SG B	10727 a
SG A	9939 a
BMR A	11152 a

Letras distintas difieren significativamente al 5 %

La elevada disponibilidad de forraje al primer pastoreo, es consecuencia de la altura con la que se ingresa en este momento, el primer pastoreo se realizó 50 días pos siembra para el bloque I, lo que provocó que bloques sucesivos acumularan grandes cantidades de materia seca, ayudado por elevadas temperaturas y relativamente buenas condiciones hídricas al momento de realizar el primer pastoreo.

4.5.1.2 Segundo y tercer pastoreo

El siguiente cuadro muestra que el forraje disponible promedio para el 2do y 3er pastoreo es significativamente diferente para el tratamiento alto y bajo

dentro del material BMR pero no existieron diferencias significativas dentro del Supergauchazo (apéndice No. 6, 7, 8 y 9).

Cuadro No. 11. Forraje disponible promedio (kg/ha de MS) para cada tratamiento al 2do y 3er pastoreo.

Tratamiento	Promedio
BMR B	1118 b
SG B	1276 ab
SG A	2157 ab
BMR A	2378 a

Letras distintas difieren significativamente al 5 %

En el 2º y 3er pastoreo, se observan las diferencias originadas por los tratamientos del remanente, dando como resultado mayor disponibilidad de forraje (kg/ha de MS) en tratamientos sin pasada de rotativa, no encontrando diferencias entre materiales, por lo que la disponibilidad de forraje en los pastoreos 2 y 3 es determinada por el manejo del remanente aplicado en cada caso.

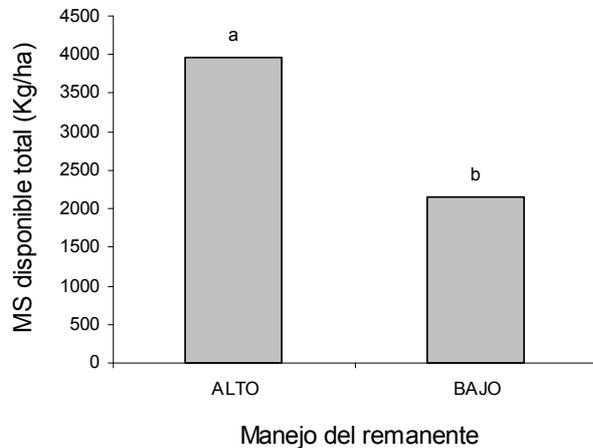


Figura No. 8. Disponibilidad de forraje total (kg/ha de MS) según tratamientos del remanente para el 2do y 3er pastoreo. Letras distintas difieren significativamente al 5 %.

La cantidad de forraje disponible promedio también presentó diferencias significativas entre los distintos manejos del remanente

Decrecimientos importantes en la disponibilidad y la producción de forraje producto del manejo del pastoreo han sido citados por varios autores, entre ellos Carámbula (1964), Edwards et al. (1971), Chaparro (1995), en general concuerdan que manejos más intensos provocan menores disponibilidades de forraje, Smetham (1985) sugiere que las pasturas que se manejan con mayor intensidad necesitan de mayor cantidad de días para llegar a la máxima tasa de crecimiento, por lo tanto rinden menos ya que tienen menor oportunidad de crecer a una tasa máxima durante un cierto período de tiempo.

Los resultados indican que, en este caso, la disponibilidad está determinada por el manejo realizado y no por la elección del cultivar, lo que coincide con Vaz Martins (2003).

4.5.1.3 Relación entre altura disponible y disponibilidad de MS (kg/ha)

La altura disponible es citada por muchos autores, entre ellos Forbes (1988), Zago (1991), Wade y Agnusdei (2001), como un indicador de disponibilidad de forraje, se considera una buena herramienta para el manejo del pastoreo mediante la estimación de la disponibilidad instantánea de materia seca (apéndice No. 52).

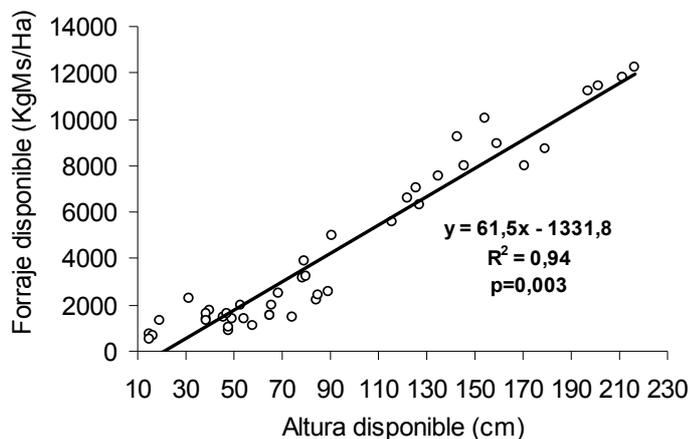


Figura No. 9. Relación entre disponibilidad de forraje (kg /ha de MS) y altura disponible (cm) para todo el período.

La figura No.9 muestra que la disponibilidad de materia seca para todo el período experimental se ajusta a un modelo de regresión lineal con la altura disponible de $Y=61,4x - 1331,8$, determinando que por cada cm. de aumento de altura correspondan 61,4 kg/ha MS de aumento en el forraje disponible promedio para todo el periodo de evaluación.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Gabard y Russi (2005) en donde un cm. de aumento en el disponible para sudangrass también equivale a 61 kg/ha de MS.

Frente a estos resultados es posible afirmar, que pasturas manejadas más intensamente, que dejan rastros más bajos y menores alturas de forraje disponible en pastoreos sucesivos, se asocien por este motivo a menores disponibilidades de forraje.

4.5.2 Forraje remanente

Así como la altura dejada pospastoreo fue distinta en tratamientos altos y bajos, la cantidad de MS remanente también presentó diferencias significativas, siendo ambos tratamientos altos diferentes de los tratamientos con pasada de rotativa (apéndice No. 16 y 19).

Cuadro No. 12. Forraje remanente (kg/ha de MS) para el 2do y 3er pastoreo.

Tratamiento	Promedio	Total
BMR B	(372) a	928 (653) b
SG B	(391) a	899 (706) b
SG A	882 b	1631 ab
BMR A	1142 b	2075 a

Valores () = pos rotativa. Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos para una misma columna.

Algunos autores, entre ellos Rinaldi et al. (1994), Bueno et al. (2004), afirman que la cantidad de MS dejada pospastoreo sería una buena herramienta de manejo del pastoreo, indicando en algunos casos óptimos remanentes para el posterior crecimiento y productividad de la pastura.

La cantidad de forraje remanente promedio para tratamientos altos se sitúa más cerca al óptimo reportado para el rebrote, según Bueno et al. (2004), igualmente ambos manejos del remanente estuvieron por debajo de este valor.

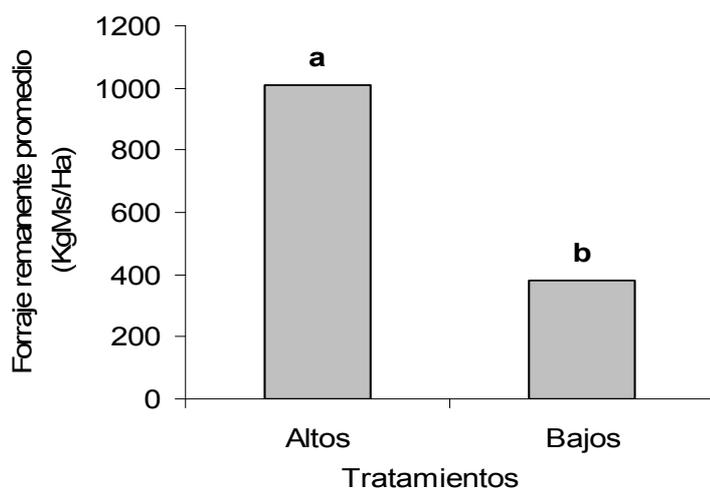


Figura No.10. Forraje remanente promedio (kg /ha de MS) según tratamientos del remanente para el 2do y 3er pastoreo. Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos

Para la cantidad de forraje remanente total también se registraron diferencias significativas (p menor a 0,05) a favor de tratamientos altos, siendo 1852 y 913 kg/ha de MS remanente total para tratamientos altos y bajos respectivamente.

Como es de esperar, remanentes más altos, equivalen a mayor cantidad de MS dejada pos pastoreo.

4.5.2.1 Relación entre altura remanente (cm) y materia seca remanente (kg/ha)

La siguiente relación surge como forma de verificar la relación que existe entre la altura remanente y la cantidad de forraje dejado pos pastoreo, como forma de comparar frente a valores reportados como óptimos.

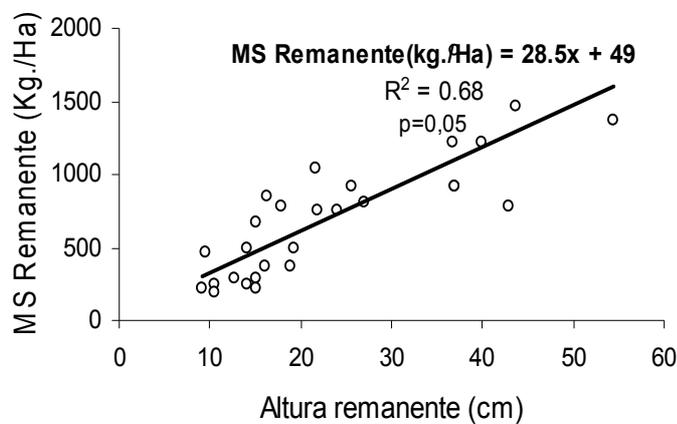


Figura No. 11. Relación entre el forraje remanente (kg/ha de MS) en función de altura remanente (cm) para el 2do y 3er pastoreo.

La cantidad de materia seca remanente se ajusta a un modelo de regresión lineal con la altura remanente para el 2do y 3er pastoreo, determinando que por cada centímetro de aumento en el remanente equivalen a 28,5 kg/ha de MS de aumento en el forraje dejado pos pastoreo (apéndice No.53).

Comparado con los resultados obtenidos por Gabard y Russi (2005), en los que cada centímetro de aumento en el remanente equivalía a 57 kg/ha de MS, el valor obtenido en este trabajo es relativamente bajo, por lo que referirse

a alturas remanentes no es suficiente para la comparación ya que la cantidad de materia seca a una misma altura remanente es diferente.

Si se considera 1700 kg/ha de MS como un rastrojo capaz de rebrotar rápidamente del área foliar, la función generada a partir de la figura No.11 nos ubica en 60cm de remanente, tres veces la altura dejada en tratamientos bajos, y cercana a la altura dejada en tratamientos altos, ésta última coincide con la altura reportada por Furlan, citado por Gabard y Russi (2005), como óptima para Sudangrass.

4.5.3 Forraje desaparecido

4.5.3.1 Primer pastoreo

El forraje desaparecido al primer pastoreo no mostró diferencias significativas entre materiales, ya que no habían sido aplicados los distintos tratamientos del remanente (cuadro No.13).

Cuadro No. 13. Forraje desaparecido (kg/ha de MS) al primer pastoreo

Tratamiento	Primer pastoreo
BMR B	4191 a
SG B	4663 a
SG A	4081 a
BMR A	4334 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos para un mismo pastoreo.

4.5.3.2 Segundo y tercer pastoreo

Romera et al. (2000) afirma que la disponibilidad o asignación forrajera es un elemento determinante del consumo animal, por lo que es esperable que el consumo sea diferente al comparar ambos manejos del remanente ya que estos determinan a su vez distintas disponibilidades de forraje (figura No.9).

No se registraron diferencias significativas en el parámetro forraje desaparecido promedio aunque si en el total, como estimador del forraje consumido para el 2º y 3er pastoreo ni para todo el período, tampoco se registró efecto del material genético (apéndice No.24 y 25).

Cuadro No.14. Forraje desaparecido (kg/ha de MS) promedio y total.

Tratamiento	Promedio 2do y 3er pastoreo	Total 2do y 3er pastoreo	Total tres pastoreos
BMR B	591 a	652 b	4842 a
SG B	757 a	705 b	5367 a
SG A	1181 a	1630 ab	5710 a
BMR A	1314 a	2075 a	6408 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos

Los distintos tratamientos del remanente, generaron diferencias significativas (p menor a 0,05) en la cantidad de MS desaparecida total para el segundo y tercer pastoreo a favor de tratamientos sin pasada de rotativa, siendo 1852 y 697 kg/ha de MS para tratamientos con remanente alto y bajo respectivamente (apéndice No.24).

Según los resultados obtenidos en la cantidad de MS desaparecida total para el segundo y tercer pastoreo, muestra una la tendencia coincidente con lo

reportado por varios autores, entre ellos Hodgson (1990) encontró que para especies templadas, el forraje removido aumenta linealmente con la altura del disponible hasta unos 40 centímetros, Vaz Martins (2003) también encontró mayor cantidad de desaparecido en tratamientos altos pero que no se tradujeron en mejor desempeño animal.

Entre materiales genéticos no se observan diferencias significativas, lo que no coincide con varios autores, entre estos Smetham (1985) afirma que el gen BMR influye directamente aumentando el consumo voluntario, lo que confirmaron luego Bean y Mccollum (2006). Los resultados en cambio, coinciden con Bianco y Mello (2004) quienes tampoco registraron diferencias en el consumo para los distintos materiales evaluados con ovinos.

4.5.3.3 Relación entre forraje desaparecido y altura disponible

La cantidad de forraje desaparecido se ajustó a un modelo de regresión lineal con la altura disponible para todo el período de evaluación y para el segundo y tercer pastoreo, la ecuación para todo el período indica que por cada centímetro de aumento en el disponible, el forraje desaparecido aumenta en 66 kg/ha (apéndice No. 47). La función lineal que representa esta relación para el segundo y tercer pastoreo (apéndice No. 58), determina que por cada cm. en aumento del disponible, el forraje desaparecido para el 2do y 3er pastoreo aumente en 44 kg/ha.

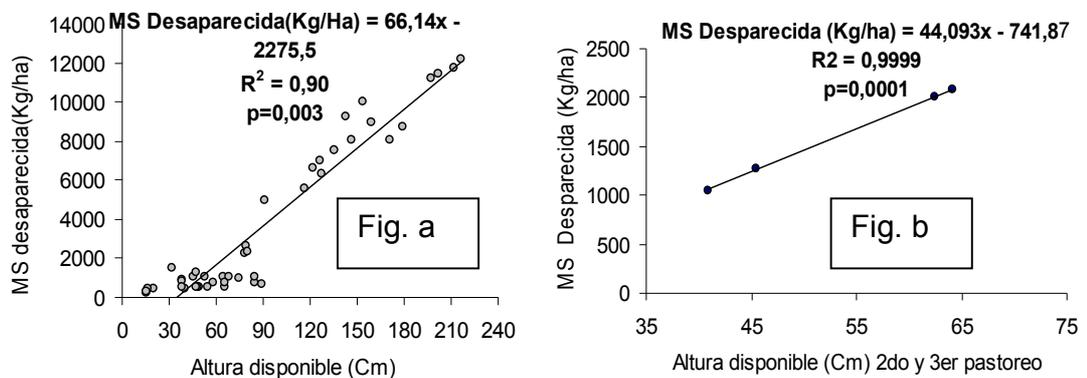


Figura No.12. a: Relación entre altura disponible (cm) y el forraje desaparecido (kg/ha de MS) para todo el período b: Relación entre altura disponible (cm) y el forraje desaparecido (kg/ha de MS) para el 2do y tercer pastoreo.

Si bien el objetivo es estudiar diferentes remanentes, estos originan de por sí distintas alturas disponibles al entrar a pastorear al mismo tiempo los distintos tratamientos, por lo que un mayor desaparecido de los tratamientos con remanentes altos puede estar asociado a su mayor altura de entrada al pastoreo.

Estos resultados afirman los conceptos que varios autores entre ellos Chacon et al. (1978), Forbes (1988), Wade y Agnusdei (2001), expresan sobre la altura disponible, además de ser un reflejo de la disponibilidad de forraje, condiciona de manera importante el consumo por parte de los animales, ya sea por cantidad disponible o por estructura del mismo, determinando que mayores alturas provoquen mayores desaparecidos de materia seca.

La altura disponible entonces, es un muy buen indicador de la cantidad de forraje disponible y de utilidad para presupuestación forrajera y ajuste de carga.

De acuerdo con Chacon et al. (1978), Forbes (1988), Wade y Agnusdei (2001), la altura de la pastura es uno de los principales factores influenciando el consumo, su alta correlación con la MS desaparecida ha sido explicada en algunos casos por la mayor accesibilidad al forraje por parte de los animales y por lo tanto mayor profundidad del bocado en pasturas más altas, Chacon et al. (1978), en cambio, prefieren atribuir la relación entre la altura disponible y el consumo a la mayor cantidad de hoja disponible asociada a pasturas de mayor altura.

Por otro lado Carámbula (1977), Chacon et al. (1978) afirman que el menor consumo en pastoreos con menor altura del disponible está explicado porque los animales pasan más tiempo en pastoreo y por lo tanto la ingestión disminuye.

4.5.3.4 Relación entre forraje desaparecido y MS disponible (kg/ha)

La materia seca desaparecida (kg/ha) para todo el período experimental se ajusta a un modelo de regresión lineal con la materia seca disponible (kg/ha), determinando que por cada 1 kg/ha en el aumento del disponible, el desaparecido aumenta en 0,5 kg /ha (apéndice No.54).

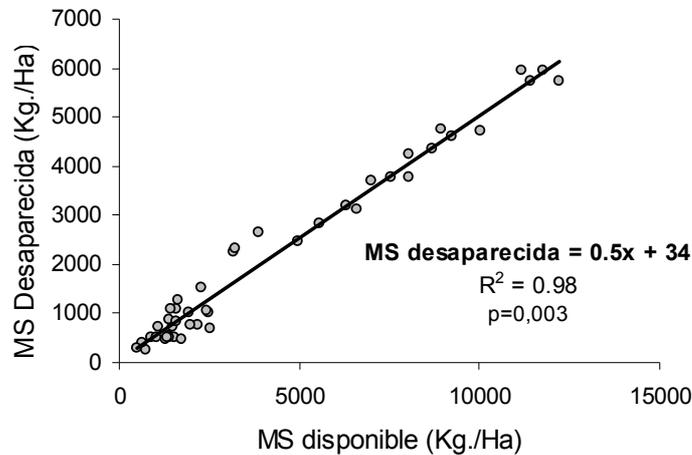


Figura No.13. Relación entre forraje desaparecido (kg/ha de MS) y forraje disponible (kg/ha de MS), para todo el período experimental.

Los resultados son coincidentes con Cangiano (1996), quien afirma que la relación entre el consumo de materia seca y cantidad de forraje describe una línea curva que tiende asintóticamente a un máximo. En la misma se puede distinguir una parte ascendente, que es donde la capacidad de cosecha del animal limitan el consumo, donde el mismo se ve muy afectado por cambios en la disponibilidad, esta parte de la gráfica es la que se puede observar en las figuras 13 y 14.

La materia seca desaparecida (kg/ha) en el 2do y 3er pastoreo, también se ajusta a un modelo de regresión lineal con la materia seca disponible (kg/ha).

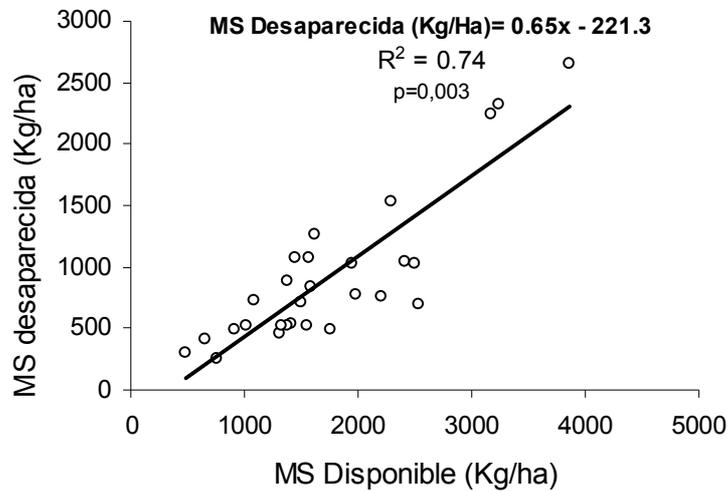


Figura No.14. Relación entre forraje desaparecido (kg/ha de MS) y forraje disponible (kg/ha de MS) para el 2do y 3er pastoreo.

La altura de entrada a pastorear y la cantidad de materia seca disponible están altamente correlacionadas entre ellas y con la cantidad de forraje desaparecido. La cantidad de MS desaparecida se asocia linealmente con ambos parámetros determinando que pasturas más altas, ofrezcan mayor cantidad de materia seca total y en estratos superiores con mayor accesibilidad y mayor cantidad de hojas, promoviendo un mayor consumo animal.

4.6 UTILIZACIÓN DEL FORRAJE

4.6.1 Porcentaje de utilización del forraje disponible

El siguiente cuadro muestra que no existieron diferencias significativas para el porcentaje de utilización del forraje disponible para el 2do y 3er pastoreo, no hay efecto del manejo ni del material genético en este parámetro.

Esto puede deberse a la variación de los datos ya que el rango encontrado en este parámetro varía entre 27 y 77 % de utilización del forraje ofrecido.

Cuadro No.15.Porcentaje de utilización del forraje disponible para el 2do y 3er pastoreo.

Tratamiento	% Utilización
BMR B	51 a
BMR A	48 a
SG B	58 a
SG A	53 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos

Los datos no coinciden con los obtenidos por Smetham (1985) quién sostiene que el pastoreo más intenso acarrea una mayor utilización por una mayor eficiencia en la cosecha de forraje. Por otro lado, Romero (2003) afirma que pastoreos con remanentes más altos provocan menores utilidades explicadas por la pérdida de calidad en dichos casos.

Al contrario de lo esperado según la información al respecto, no se registró ninguna relación entre la altura del forraje disponible y el porcentaje de utilización del forraje ofrecido para el segundo y tercer pastoreo.

4.6.2 Porcentaje de utilización de hoja y tallo

El porcentaje de utilización de las hojas se considera elevado, está indicando que de toda la hoja disponible desaparece casi un 90 por ciento, lo que provoca que el área foliar remanente sea escasa, como se observa en el cuadro No.21.

Cuadro No.16. Porcentaje de Utilización promedio de hoja y tallo según tratamientos del remanente, para el 2do y 3er pastoreo.

Tratamientos	% Útil Hoja	% Útil Tallo
Altos	89,5 a	17,6 a
Bajos	87,4 a	23,6 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos dentro de una misma columna.

El porcentaje de utilización de la fracción hoja del disponible no presenta diferencias entre los distintos manejos del remanente ni entre materiales, mientras que la utilización de los tallos es superior en tratamientos bajos ya que son más tiernos y más apetecidos lo que hace que la utilización sea considerablemente más alta en estos tratamientos, (Cuadro No.16, 17).

Cuadro No.17.Porcentaje de utilización de tallo para el 2do y 3er pastoreo.

Tratamiento	% Utilización de tallo	
	2do pastoreo	3er pastoreo
BMR B	24,3	8,6
SG B	14,9	50,7
SG A	28,3	19,6
BMR A	10,3	0,0

En promedio para el segundo y tercer pastoreo, los tratamientos sin pasada de rotativa tuvieron un porcentaje de utilización de tallo 10 % inferior comparado con tratamientos con pasada de rotativa (cuadro No.17).

Según Del Pozo (2001) la utilización de cantidades importantes de MS de tallos a edades tempranas provoca efectos negativos por poseer un contenido de reservas en las partes bajas de los tallos y raíces de la planta que no le permite un adecuado rebrote y crecimiento vigoroso después del corte o el

pastoreo, por lo que altas utilizaciones de tallo pueden estar provocando condiciones poco favorables para el rebrote.

4.7 COMPOSICIÓN BOTÁNICA

4.7.1 Composición botánica del forraje disponible

4.7.1.1 Hoja

Como muestra el cuadro siguiente, la cantidad de hoja disponible promedio en los tres pastoreos, y en los últimos dos no presenta diferencias significativas para los tratamientos evaluados (apéndices No. 13 y 14).

Cuadro No.18. Hoja disponible (kg/ha de MS). total y promedio

Tratamiento	Total 3 pastoreos	Promedio 3 pastoreos	Promedio 2º y 3er pastoreo
BMR bajo	4318 a	1570 a	589 a
SG bajo	4580 a	1666 a	606 a
SG alto	4972 a	1808 a	976 a
BMR alto	5607 a	2039 a	1096 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos

Cuando se analizan entre los distintos manejos del remanente, se observa que para el segundo y tercer pastoreo los distintos tratamientos del remanente generaron diferencias significativas para la cantidad de MS de hoja ofrecida a favor de los tratamientos altos (Figura 15).

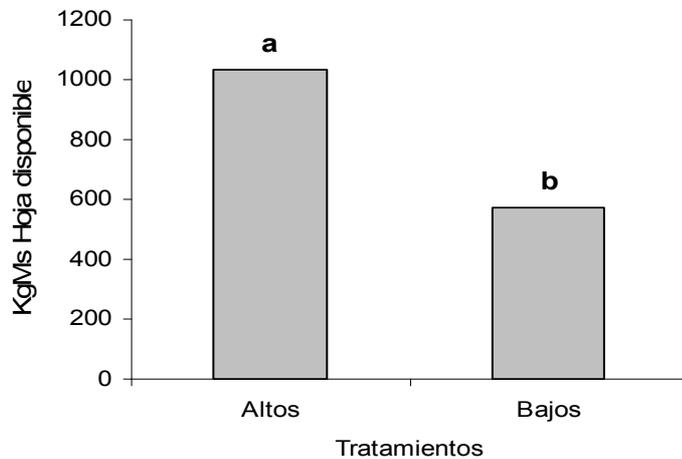


Figura No.15. Disponibilidad promedio de hoja (kg/ha de MS) según tratamiento del remanente para el segundo y tercer pastoreo. Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos.

La cantidad de MS de hoja disponible total para el segundo y tercer pastoreo también presentó diferencias significativas (p menor a 0,05), a favor de tratamientos sin pasada de rotativa, obteniéndose 1813 y 1046 kg/ha de MS para tratamientos altos y bajos respectivamente.

Una mayor cantidad de MS de hojas probablemente indique una mejor calidad del forraje ofrecido, ya que en tratamientos con remanente alto hay mayor cantidad de láminas que son la fracción más digestible de la planta.

Estos resultados coinciden con los obtenidos por Gabard y Russi (2005) quienes encontraron que los tratamientos con remanente más alto (30 a 60 cm) difirieron significativamente en la cantidad de MS de hoja disponible comparados con remanentes de 15 cm.

El contenido de hojas verdes del forraje, es según Wade y Agnusdei (2001), uno de los factores que hacen variar la tasa de consumo en pastoreo y el tiempo empleado en el mismo, independientemente de la altura y la digestibilidad, por lo que probablemente genere diferencias en la cantidad consumida y la productividad animal en pastoreo.

4.7.1.2 Tallo

Los tratamientos del remanente provocaron diferencias significativas en la cantidad de tallo disponible para todo el período dentro del material BMR (apéndices No. 10, 11 y 12).

Cuadro No.19. MS Tallo disponible (kg/ha de MS) total y promedio

Tratamiento	Total 3 pastoreos	Promedio 3 pastoreos	Promedio 2º y 3er pastoreo
BMR B	5298 a	1812,16 b	523,31 b
SG B	6484 a	2204,54 ab	629,07 ab
SG A	6650 a	2284,83 ab	1035,96 ab
BMR A	7972 a	2758,17 a	1298,30 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos

La cantidad de tallo disponible promedio para el segundo y tercer pastoreo dentro del material SG, no presentó diferencias significativas, explicado según Lemaire y Chapman (1996), porque que las plantas tienden a incrementar la producción individual de tallos cuando la presión de pastoreo aumenta, como forma de mantener el equilibrio entre los recursos asimilados y disponibles, por lo tanto varias macollas en el estrato bajo de la pastura pueden alcanzar un peso similar que pocos tallos más pesados en los tratamientos con remanente alto.

En el material BMR probablemente, los tratamientos con remanente bajo no produjeron una alta cantidad de macollas o sus tallos fueron de poco tamaño, como para igualar el peso de los tallos más desarrollados en los tratamientos sin pasada de rotativa. El macollaje ya sea en volumen o en número de tallos en los tratamientos con pasada de rotativa no llega a compensar la cantidad de tallo producida por los tratamientos con remanente alto.

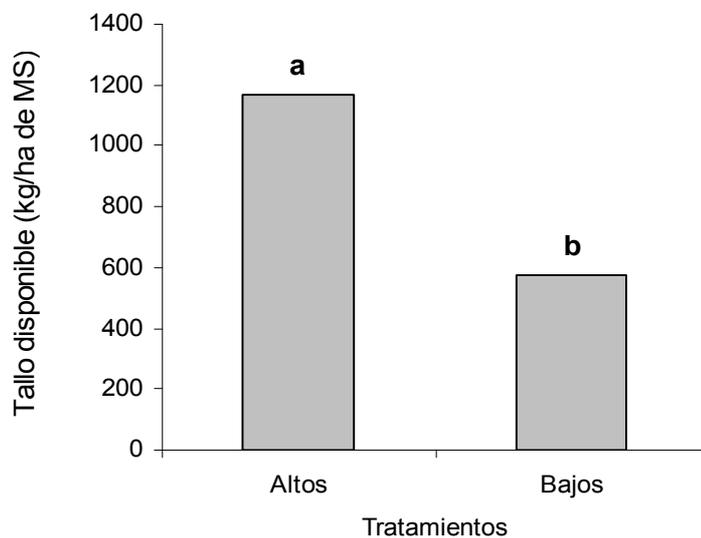


Figura No.16. Disponibilidad de tallo promedio (kg/ha de MS) según manejo del remanente para el 2do y 3er pastoreo. Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos.

En promedio para los tres pastoreos los tratamientos altos tuvieron 2521 y los bajos 2008 kg/ha de MS de tallo disponible presentando diferencias significativas (p menor a 0,05) para todo el período experimental.

La comparación entre tratamientos del remanente altos y bajos también originó diferencias significativas en la cantidad de MS de tallo disponible total

para el 2do y 3er pastoreo, a favor de tratamientos sin pasada de rotativa, obteniéndose 2050(a) y 1020(b) kg/ha de MS de tallo disponible total para tratamientos sin y con pasada de rotativa respectivamente.

La mayor cantidad del tallo en el disponible puede provocar disminución de la calidad del forraje ofrecido, aunque la mayor importancia en este sentido es atribuida a la cantidad de hoja.

No hay información que indique a la cantidad de MS de tallo disponible como un factor relevante en determinar la productividad, aunque es de destacar que mayores cantidades de este componente en el disponible tienen mayor cantidad de reservas y yemas si se dejan los tallos posterior al pastoreo.

4.7.1.3 Relación entre componentes del disponible y altura disponible

La disponibilidad total de forraje y la de sus componentes (hoja y tallo) se ajusta a un modelo de regresión lineal con la altura disponible, a medida que esta aumenta, la cantidad de hoja (kg/ha de MS) y tallo (kg/ha de MS) también aumentan.

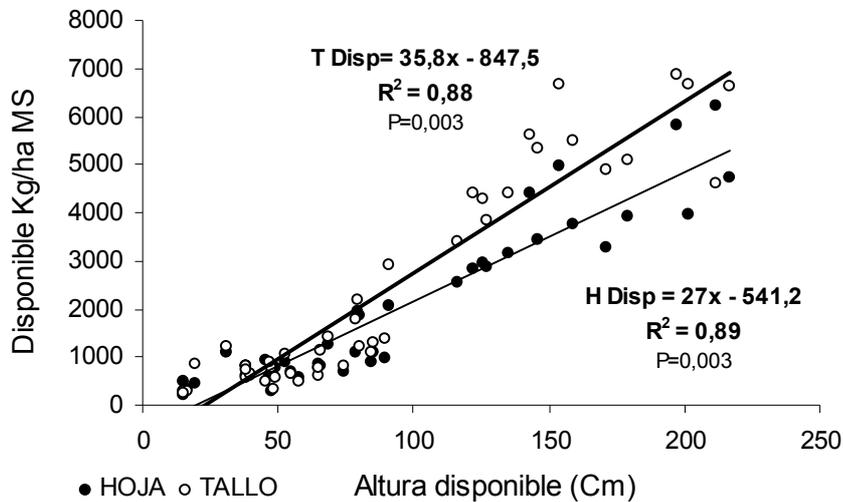


Figura No. 17. Relación entre disponibilidad de tallo y hoja (kg/ha de MS) y altura disponible (cm) para todo el período.

La figura No.17 muestra que si bien ambos componentes aumentan con la altura, es más marcado el aumento en cantidad de MS de tallo (35,8 kg/ha) que de MS de hoja (27 kg/ha), resultado que coincide en parte con Carámbula (2007), que indica que el crecimiento de la pastura luego de los 75 centímetros está dado principalmente por el crecimiento de tallos, aunque no menciona que también la hoja aumenta de forma importante (apéndices No.44 y 45).

4.7.1.4 Relación entre componentes del disponible y altura remanente

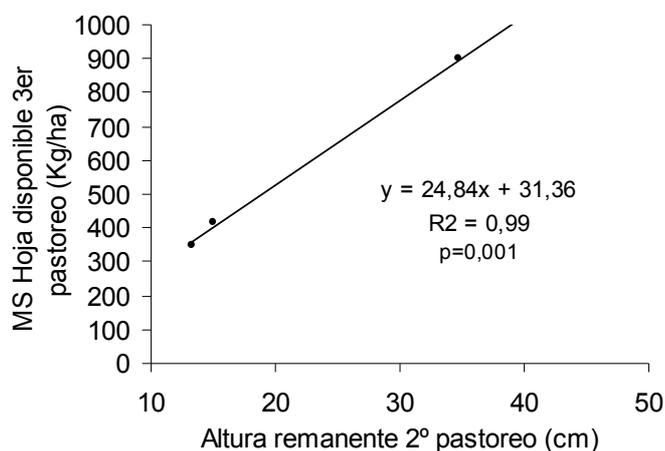


Figura No.18. Relación entre altura remanente (cm) del 2do pastoreo y disponible de hoja (kg/ha MS) al 3er pastoreo.

La cantidad de MS de hoja disponible se ajustó a un modelo de regresión lineal con la altura remanente del pastoreo anterior, pero para el 2do pastoreo en particular el modelo de regresión lineal entre la cantidad de tallo disponible y la altura remanente no fue significativo (p mayor a 0,05). Se observó un aumento en la disponibilidad de hoja cuanto mayor es la altura remanente dejada hasta 45cm (apéndice No.46). La figura No.18 muestra que por cada cm. de aumento en el remanente al 2º pastoreo la MS de hoja disponible al 3er pastoreo aumenta 24,8 kg/ha. Una mayor altura remanente trae como consecuencia una mayor cantidad de tallo pospastoreo y esta produce mayor cantidad de hoja en el siguiente pastoreo.

El hecho de que la disponibilidad de MS de hoja se relacione directamente con la altura o cantidad de remanente dejado en el pastoreo anterior, reafirma los resultados encontrados por Del Pozo (2001) donde la

altura de corte o pastoreo es un elemento determinante en la dinámica de crecimiento de los pastos, por su estrecha relación con la remoción de los puntos de crecimiento.

En este experimento tratamientos con remanentes más altos determinaron mayor número de yemas axilares en el rastrojo que produjeron mayor cantidad de hojas, lo que coincide con resultados obtenidos por Gabard y Russi (2005).

Para todo el período experimental, los distintos manejos del remanente marcaron distintas alturas del rastrojo y estas se asociaron a un modelo de regresión lineal con la producción de hoja y tallo (figura No.19).

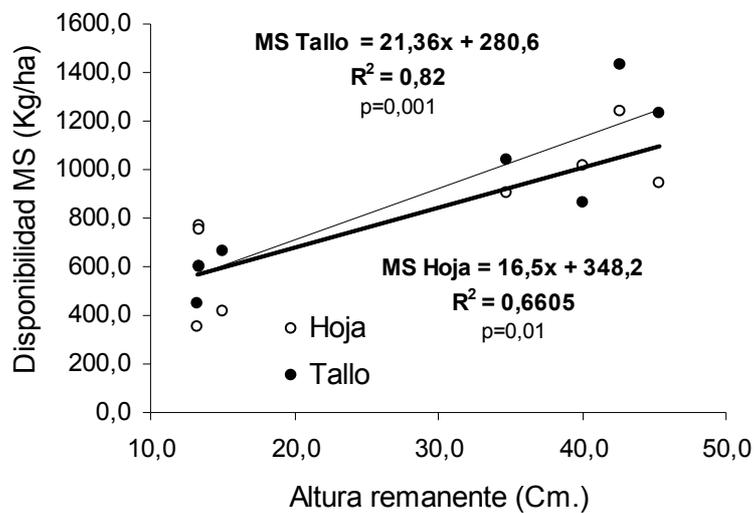


Figura No.19. Disponibilidad de MS de hoja y tallo (kg/ha) según alturas del remanente para todo el período.

La cantidad de MS de tallo que aumenta por cada centímetro de aumento en el remanente (21,36 kg/ha) es mayor que la cantidad de MS de hoja (16,55 kg/ha), al igual que para la altura disponible (apéndice No.51).

Basándose en la información presentada es posible afirmar que la altura del forraje remanente afecta directamente la producción de hoja en pastoreos siguientes. Mayor altura remanente provoca mayor cantidad de hoja disponible, debido a mayor área foliar para el rebrote y mayor cantidad de reservas y sitios de rebrote (Gabard y Russi, 2005) por menor eliminación de yemas, estos resultados cuestionan realizar el pastoreo hasta alturas de 15 cm, ya que la producción de hoja se ve fuertemente afectada y en consecuencia la producción animal.

4.7.1.5 Relación hoja / tallo (H/T)

La aplicación de los distintos tratamientos no generó diferencias significativas en la relación H/T del forraje disponible para el 2do y 3er pastoreo.

Cuadro No. 20. Relación H/T del forraje disponible

Tratamiento	Promedio 2do y 3er pastoreo	Promedio 3 pastoreos
BMR Bajo	1,93 a	1,53 a
SG Bajo	1,11 a	0,97 a
SG Alto	1,09 a	0,96 a
BMR Alto	1,02 a	0,899 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos

Los valores encontrados en este parámetro se encuentran por encima de los reportados por Vaz Martins (2003) para alturas disponibles similares, sin embargo están por debajo de los reportados por Espinoza et al. (1992) para

alturas disponibles menores. Gontijo (2003) cita a la relación H/T como un factor de importancia, aunque muy variable con el manejo y las condiciones del ambiente.

Si bien Espinoza et al. (1992) encontraron una alta correlación negativa entre la altura disponible y su relación H/T, en este caso no se observó una relación significativa entre estas variables para todo el período, aunque si se registró esta relación para el segundo pastoreo como muestra la figura 20 (apéndice No.55).

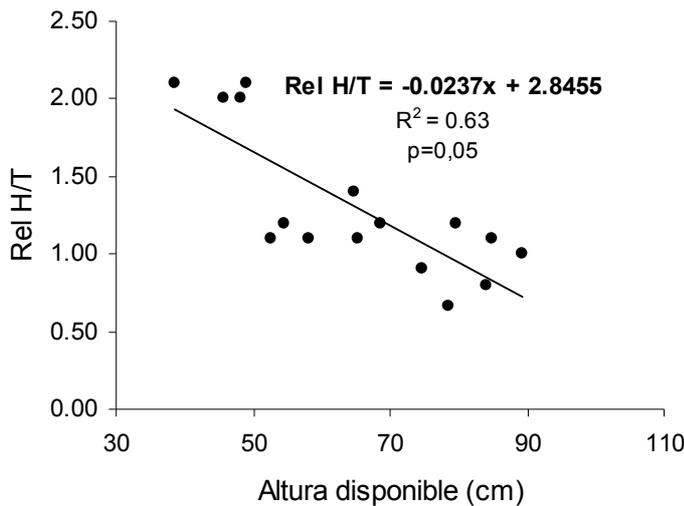


Figura No.20. Relación H/T disponible según altura disponible (cm) para el segundo pastoreo.

La relación H/T presenta, como muestra la figura No.20, una correlación alta y negativa con la altura disponible para el segundo pastoreo, lo que indica que los tratamientos con mayor altura disponible y mayor cantidad de tallo, tuvieron en consecuencia menor relación H/T, resultados coincidentes con los obtenidos por Gabard y Russi (2005) quienes afirman que a medida que se

dejan remanentes mayores, que en este caso también coinciden con mayores disponibles, el peso específico de los tallos aumenta (figura 21), determinando que éstos sean el componente principal del disponible, lo que provoca que la relación H/T disminuya conforme aumenta la altura tanto del remanente como del disponible.

La relación H/T puede no presentar diferencias ya que según Miranda et al. (2004), frente a pastoreos mas intensos en este caso con pasada de rotativa, la llegada de luz a estratos inferiores promueve el macollaje y la densidad poblacional. En el tercer pastoreo al no presentarse diferencias es probable que la cantidad de tallo producto del macollaje en tratamientos con remanente bajo provoque una proporción de tallo similar a los tratamientos sin pasada de rotativa.

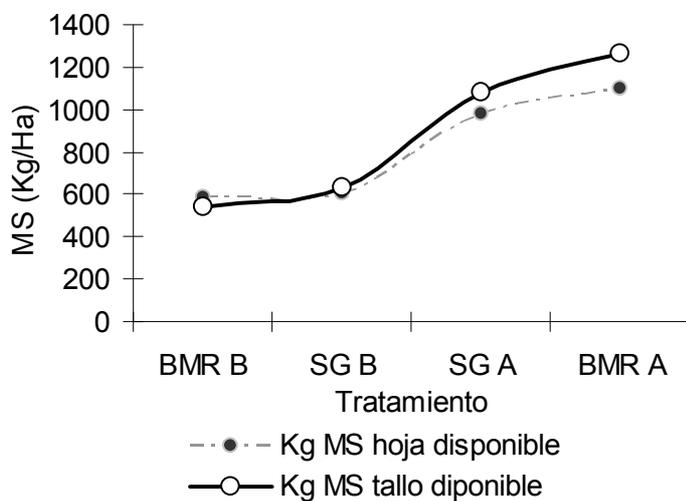


Figura No.21. Composición botánica del forraje disponible (kg/ha de MS) para los tres pastoreos.

Algunos autores Gontijo (2003); Miranda (2004), afirman que la relación H/T es una variable de importancia a la hora de caracterizar la estructura de la pastura y a su vez, esta relación depende del manejo del pastoreo y el estado fenológico de las plantas, sin embargo en el segundo pastoreo los tratamientos de remanente más alto tuvieron menor proporción de hoja lo que no se repitió para el tercer pastoreo, en donde no se encontraron diferencias, siendo los resultados en este sentido variables y debido seguramente al pasaje al estado reproductivo más rápido de todos los tratamientos al avanzar su ciclo fenológico

Dados los resultados, no se debe sobreestimar la importancia de este parámetro ya que no indica cantidades, una relación H/T mayor que otra puede tener cantidades significativamente menores de hoja.

4.7.2 Composición botánica del forraje remanente

4.7.2.1 MS de Hoja remanente para el segundo y tercer pastoreo

La cantidad de materia seca de hojas remanente presentó diferencias significativas originadas por los pastoreos, en el segundo pastoreo la cantidad de MS de hoja remanente es significativamente mayor que en el tercero (105 kg/ha vs. 60 kg/ha), producto de la pérdida de productividad hacia el final del ciclo de producción acompañado de condiciones climáticas adversas (apéndice No. 20).

Como se observa en el cuadro No.21, para el promedio de hoja remanente del 2do y 3er pastoreo no se registran diferencias entre tratamientos ni materiales.

Cuadro No. 21. Hoja remanente (kg/ha de MS) total y promedio al 2do y 3er pastoreo

Tratamiento	Total	Promedio
BMR B	127 a	69 a
SG B	119 a	63 a
SG A	149 a	74 a
BMR A	221 a	127 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos.

La cantidad de MS de hoja remanente total para el segundo y tercer pastoreo registró diferencias significativas (p menor a 0,05) al comparar tratamientos altos y bajos, obteniéndose 185 y 122 kg/ha de MS de hoja remanente para tratamiento sin y con pasada de rotativa respectivamente.

De acuerdo con Carámbula (2007) es probable que debido a la muy baja cantidad de MS de hojas dejada pospastoreo, el rebrote deba producirse de las reservas acumuladas en los tallos, ya que el crecimiento luego de una defoliación está relacionado en forma directa con el área foliar remanente, pero cuando ésta es baja, el rebrote depende en gran medida de las sustancias de reserva.

4.7.2.2 Tallo remanente para el segundo y tercer pastoreo

Los distintos tratamientos del remanente generaron diferencias significativas en la cantidad de tallo remanente para el 2do y 3er pastoreo a favor de los tratamientos sin pasada de rotativa, sin observarse diferencias entre materiales (cuadro No. 22), (apéndice No.22).

Cuadro No. 22. Tallo remanente (kg/ha de MS) total y promedio para el 2do y 3er pastoreo

Tratamiento	Total	Promedio
BMR B	734 a	419 b
SG B	762 a	435 b
SG A	1467 a	838 ab
BMR A	1846 a	1056 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos.

Los resultados son similares a los obtenidos por Gabard y Russi (2005) quienes afirman que la cantidad de tallo remanente es uno de los factores determinantes de la cantidad de hoja disponible en pastoreos subsiguientes, una mayor cantidad de tallo pospastoreo en este caso también determinó mayor cantidad de hoja disponible, ya que la mayor cantidad de tallo remanente implica mayor cantidad de reservas en la planta y mayor cantidad de meristemas refoliadores. Es probable, que la mayor eficiencia del rebrote en términos energéticos en tratamientos con mayor cantidad de tallo remanente sea el factor que explica la alta correlación entre la cantidad de tallo remanente y la cantidad de hoja disponible en el pastoreo siguiente.

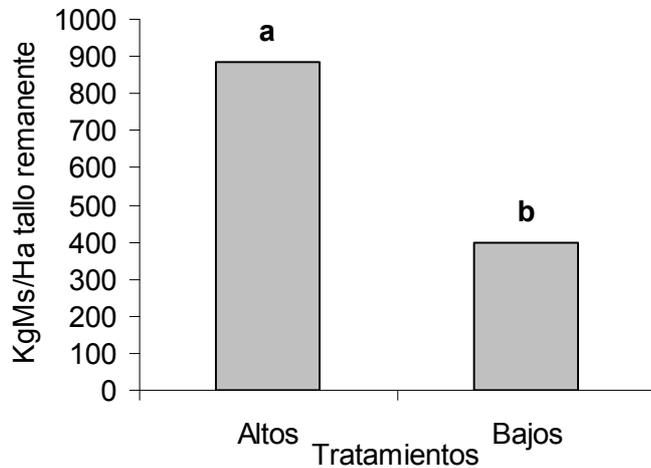


Figura No.22 Tallo remanente promedio (kg/ha de MS) según tratamientos del remanente. Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos.

Para la cantidad de tallo remanente total también se registraron diferencias significativas al 5 %, a favor de los tratamientos sin pasada de rotativa, obteniéndose 1657(a) y 758 (b) kg/ha de MS de tallo remanente total para los tratamiento con remanente alto y bajo respectivamente, durante el segundo y tercer pastoreo.

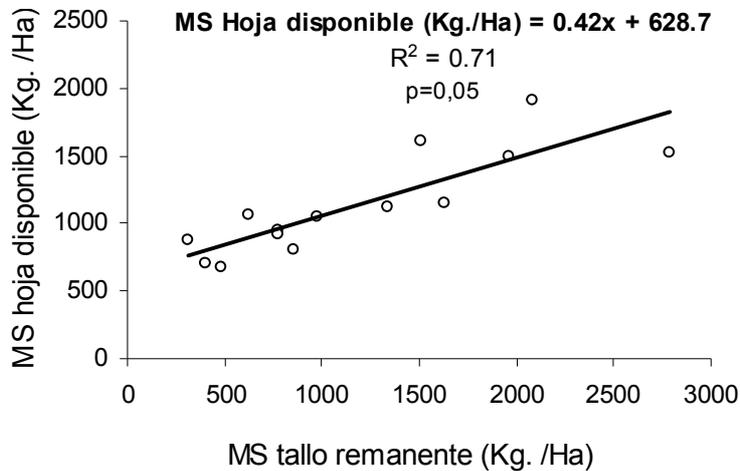


Figura No.23. Relación entre hoja disponible (kg/ha de MS) y tallo remanente (kg/ha de MS) para el 2do y 3er pastoreo.

Si bien mucha bibliografía afirma que al área foliar remanente cumple un rol esencial en la recuperación de las plantas pos pastoreo, hay pocos trabajos que citan a la cantidad de tallo remanente como un factor determinante en el posterior rebrote. Sin embargo, resultados indican que si el IAF remanente es escaso estaría más relacionado el tallo remanente con la producción de hoja en pastoreos subsiguientes.

Al no existir diferencias significativas en la cantidad promedio de materia seca de hojas en el remanente de los distintos tratamientos, según Carámbula (1977), de acuerdo con la altura y el área foliar luego del pastoreo las plantas tendrán que utilizar o no sustancias de reserva para el rebrote posterior, al tener muy bajo IAF remanente, es de esperar que el mayor desarrollo de tallos en los tratamientos altos sea el que posea más cantidad de reservas, determinando una mayor producción posterior.

4.7.2.3 Relación hoja / tallo (H/T) del forraje remanente

Los distintos tratamientos no generaron diferencias significativas en la relación H/T del forraje remanente para el 2do y 3er pastoreo, no hay efecto del material ni del manejo realizado (apéndice No.22).

Cuadro No. 23. Relación H/T promedio del forraje remanente

Tratamiento	3 pastoreos	2º y 3er pastoreo
BMR B	0,19 a	0,19 a
SG B	0,19 a	0,20 a
SG A	0,12 a	0,10 a
BMR A	0,14 a	0,15 a

.Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos.

Los animales seleccionan al consumir, principalmente hoja, lo que explica que tanto en tratamientos altos como en bajos la cantidad de forraje remanente esté compuesta en mayor medida por tallos, y que la cantidad de hoja remanente sea muy baja, provocando una relación H/T bastante menor en el forraje remanente que en el disponible.

Los distintos tratamientos del remanente generaron diferencias significativas para la relación H/T del forraje remanente, a favor de tratamientos altos, como se observa en la figura No.24.

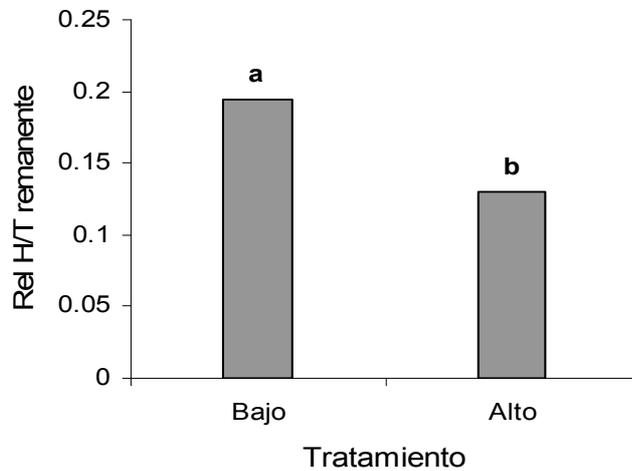


Figura No.24. Relación H/T del forraje remanente para el 2do y 3er pastoreo. Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos.

El forraje remanente que se dejó en tratamientos altos tiene una proporción de tallo significativamente mayor que los obtenidos en tratamientos bajos, conociendo que no hay diferencias en la cantidad de MS de hoja remanente promedio y que además esta es muy baja, se deduce que los tratamientos sin pasada de rotativa poseen más cantidad de tallo remanente. Este es un factor determinante de la cantidad de hojas los en pastoreos siguientes, por lo que le dará ventajas en el rebrote.

4.7.3 Composición botánica del forraje desaparecido

4.7.3.1 Hoja desaparecida

El cuadro No.24 muestra la cantidad de hoja desaparecida promedio y total para todo el período experimental, la materia seca de hoja desaparecida

promedio no muestra diferencias entre los distintos tratamientos para los tres pastoreos (apéndices No. 26, 27 y 28).

Cuadro No.24. Hoja desaparecida (kg/ha de MS) total y promedio para todo el período.

Tratamiento	Total	Promedio
BMR B	3534 a	1524 a
SG B	4043 a	1622 a
SG A	4496 a	1754 a
BMR A	4937 a	1958 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos

Los tratamientos del remanente no generaron deferencias en la cantidad de hoja desaparecida promedio tampoco para el segundo y tercer pastoreo.

Los distintos tratamientos del remanente generaron diferencias significativas (p menor a 0,05) en la cantidad de materia seca de hoja desaparecida total para los tres pastoreos, a favor de rastrojo altos, siendo 4716 y 3788 kg/ha de MS de hoja desaparecida para tratamientos sin y con pasada de rotativa respectivamente.

Cuadro No.25. Hoja desaparecida (kg/ha de MS) total y promedio para el 2do y 3er pastoreo.

Tratamiento	Total	Promedio
BMR B	905 a	517 a
SG B	942 a	539 a
SG A	1558 a	890 a
BMR A	1697 a	970 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos.

Al comparar ambos tratamientos del remanente, se observan diferencias significativas en la cantidad de MS de hoja desaparecida total para el segundo y tercer pastoreo, donde se aplican los diferentes tratamientos del remanente.

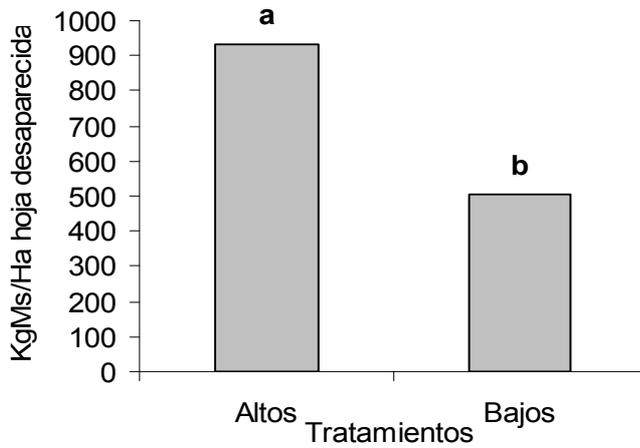


Figura No. 25. Hoja desaparecida (kg/ha de MS) de según tratamientos del remanente para el 2do y 3er pastoreo. Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos.

Los distintos manejos del remanente también determinaron diferencias significativas en la cantidad de hoja desaparecida total para el segundo y tercer pastoreo, siendo de 1627(a) y 923 (b) kg/ha de MS de hoja desaparecida.

Desde el punto de vista agronómico, esto determina que los remanentes sin pasada de rotativa no solamente provocan una mayor cantidad de hoja producida sino que también alcanzan un mayor consumo de la misma pudiendo tener por lo tanto un importante efecto en el producto animal obtenido.

Relación entre la altura del forraje disponible y cantidad de MS de hoja desaparecida

Como se mencionó anteriormente, la altura disponible es mayor cuanto mayor son los remanentes dejados, y a su vez la altura del forraje disponible tiene una alta correlación con la cantidad de MS de hoja desaparecida, como se observa en la figura, la cantidad de MS de hoja desaparecida se ajusta a un modelo de regresión lineal con la altura disponible para todo el período experimental.

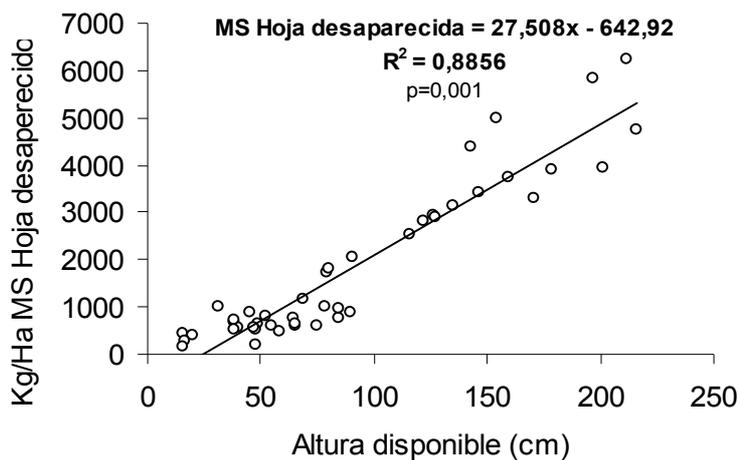


Figura No.26. Relación entre la altura del disponible (cm) y la hoja desaparecida (kg/ha de MS) para todo el período.

La regresión encontrada entre estos parámetros determina que por cada cm. de aumento en la altura disponible, el consumo estimado como desaparecido de MS de hoja aumenta en 27,5 kg/ha promedio para todo el período experimental (apéndice No.40).

Relación entre la MS de hoja disponible y la MS de hoja desaparecida

La cantidad de hoja desaparecida se ajustó a un modelo de regresión lineal con la cantidad de hoja disponible, para todo el período experimental (apéndice No. 49).

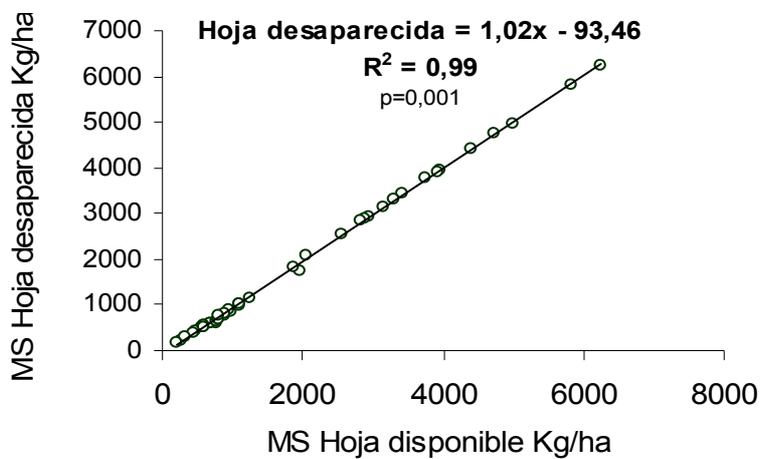


Figura No. 27. Relación entre la hoja desaparecida (kg/ha de MS) y la hoja disponible (kg/ha de MS) para todo el período.

La cantidad de MS de hoja desaparecida también se ajusta a un modelo de regresión lineal con la cantidad de MS de hoja disponible para el segundo y tercer pastoreo.

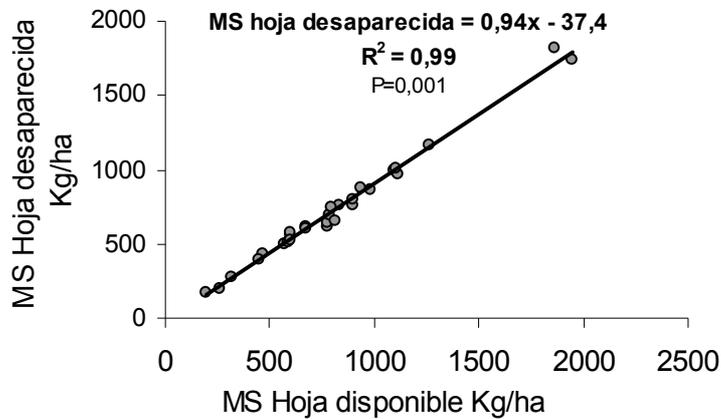


Figura No.28. MS (kg/ha) de Hoja desaparecida según la MS (kg/ha) de hoja disponible para el 2do y 3er pastoreo.

La regresión indica, que por cada kilogramo de MS de hoja de aumento en el disponible desaparecen 0,98 kilogramos de MS de hoja en el segundo y tercer pastoreo, coincide con los altos valores de utilización de hojas encontrados, cercanos al 90 por ciento (apéndice no. 56).

Considerando que la cantidad de hoja es la que determina fundamentalmente el consumo, según Chacon et al. (1978) es de esperar que los tratamientos con mayor cantidad de hoja disponible y desaparecida sean los que aseguren una mayor productividad animal.

La mayor cantidad de hoja desaparecida puede ser atribuida en primer lugar a la mayor disponibilidad de hoja en estos tratamientos (figura 27 y 28) y en segundo lugar a la posible estratificación de la materia seca en estratos más altos. De acuerdo con Gabard y Russi (2005) las diferentes intensidades de pastoreo generan cambios no solamente en la disponibilidad sino también en la estructura del forraje ofrecido a los animales.

Por lo tanto, los tratamientos sin pasada de rotativa no sólo ofrecen mayor cantidad de hoja sino que la estructura de la pastura se ve modificada generando una pastura con muchas hojas en estratos superiores, lo que posiblemente favorezca la accesibilidad al forraje por parte de los animales.

4.7.3.2 Tallo desaparecido

Los distintos tratamientos no generaron diferencias en la cantidad de tallo desaparecido promedio y total para todo el período experimental.

Cuadro No. 26. Tallo desaparecido (kg/ha de MS) para todo el período.

Tratamiento	Total	Promedio
BMR B	1682 a	1840 a
SG B	2863 a	2057 a
SG A	2083 a	1933 a
BMR A	1540 a	2122 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos.

La cantidad de MS de tallo desaparecida no mostró diferencias significativas para ninguno de los tratamientos evaluados para el segundo y tercer pastoreo (cuadro No.27), tampoco al comparar solamente entre tratamientos del remanente, ni entre cultivares.

Cuadro No.27. Tallo desaparecido (kg/ha de MS) para el 2do y 3er pastoreo.

Tratamiento	Total	Promedio
BMR B	129 a	76 a
SG B	318 a	248 a
SG A	420 a	266 a
BMR A	303 a	272 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos

Si bien algunos autores mencionan que el sorgo BMR posee en sus tallos menor contenido de lignina y eso provoca mayor palatabilidad y consumo, en este caso no se observaron diferencias en la cantidad de MS de tallo desaparecido a favor de este tipo de sorgo.

Aunque es de esperarse que en tratamientos sin pasada de rotativa, se seleccione en mayor medida en contra del tallo ya que este se encuentra probablemente en estados más avanzados de madurez, en este caso no se dan estos resultados. Probablemente, la altura de entrada al primer pastoreo determine que muchos de los tallos en los tratamientos bajos hayan encañado antes de aplicar los distintos tratamientos del remanente por lo que pierden igualmente palatabilidad.

En base a los datos expuestos acerca de la composición del forraje desaparecido, la única diferencia significativa se encuentra en la cantidad de MS de hoja desaparecida a favor de tratamientos sin pasada de rotativa, por lo tanto las implicancias de un mayor consumo de hoja son bien conocidas y se encuentran altamente correlacionadas con la respuesta en productividad animal.

4.7.3.3 Relación Hoja/ Tallo (H/T) del desaparecido para los tres pastoreos

La figura No.29 muestra la composición del forraje desaparecido para todo el período experimental según el tratamiento aplicado.

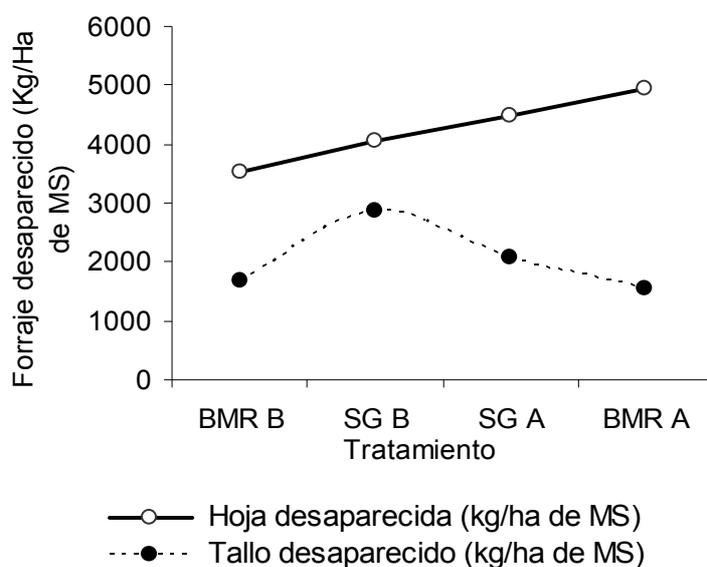


Figura No.29. Composición botánica del forraje desaparecido para los tres pastoreos.

Como se ha visto anteriormente, no hay grandes variaciones en la cantidad de MS de tallo desaparecido, observándose una tendencia ya descrita del aumento en la cantidad de MS de hoja desaparecida en tratamientos sin pasada de rotativa.

En los tratamientos bajos, solo en SG se puede observar el mayor consumo de tallos. Probablemente son pasturas más tiernas lo que provoca que la utilización de tallos en estos tratamientos sea significativamente superior a la registrada en tratamientos altos.

En el cuadro No.28 se muestra que para todo el período los distintos tratamientos generaron diferencias significativas en la relación hoja/tallo del forraje desaparecido, a favor del tratamiento BMR con remanente alto.

Cuadro No. 28. Relación H/T del forraje desaparecido durante todo el período experimental.

Tratamiento	Relación Hoja / Tallo
BMR B	2,1 b
SG B	1,4 c
SG A	2,2 b
BMR A	3,2 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos.

Del forraje cosechado, la hoja ocupa entre un 86 y un 88 % para tratamientos bajos y altos respectivamente, datos que concuerdan con los encontrados por Chaparro (1995) en un rango de 63 a 100 %.

4.7.3.4 Relación H/T del forraje desaparecido para el segundo y tercer pastoreo

La figura No.30 muestra la cantidad de MS de hoja y tallo desaparecida para el segundo y tercer pastoreo según el tratamiento aplicado.

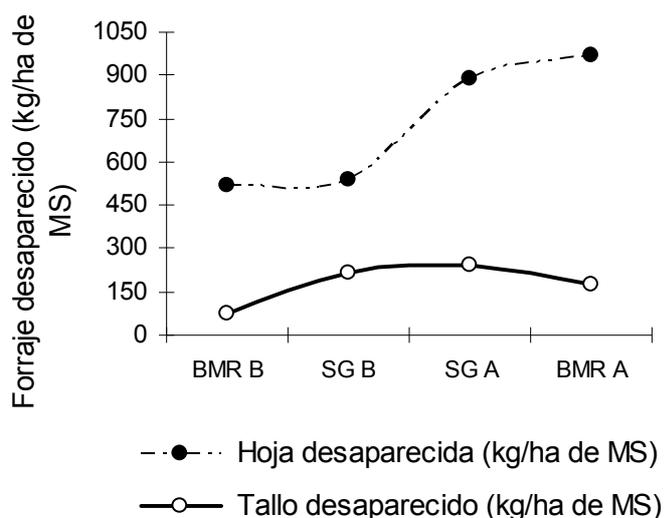


Figura No.30. Composición botánica del forraje desaparecido para el 2º y 3er pastoreo.

En este caso, el forraje desaparecido está compuesto principalmente por hoja y sin diferencias importantes entre los tratamientos para el consumo de tallo.

A diferencia de la figura que incluye el primer pastoreo (fig. No. 29), en este caso se hace más evidente la diferencia entre la cantidad de MS desaparecida de ambos componentes. Es probable que estados más avanzados de madurez obliguen a una mayor selección de hojas y un menor consumo de tallos. En base a los datos expuestos, se puede afirmar que la mayor cantidad de forraje desaparecido encontrado en los tratamientos sin

pasada de rotativa, a pesar de su mayor cantidad de tallo disponible, está explicada por un mayor consumo de hoja.

La relación hoja/tallo del forraje desaparecido es una estimación de la proporción de cada componente que el animal consume.

Cuadro No. 29. Relación H/T del forraje desaparecido para el segundo y tercer pastoreo.

Tratamiento	H/T promedio
BMR B	7,0 a
SG B	2,5 b
SG A	3,7 b
BMR A	5,6 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos

En primer lugar, los valores muestran una evidente la selección por parte de los animales provocando que la relación H/T del forraje desaparecido sea bastante mayor a la encontrada en el forraje disponible.

Cuando se tiene en cuenta el primer pastoreo, no se observan tantas diferencias en el forraje desaparecido a favor de las hojas como en el 2º y 3er pastoreo (cuadro 28), esto se explica porque en el primer pastoreo se consume tallo en mayor proporción que los siguientes pastoreos, debido a que este se encuentra en estados vegetativos tempranos. Es por esto que las relaciones hoja/tallo del forraje desaparecido durante todo el período son menores a las encontradas en los pastoreos dos y tres.

No está determinado el valor de la relación entre estos componentes del forraje desaparecido que determine una óptima productividad animal ni que la resienta, pero sin embargo el tratamiento con mayor proporción de tallo en el desaparecido (en este caso SG bajo) posiblemente tenga menor productividad animal, aunque consuman tallos tiernos, el valor nutritivo de estos es inferior a las hojas.

4.8 USO DEL AGUA

El segundo y tercer pastoreo se ubicó en el período comprendido entre el 3 de marzo y el 18 de abril del 2008, caracterizado por un déficit hídrico severo con presencia de heladas hacia el final del período de crecimiento.

La eficiencia en el uso del agua muestra los kg/ha de MS producida por cada milímetro de precipitación ocurrida durante el período mencionado.

La eficiencia en el uso del agua en este caso no se refiere a la producción de materia seca por milímetro consumido, sino a la producción con determinadas precipitaciones, lo que hace referencia a la capacidad que tiene la planta de extraer agua de lugares donde otras no podrían, en respuesta al manejo de la defoliación realizado.

Cuadro No.30. Uso del agua (kg de MS/ha/mm) para el 2do y 3er pastoreo.

Tratamiento	kg de MS/ha/mm
BMR B	95 a
SG B	103 a
SG A	164 b
BMR A	162 b

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos

Como se observa claramente en el cuadro, los tratamientos sin pasada de rotativa tuvieron una eficiencia en el uso del agua significativamente mayor que en el caso de los tratamientos con remanentes más bajos, lo que indicaría una relación entre la cantidad MS remanente y la eficiencia en el uso del agua, determinando que este factor del manejo del pastoreo incida en la capacidad que tiene la planta para extraer el agua del suelo.

Es posible, de acuerdo con Vallentine (1990) que defoliaciones excesivas reduzcan la actividad radicular y el área foliar limitando la capacidad de competir y utilizar los nutrientes del suelo, por lo que este efecto en la cantidad de raíces puede explicar en parte la mayor eficiencia en el uso del agua y la diferencia en productividad en momentos de déficit hídrico.

En general, el tamaño radicular se asocia con la cantidad de biomasa aérea, por lo que mayores cantidades de materia seca producidas, se corresponden en este caso con mayor desarrollo radicular, en consecuencia de esto, tratamientos sin pasada de rotativa posiblemente tengan la capacidad de extraer mayor cantidad de agua y nutrientes.

Además de esto, la menor cobertura del suelo en el caso de los tratamientos de remanentes bajos, provoca una mayor evaporación de agua directamente del suelo, lo que reduce las posibilidades de extraer toda el agua necesaria para el crecimiento.

Por otro lado, el hecho de que el tratamiento sin pasada de rotativa tiene un rebrote más rápido, su consumo de agua empieza antes que en tratamientos con pasada de rotativa (ya que genera rápidamente superficie transpirante y durante más tiempo) y por lo tanto las pérdidas por evaporación se ven disminuídas porque su consumo de agua es más temprano. El rebrote

más rápido y la consecuente absorción de agua más temprana determinan mayor producción de materia seca, independientemente del desarrollo radicular.

4.9 PRODUCCIÓN DE FORRAJE

4.9.1 Tres pastoreos

El siguiente cuadro muestra la producción de forraje total ajustada por hectárea durante todo el período experimental.

Cuadro No.31. Producción total de forraje (kg/ha de MS) durante todo el período experimental.

Tratamiento	Producción de forraje (kg/ha de MS)
BMR B	12128 b
SG B	13125 b
SG A	13707 ab
BMR A	14920 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos

El sorgo BMR (Candy Graze) sin pasada de rotativa se encuentra dentro de las máximas producciones registradas por la evaluación de cultivares INIA-INASE, mientras que el mismo cultivar para el manejo con pasada de rotativa se encuentra por debajo del promedio de producción para esta evaluación, lo que estaría indicando el efecto depresor del pasada de rotativa sobre la producción de forraje.

El cultivar SUPERGAUCHAZO presentó mayor uniformidad de producción entre ambos manejos, ubicándose cercano a la media con solamente 500 kg/ha de MS por encima de lo registrado en la evaluación de cultivares mencionada, pero igualmente, el tratamiento sin pasada de rotativa produjo más forraje.

La producción promedio de cada material fue de 13525 kg/ha MS para el BMR y 13462 para Supergauchazo, no existiendo diferencias significativas.

La figura No.31 muestra que el manejo del pastoreo si determinó diferencias en la producción de materia seca, a favor del manejo sin pasada de rotativa.

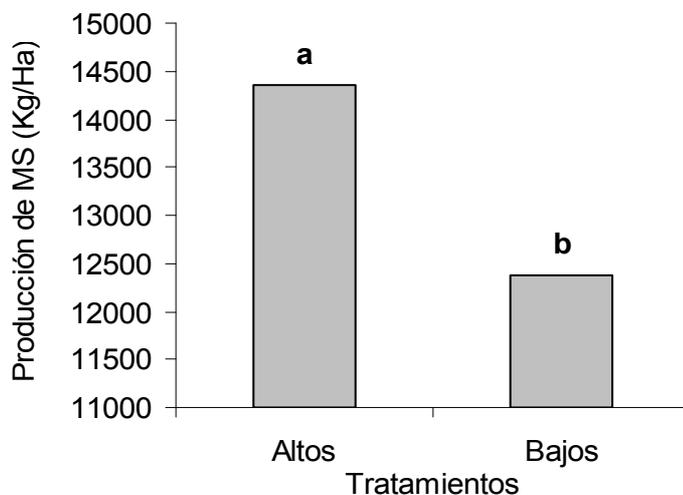


Figura No.31. Producción de materia seca (kg/ha) para todo el período experimental. Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos

Los resultados coinciden con casi la totalidad de la bibliografía revisada, que afirma que manejos intensos de la pastura provocan disminuciones

importantes en la producción de materia seca, que puede ser agravada por condiciones ambientales adversas.

De acuerdo con Carámbula (2007) los híbridos de sorgo forrajero se caracterizan por producir elevadas cantidades de materia seca que varían de forma importante con el manejo realizado, cuanto más intensas son las defoliaciones las plantas son afectadas en forma notable decreciendo su producción de forraje total.

En los tratamientos con pasada de rotativa, el área foliar remanente es muy escasa y se cortan los tallos que contienen reservas, es de esperar que disminuyan su producción significativamente.

Estos resultados sugieren una ventaja del rebrote para los tratamientos altos, a partir de yemas de los nudos que acumulan más crecimiento y biomasa de hojas entre cada pastoreo. La menor producción de materia seca en tratamientos con remanentes bajos ha sido explicada por Chaparro (1995) como consecuencia directa de la pérdida de vigor de las plantas a medida que avanzan los pastoreos

De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que el manejo tuvo mayor influencia sobre la producción de forraje que la elección del material genético, esto concuerda con Vaz Martins (2003) que evaluando varios materiales, concluyó que el manejo es el factor más importante en determinar la productividad de estos verdeos.

4.9.2 Segundo y tercer pastoreo

Para el 2º y 3er pastoreo, las diferencias significativas en la producción de forraje se mantienen, haciéndose más visibles hacia el final del período. La producción de forraje en tratamientos sin pasada de rotativa para los últimos dos pastoreos supera a los tratamientos bajos en casi 1500 kg/ha de MS (cuadro 32), (apéndice No. 29).

Cuadro No.32. Producción de forraje (kg/ha de MS) para el 2º y 3er pastoreo.

Tratamiento	2do pastoreo	3er pastoreo	% 2+3 del total producido
BMR B	1435 a	776 a	18
SG B	1410 a	988 a	18
SG A	2258 b	1561 b	28
BMR A	2618 b	1151 ab	25

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos para una misma columna.

Pese a la recomendación de cortar las cañas que muchos autores afirman como un manejo correcto para mantener la calidad del verdeo, en este sentido la eliminación de la caña implica un costo para la planta, que debe reponer yemas y reservas que se encuentran en los tallos cortados. Es por eso que los tratamientos a los que se les corta el tallo producen significativamente menos cantidad de forraje.

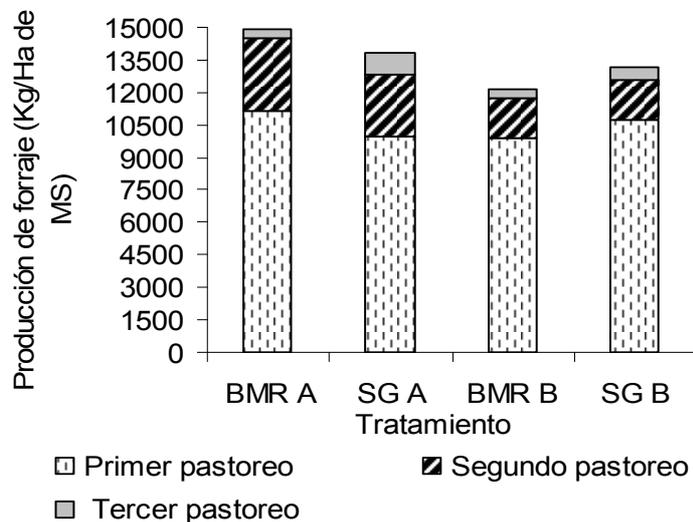


Figura No. 32. Producción de MS (kg /ha) para cada pastoreo.

Se obtuvieron elevadas producciones de materia seca, esto coincide con Carámbula (2007) quien afirma que la precocidad de esta especie provoca que el primer pastoreo tenga una participación muy importante en la producción total de forraje, disminuyendo la misma en los pastoreos sucesivos. Por otro lado la la entrada al primer pastoreo en estados avanzados del verdeo sumado a las condiciones ambientales, que luego de este primer pastoreo limitaron el crecimiento vegetal, determinaron que la precocidad se acentúe aún más.

El primer pastoreo se caracterizó por alta producción de materia seca debido a las altas tasas de crecimiento registradas en este período, en respuesta a las buenas condiciones ambientales de agua y temperatura.

Además de la precocidad característica de esta especie, las condiciones climáticas para el segundo y tercer pastoreo limitaron el crecimiento por elevadas temperaturas al comienzo del segundo pastoreo pero acompañado de

un severo déficit hídrico durante los dos últimos pastoreos, mientras que el tercero no se pudo completar debido a la presencia de heladas.

El segundo y tercer pastoreo fueron un 18 y 25 % de la producción total para tratamientos bajos y altos respectivamente lo que significa que los primeros poseen aún mayor variación, perdiendo productividad a medida que avanzan los pastoreos en mayor medida que los tratamientos altos explicado por una mayor pérdida de vigor en el rebrote causado por el corte sistemático de los tallos que contienen yemas y reservas.

4.9.3 Producción de forraje y su relación con otros parámetros medidos

Al igual que para la disponibilidad de forraje, la altura disponible se ajustó a un modelo de regresión lineal con la producción de forraje para todo el período, determinando que por cada cm. de aumento en el disponible, se aumente la producción de MS en 79 kg/ha (apéndice No.41).

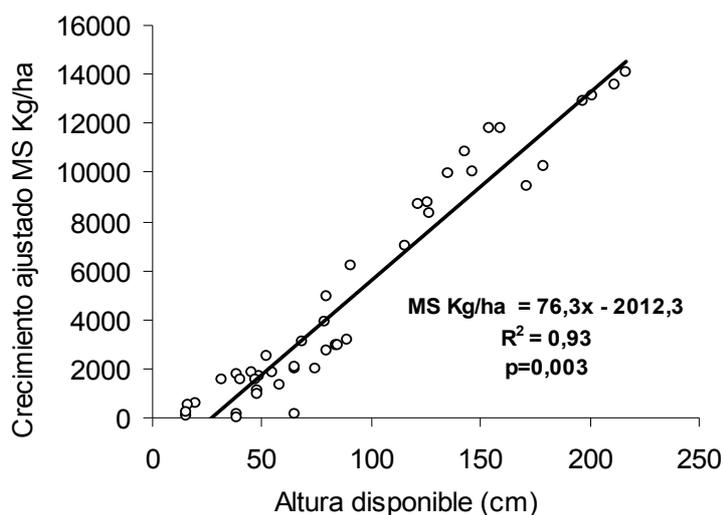


Figura No.33. Relación entre producción forraje (kg/ha de MS) y altura disponible para todo el período experimental.

La producción de forraje para el 2º y 3er pastoreo también se correlaciona positivamente con la altura promedio, ajustándose a un modelo de regresión lineal con la altura de $Y=69.46x+654,7$. ($r^2=0,68$).

El remanente dejado pospastoreo, sea medido como altura o cantidad de materia seca, es determinante, como se vio anteriormente, de la disponibilidad en pastoreos subsiguientes. En este caso se evalúa la relación entre la cantidad de materia seca remanente y la producción de forraje en el siguiente pastoreo.

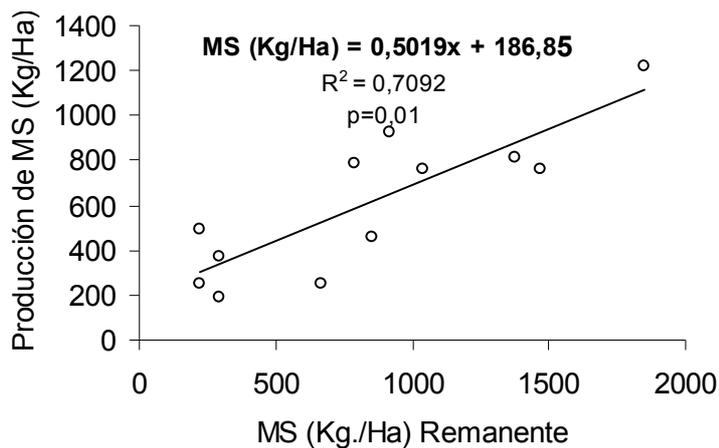


Figura No.34. Relación entre forraje remanente (kg/ha de MS) al 2do pastoreo y producción de forraje (kg/ha de MS) en el 3er pastoreo.

La producción de forraje al tercer pastoreo se ajustó a un modelo de regresión lineal con la cantidad de MS remanente del segundo pastoreo, lo que indica que la producción posterior de MS aumente linealmente con la cantidad de MS remanente dejada hasta 2000 kg/ha.

La regresión encontrada determina que por cada kg/ha de aumento en el remanente, la producción subsiguiente de forraje aumente en 0,5 kg/ha.

La producción de MS para el tercer pastoreo también se ajustó a un modelo de regresión lineal $Y = 0,49x + 161,9$ ($r^2=0,54$) con la cantidad de MS de tallo remanente del 2do pastoreo.

4.9.4 Tasa de crecimiento

El cuadro No.33 muestra las tasas de crecimiento para cada tratamiento durante el primer pastoreo y el promedio entre el segundo y tercer pastoreo (apéndices No. 31, 32 y 33).

Cuadro No. 33. Tasa de crecimiento del forraje MS (kg/ha/día) por período

Tratamiento	Tasa de crecimiento (kg/ha/día de MS)	
	Primer pastoreo	2do y 3er pastoreo
BMR B	148 a	27 ,0 a
SG B	163 a	31,75 a
SG A	147 a	47,33 a
BMR A	169 a	48,12 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos

Al igual que la producción de forraje, la tasa de crecimiento es elevada al principio decayendo en los siguientes pastoreos, en parte decae por las características propias de la especie, ya que según Carámbula (2007) poseen altas tasas de crecimiento, pero ésta disminuye con cada pastoreo adicional, en este caso también se atribuye el descenso en las tasas de crecimiento a las condiciones hídricas críticas de falta de agua hacia el final del período el crecimiento

Los tratamientos con remanentes altos poseen además de la mayor producción, mayor tasa de crecimiento diaria promedio para el segundo y tercer pastoreo, 47 y 28 kg/ha/día de MS para el alto y bajo respectivamente, siendo significativa ($p < 0,05$). Esto indica que el corte de cañas remanentes afectó las tasas de crecimiento determinando en consecuencia una menor productividad.

La tasa de crecimiento diaria promedio para todo el período no presentó diferencias significativas entre materiales siendo 84 y 86 kg/ha/día de MS para BMR y SG respectivamente.

Con los resultados obtenidos se puede afirmar que tanto la tasa de crecimiento, que determina la producción de forraje, como la cantidad de materia seca ofrecida en cada pastoreo están determinadas por el manejo realizado y no por la elección del cultivar.

La tasa de crecimiento de los rebrotes luego del pastoreo, se ve disminuida en los tratamientos con pasada de rotativa, debido a que poseen menor cantidad de reservas para el rebrote, menor desarrollo radicular, que toma importancia debido al déficit hídrico y menor cantidad de puntos de crecimiento.

4.9.4.1 Tasa de crecimiento de hoja

Durante el período siembra – primer pastoreo la tasa de crecimiento de la hoja no presentó diferencias para materiales ni manejos ya que no habían sido aplicados los tratamientos del remanente, durante este período la tasa de crecimiento de la hoja fue de 63 kg/ha/día de MS promedio.

El cuadro No.34 muestra la tasa de crecimiento de la hoja para los pastoreos dos y tres, las mismas registraron disminuciones importantes respecto al primer pastoreo (apéndice No. 32).

Cuadro No.34. Tasa de crecimiento de hoja (kg/ha/ día de MS) para el segundo y tercer pastoreo según tratamiento.

Tratamiento	TC Hoja (kg /ha/ día de MS)
BMR B	11 a
SG B	12 a
SG A	14 a
BMR A	21 a

Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos

Si bien no existieron diferencias significativas entre los distintos tratamientos, si se encontraron diferencias agronómicas ($P < 0,1$), entre BMR alto comparados con BMR y SG bajo.

Los distintos tratamientos del remanente generaron diferencias significativas en la tasa de crecimiento de las hojas a favor de tratamientos altos, lo que indica que la producción de hoja se incrementa con la altura del remanente. Estos datos coinciden con los obtenidos por Gabard y Russi (2005) quienes determinaron que la tasa de crecimiento de la hoja se incrementaba al aumentar la altura del remanente hasta unos 45 centímetros sin presentar diferencias con remanentes de 60 centímetros.

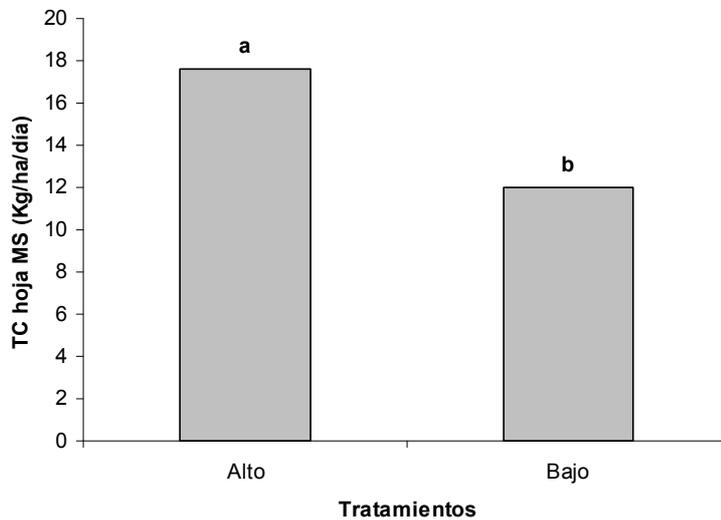


Figura No. 35. Tasa de crecimiento de hoja (kg/ha/día de MS) para el 2do y 3er pastoreo según tratamientos del remanente. Letras distintas indican diferencias estadísticas al 5 % entre tratamientos

De acuerdo con Bueno et al. (2004) el efecto positivo del aumento de la cantidad de MS remanente sobre las tasas de crecimiento del rebrote, provoca un status más favorable de reservas fisiológicas en la planta, mayor crecimiento de raíces y menor eliminación de puntos de crecimiento, lo que probablemente contribuya al restablecimiento de condiciones fisiológicas favorables para una rápida recuperación de la planta luego del pastoreo.

4.10 PRODUCCIÓN ANIMAL

4.10.1 Ganancias diarias de peso

El cuadro No. 35 muestra la ganancia diaria de los animales, el valor que muestra las ganancias descontando el período de acostumbramiento entre

la primer y segunda pesada corresponde a GMD 1, el valor que contempla todas las pesadas y el que refleja la ganancia de peso vivo total diaria por animal corresponde a GMD 2, teniendo en cuenta animales que pierden peso al principio del experimento.

Cuadro No. 35. GMD (kg/animal/día) promedio para los 90 días.

Tratamiento	GMD 1 (kg/an/día)	GMD 2 (kg/an/día)
BMR Alto	1,06	0,93
SG Alto	0,83	0,85
BMR Bajo	1,0	0,76
SG Bajo	0,81	0,74

GMD=Ganancia media diaria por animal

Las ganancias obtenidas se consideran altas y se ubican dentro de los rangos reportados por varios autores, entre ellos, Chifflet de Verde et al. (1983), Graham et al. (1986), Bizcaíno (2004), resultando superiores a las ganancias reportadas por Becoña (s.f.) en establecimientos comerciales y Panza et al. (1990).

La figura siguiente muestra la evolución de la ganancia media diaria por animal a través del tiempo.

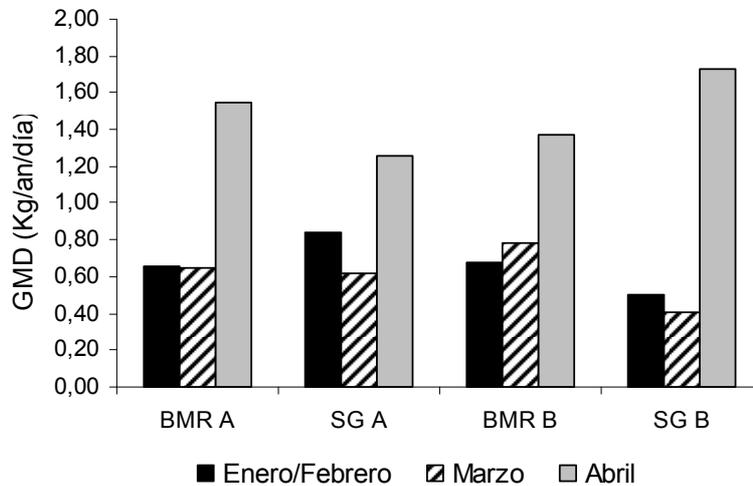


Figura No.36. Composición de la ganancia diaria (kg/animal/día) por período.

Las ganancias animales son al principio del experimento, significativamente menores que al final, lo que se explica por una disminución de la carga animal que fue ajustada a 6 animales por parcela a fines del mes de marzo, antes del ajuste se trabajó con 10 animales por parcela, provocando menores ganancias individuales pero no por eso menor producción de carne durante el período inicial.

Como forma de explicar estas menores ganancias al principio del experimento se realiza la figura No.37 donde se muestra como con una mayor carga la ganancia individual se resiente de forma muy importante.

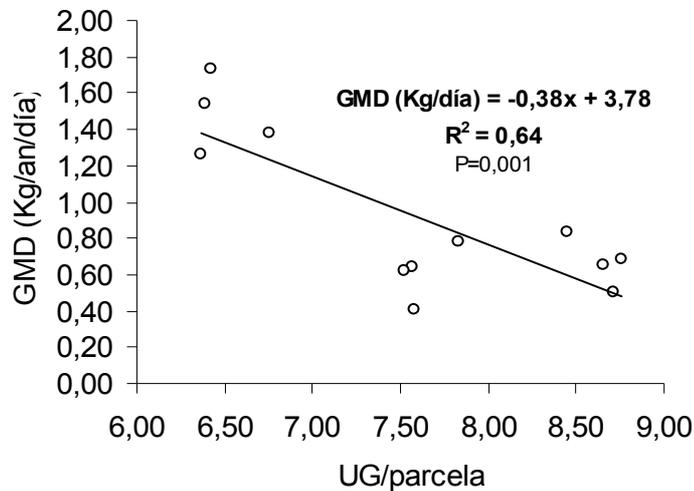


Figura No.37. GMD (kg/animal/día) según carga animal (UG/parcela).

En base a estos datos es muy probable que la menor ganancia al principio del experimento esté explicada por una mayor carga.

Por esta razón es que no coincide lo que muchos autores exponen acerca las mayores ganancias se dan al principio del período, en estados vegetativos tempranos, antes de que la planta pierda calidad. Esto no se pudo evaluar en este caso ya que la carga no se mantuvo fija durante todo el experimento.

4.10.2 Ganancia diaria en relación con otros parámetros productivos

Si bien la producción animal en pastoreo es producto de varias interacciones complejas entre la pastura, el animal y las condiciones en donde se desarrollan, según Montossi (1995), se han obtenido buenos resultados predictivos de la productividad animal en pastoreo, a través de las relaciones entre consumo y productividad, altura de la pastura, presión

de pastoreo o altura remanente, A continuación se presentan una serie de variables relacionados con la productividad animal.

4.10.2.1 Altura del forraje remanente

Se encontró que la ganancia media diaria de los animales para todo el período experimental se ajustó a un modelo de regresión lineal con la altura remanente promedio para todo el período.

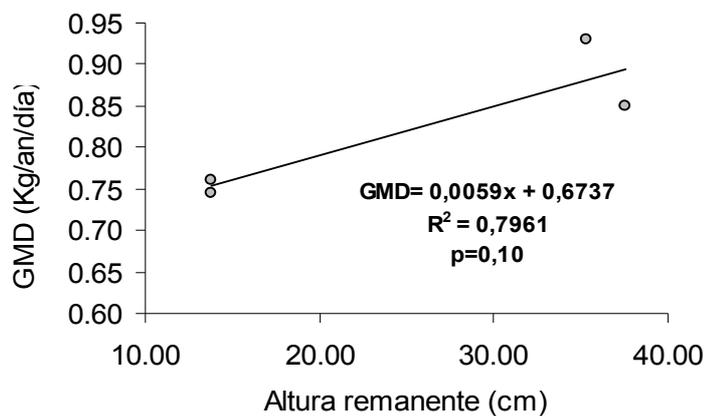


Figura No.38. Ganancia media diaria (kg/animal/día) en función de altura remanente (cm) para todo el período.

La GMD de los animales aumenta linealmente con la altura remanente hasta 40 cm. Determinando que por cada cm. de aumento en el remanente, la ganancia diaria aumente en promedio 6 g/animal/día.

De acuerdo con Rinaldi et al. (1994) la altura remanente es uno de los parámetros que más se relaciona con las ganancias de peso individuales de los animales.

La altura remanente es un parámetro altamente correlacionado con la altura disponible al siguiente pastoreo, a medida que disminuye la altura del forraje ofrecido los animales pasan mas tiempo en pastoreo, pero la capacidad de compensar es limitada, y por consiguiente la ingestión disminuye y aumenta el gasto de energía para mantenimiento disminuyendo la productividad.

4.10.2.2 Cantidad de MS de hoja disponible

La GMD individual de los animales, se ajustó a un modelo de regresión lineal con la cantidad de MS de hoja disponible total para todo el período experimental.

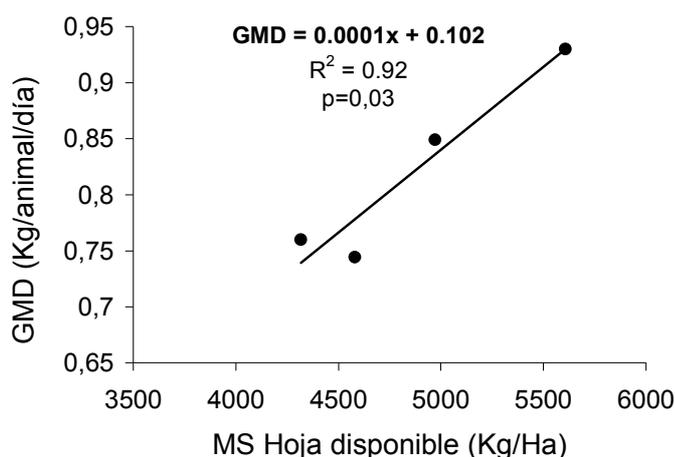


Figura No.39. Relación entre la ganancia media diaria y la cantidad de MS de hoja (kg/ha) disponible.

De acuerdo con Wade y Agnusdei (2001) el consumo diario varía con el contenido de hoja verde en la pastura, es importante desde el punto de vista del conocimiento de algunas de las relaciones complejas que determinan el comportamiento en pastoreo, la cantidad de hoja está relacionada con la ganancia en primer lugar por ser la estructura más nutritiva de la planta,

Edwards et al. (1971) afirmaron que la digestibilidad del forraje es directamente proporcional a la cantidad de hoja del mismo por lo que mayores ganancias son reportadas en consecuencia de esto, por otro lado y coincidiendo con Gabard y Russi (2005); mayor cantidad de hoja se asocia con la estratificación de la materia seca en horizontes altos de la pastura lo que facilita la accesibilidad.

4.10.3 Ganancia de peso vivo total

Los tratamientos sin pasada de rotativa además de generar una mayor ganancia individual y por superficie, soportaron una mayor carga instantánea asociada a su mayor producción de forraje.

Cuadro No.36. Ganancia de peso vivo (kg/ha) y carga (UG/ha) durante todo el período.

Tratamiento	Ganancia PV (kg/ha)	Carga	Carga
		(UG/ha) Instantánea	(UG/ha) Promedio
BMR Bajo	359	19	7,78
SG Bajo	288	18	7,57
BMR Alto	370	20	7,54
SG Alto	400	20	7,45

Nota: 1 UG equivale a 400 kg P.V

Como se muestra en el cuadro No.37, los distintos tratamientos, tanto del remanente como los diferentes materiales generaron diferencias significativas en la ganancia de peso vivo por hectárea para todo el período, a favor de tratamientos sin pasada de rotativa y de materiales BMR.

Cuadro No.37. Ganancia de peso vivo (kg/ha) para todo el período

TRATAMIENTO	Ganancia PV (kg/ha)
Promedio BMR	365 a
Promedio SG	344 b
Promedio Alto	385 A
Promedio Bajo	323 B

Letras distintas indican diferencias estadísticas significativas al 8 %

La producción de carne promedio de los BMR (365kg /ha) es significativamente mayor a el promedio de SG pero es apenas un 5,7 % superior, sin embargo los tratamientos altos presentaron una superioridad del 16 % frente a los bajos, 385 y 323 respectivamente, determinando que el manejo del pastoreo resultó más importante que el tipo de sorgo utilizado.

A diferencia de lo expuesto por varios autores, no se encontraron diferencias en la cantidad de MS desaparecida a favor del material BMR, sin embargo si se registró una mayor productividad animal.

Las diferencias generadas en el desempeño animal a favor de materiales BMR se asemejan a las encontradas por Bianco y Mello (2004) en nuestro país siendo alrededor de 5 %, sin embargo, experimentos en otras regiones indican diferencias de un 12 a un 40 % de aumento bajo pastoreo de estos materiales, lo que hace pensar que puede llegar a existir cierta diferencia entre los cultivares BMR evaluados en las distintas regiones, o bien una fuerte interacción con el ambiente y el manejo poco conocida hasta ahora.

La ganancia total de peso vivo para todo el período experimental, se ajusta a un modelo polinomial con la ganancia media diaria, lo que significa que hay

un rango de ganancias diarias que optimizan la producción por unidad de área, ya que la misma no aumenta indefinidamente la productividad por Hectárea.

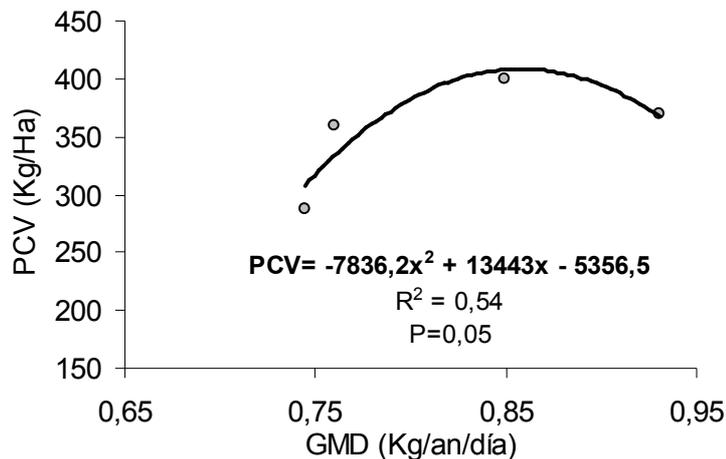


Figura No.40. Relación entre la GMD (kg/animal/día) y la ganancia P.V total (kg/ha)

Con ganancias individuales entre 0,80 y 0,85 kg./animal/día la producción por superficie aumenta, sin embargo a partir de estas ganancias diarias la productividad por hectárea comienza a disminuir.

Las ganancias de peso en animales se han visto relacionada a varios parámetros ya encontrados en la bibliografía. La ganancia se correlaciona tanto con la disponibilidad de forraje como con la estructura del mismo. Pasturas más altas, producto de remanentes más altos, con mayor cantidad de MS de hojas en estratos superiores de la pastura, mayores utilizaciones de estas hojas y mayores disponibilidades de forraje total generen mayor productividad animal.

4.10.4 Oferta de forraje

Otra forma de evaluar la disponibilidad de forraje es la asignación forrajera, que es la cantidad de MS de forraje disponible cada 100 kg PV animal por día. Al igual que la disponibilidad, debería relacionarse con el consumo hasta un determinado momento en donde excesos de asignación provoquen pérdidas de forraje por material senescente.

Cuadro No. 38. Oferta de forraje diaria % (kg de MS/100 kg P.V) para cada período y promedio en 90 días.

AF % diaria (kg de MS/ 100kg PV)				
Tratamiento	Primer pastoreo	Segundo pastoreo	Tercer pastoreo	Promedio
BMR B	9.0	2.1	3.5	5.9
SG B	9.8	2.1	5.1	6.5
BMR A	9.6	3.2	8.9	7.3
SG A	8.8	3.7	8.3	6.9

De acuerdo con Costa et al. (2004) para el segundo y tercer pastoreo las menores asignaciones de forraje (entre 2 y 5 %) observadas en los tratamientos con pasada de rotativa también deprimieron la producción de hoja.

Para el segundo y tercer pastoreo, en donde se aplican los distintos tratamientos del remanente, la asignación forrajera presentó diferencias entre ellos siendo 2,6 % y 4,53 % para tratamientos de remanente bajo y alto respectivamente, es de destacar que estas variaciones son consecuencia de la menor producción de los tratamientos con remanentes menores, lo que indica que hay menos cantidad de materia seca ofrecida por animal y por lo tanto consume menos o tiene mayor gasto energético para consumir lo mismo por lo que las ganancias serán menores.

Según Romera et al. (2000), por cada punto porcentual de aumento en la oferta de forraje, la ganancia diaria aumenta en 0,04kg/día, en este experimento, el aumento es de 0,13 kg/día promedio por cada punto porcentual de aumento en la oferta de forraje, aunque hay que considerar que $p=0,14$ debido a que solo hay cuatro valores para estos parámetros y por lo tanto se considera una tendencia.

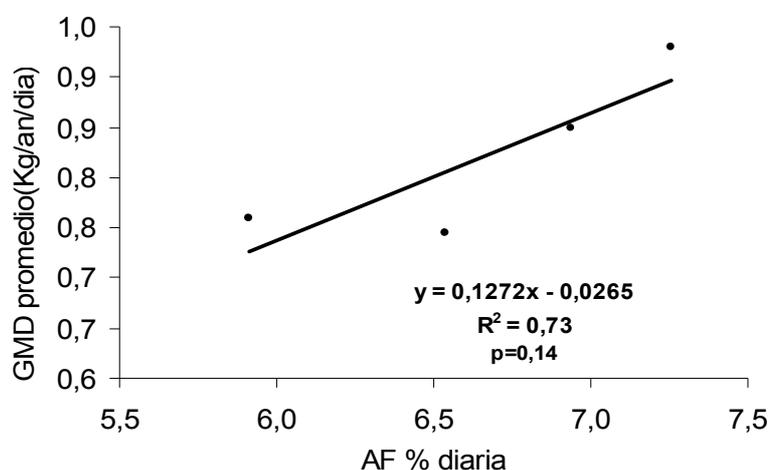


Figura No. 41. GMD (kg/animal/día) en función de la AF % (kg/ha de MS cada 100 kg De P.V) promedio para los tres pastoreos.

4.11 CALIDAD DEL FORRAJE

El siguiente cuadro muestra la composición química de muestras secas a estufa de 60 ° C y molidas, se realizó este análisis para el bloque IV durante el segundo pastoreo, por lo que no se debería generalizar a todo el período experimental.

Cuadro No.39. Calidad del forraje ofrecido

Tratamiento	% PC	% C	% FDN cc	% FDA cc	% LDA cc
SG A	12.7	12.3	58.3	30.5	2.8
SG B	16.7	12.9	54.9	27.3	1.9
BMR B	13.0	11.8	60.4	32.2	2.6
BMR A	12.6	13.3	58.2	31.6	2.1

La fracción proteína cruda del forraje ofrecido para este caso en particular, presentó valores significativamente más altos a los reportados por Mieres (2004) de 7,5 %.

La fracción pared celular (FDN) del forraje disponible alcanzó valores entre 55 y 60 %, según Carámbula (2007) con estos valores pueden existir limitaciones en el consumo voluntario.

La cantidad de lignina detergente ácido (LDA %) no se ajustó a un modelo de regresión lineal con la cantidad de tallo disponible si se consideran todos los tratamientos, mientras que los valores encontrados se consideran bajos comparados con los reportados por Miller y Stroup (2004) quienes reportan valores de hasta 4.5 y 6.5 % de LDA para sorgos BMR y no BMR respectivamente.

La cantidad de nutrientes digestibles totales, medida como NDT %, y calculada en base a la fórmula de Mieres (2004), da como resultado 67,8 y 68,8 % de NDT para tratamientos con remanente altos y bajos respectivamente, mientras que comparando los distintos materiales se obtiene como resultado 67,1 y 69,5 % de NDT para BMR y SG respectivamente.

La diferencia en el contenido de lignina, medida como LDA % para los distintos tratamientos del remanente es mayor en el caso del material SG, 0,9 % a favor de tratamientos bajos, mientras que para BMR la diferencia entre ambos manejo del remanente disminuye a 0,4 % y en este caso fue a favor del alto.

En términos generales, la calidad del forraje en este caso en particular, es mayor a la, ya que posee alto porcentaje de proteína y bajo en lignina en detergente ácido esperada comparado con valores expuestos en la revisión bibliográfica. Contrariamente a lo esperado, no existió una ventaja clara en los parámetros de calidad al comparar los distintos materiales evaluados.

Cuadro No.40. Calidad del forraje remanente

Tratamiento	% PC	% C	% FDN cc	% FDA cc	% LDA cc
SG A	6.55	11.42	66.7	37.65	3
SG B	9.1	12.83	64.18	36.32	3.6
BMR B	10.36	11.46	67.46	37.4	3.5
BMR A	7.57	12.87	64.44	37.92	3

Como se observa en los análisis químicos, la calidad del forraje disponible es superior a la del forraje remanente para todos los tratamientos, evidenciando la selección por parte de los animales. La poca diferencia en % LDA en el caso de SG alto entre el disponible y el rechazo puede ser explicado por una menor selección en este tratamiento.

4.12 CONSIDERACIONES FINALES

Los distintos tratamientos del remanente con y sin pasada de rotativa, determinaron diferencias significativas en la producción de materia seca total (14360 kg/ha vs. 12627 kg./ha) y en la tasa de crecimiento diaria, a favor del tratamiento sin pasada de rotativa, mientras que el tipo de sorgo no influyó sobre este parámetro.

La mayor tasa de crecimiento, y en consecuencia la mayor producción de MS en tratamientos sin pasada de rotativa, se explica por varios factores, luego de una intensa defoliación, la respiración sobrepasa a la fotosíntesis, entonces las plantas emplean estructuras carbonadas para su crecimiento, como las reservas se encuentran principalmente en la base del pseudotallo, en gramíneas erectas la altura de defoliación no solo afecta el IAF remanente, sino que defoliaciones muy intensas pueden afectar el nivel de reservas, siendo la escasez de éstas uno de los factores que explica la menor producción de forraje en tratamientos con pasada de rotativa.

Otro de los factores que se atribuyen a la mayor productividad para los tratamientos sin pasada de rotativa, es la mayor cantidad de yemas axilares ubicadas en los tallos no cortados, lo que hace que el rebrote sea más rápido y menos costoso en términos energéticos que el rebrote a partir de yemas basales de las plantas con tallos cortados.

Aparte de la cantidad de reservas acumuladas en los tallos, las yemas axilares y el área foliar remanente. El efecto positivo del aumento de la cantidad de MS remanente sobre las tasas de crecimiento del rebrote puede ser atribuido también a un mayor crecimiento radicular y por lo tanto una mayor capacidad de extraer agua y nutrientes

El manejo del pastoreo afectó la uniformidad en la entrega del forraje a través del tiempo, provocando que los tratamientos con pasada de rotativa disminuyeran en mayor medida la cantidad ofrecida de MS en los últimos dos pastoreos que los tratamientos altos. Esto es provocado por el manejo del pastoreo que deja plantas poco vigorosas con baja capacidad de rebrote, acentuándose la pérdida de vigor en pastoreos sucesivos.

La altura del disponible resultó un muy buen indicador para estimar la disponibilidad de materia seca, y está positivamente correlacionada con el forraje desaparecido; a mayor altura disponible, mayor cantidad de forraje a la entrada del pastoreo y mas forraje desaparecido.

La alta correlación entre el forraje desaparecido y la altura disponible fue explicada por la mayor altura de la pastura que provocó una mayor accesibilidad generando mayor masa por bocado y por una mayor altura disponible, que se asocia con una mayor cantidad de hoja presente en estratos altos de la pastura lo que facilita la cosecha.

La cantidad de MS de hoja y tallo disponible se ajustaron a un modelo de regresión lineal con la altura del forraje disponible con coeficientes de correlación altos y positivos ($r=0,88$), lo que indica que en tratamientos de remanente más altos, simulando un pastoreo menos intenso, la cantidad de MS total producida tanto de hoja como de tallo sea mayor que en tratamientos con pasada de rotativa, sin embargo a medida que la altura disponible aumenta, el aumento de los distintos componentes del forraje es diferencial, determinando que la cantidad de MS de tallo aumente en mayor medida que la de hoja.

Es posible afirmar que el manejo del pastoreo, mediante la altura remanente, afectó directamente la producción de hoja en pastoreos siguientes, ya que por cada cm. en aumento del remanente la producción de MS de hoja del pastoreo siguiente aumenta en 24,8 kg/ha. Esto se debe en primer lugar a su mayor producción total ya que rebrotan de forma más rápida desde las yemas axilares de los nudos frente al rebrote más lento de las yemas basales del rastrojo bajo.

En relación a la composición botánica, no se debe sobreestimar la importancia de la relación hoja/tallo ya que no tiene en cuenta cantidades, por lo que una relación hoja/tallo mayor no indica más productividad animal en pastoreo.

La ganancia de peso vivo por hectárea (kg/ha) para todo el período experimental presento diferencias significativas tanto entre los materiales evaluados (365 y 344 para BMR y SG respectivamente) como entre los distintos manejos del remanente (385 y 323 para remanentes sin y con pasada de rotativa respectivamente), pero sin embargo los datos obtenidos determinan que el manejo del pastoreo resulte más importante que el tipo de sorgo utilizado en determinar la ganancia de peso vivo.

De los resultados se dedujo que no hubo ventajas visibles para ningún parámetro estudiado de eliminar los tallos remanentes para esta especie, además de cuestionar la realización del pastoreo hasta alturas de 15 cm. como se propone actualmente, recomendando que el manejo de estos sorgos se realice dejando remanentes de aproximadamente 40 cm, ya que las ventajas de el rebrote desde esta altura son evidentes.

De acuerdo a lo esperado, el sorgo forrajero BMR aumentó la productividad animal, sin embargo, el porcentaje de aumento es bajo comparando con valores registrados en otros lugares.

5. CONCLUSIONES

En relación a las hipótesis planteadas, se concluye que el manejo del pastoreo, por medio del corte de los remanentes, afecta la producción de forraje y la productividad animal, y que esta última presenta además diferencias entre los distintos cultivares evaluados.

Pese a la fecha tardía del primer pastoreo y a condiciones de déficit hídrico hacia el final del ciclo, la producción de materia seca fue elevada, demostrando la plasticidad de esta especie.

En contraposición al manejo recomendado tradicionalmente, los resultados indican que mayores remanentes favorecen la producción de hoja en pastoreos sucesivos, lo que implica la necesidad de investigaciones al respecto, con el objetivo de determinar el rango de alturas o cantidades de MS remanente para optimizar la productividad del verdeo y la productividad animal.

El efecto de la cantidad de tallo remanente sobre la materia seca producida al siguiente pastoreo indica la necesidad de estudiar su importancia en el rebrote y más aún en casos donde el área foliar remanente es escasa, no sólo por tener más proporción de yemas axilares sino también como posible fuente de sustancias de reservas.

6. RESUMEN

La finalidad del presente trabajo fue evaluar las hipótesis, estas hipótesis consisten en que los cultivares de sorgo BMR (nervadura marrón) poseen mayor productividad animal que los cultivares comunes de sorgo forrajero y que el manejo afecta la producción de forraje y la productividad animal. El experimento se realizó en la estación experimental Mario A. Cassinoni (EEMAC), de la Facultad de Agronomía, Universidad de la República, Paysandú, Uruguay. (32° 20' 9'' de latitud sur y 58° 2' 2'' de longitud oeste), sobre suelos Argiduales típicos, encontrándose Natruoles asociados. Los tratamientos fueron dos cultivares de sorgo forrajero: Supergauchazo y Candy Graze (BMR) con dos manejos contrastantes del remanente: con y sin pasada de rotativa pos pastoreo, se evaluó la productividad de la pastura y la productividad animal. Se utilizaron en promedio 8 novillos/ha raza Holando con un peso promedio al inicio del experimento de 330kg. El experimento se realizó sobre un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones (bloques). Los distintos tratamientos del remanente, determinaron diferencias significativas (p menor a 0,05) en la producción de materia seca total, a favor del tratamiento sin pasada de rotativa (14360 vs. 12627 kg/ha de MS), mientras que el tipo de sorgo no influyó sobre este parámetro. La cantidad de MS de hoja y tallo disponible se ajustaron a un modelo de regresión lineal con la altura del forraje disponible y ésta con la altura remanente con coeficientes de correlación altos y positivos, lo que indica que en tratamientos de remanente más altos, la cantidad de MS total producida tanto de hoja como de tallo fue mayor que en tratamientos con pasada de rotativa. La ganancia de peso vivo promedio por hectárea para todo el periodo experimental fue de 355 kg/ha, presentando diferencias significativas tanto entre los materiales evaluados como entre los distintos manejos del remanente. El sorgo BMR produjo 6% más ganancias de peso vivo total, los tratamientos altos provocaron incrementos en la ganancia de

peso vivo total de 16 %, por lo que los datos obtenidos determinan que el manejo del pastoreo resulte más importante que el tipo de sorgo utilizado en determinar la ganancia de peso vivo.

Palabras clave: Sorgo BMR; Manejo del pastoreo; Producción de forraje
Ganancias de peso.

7. SUMMARY

The objective of this study is to evaluate the hypothesis, through an experiment. These hypothesis are that animal production grazing BMR (Brown midrib) Sorghum are higher than animal production grazing common type of forage Sorghum, and that grazing management affect yield production and animal performance. The experiment was carried out in Experimental Station Mario A. Cassinoni (EEMAC), Paysandú, Uruguay. (32° 20' 9'' S 58° 2' 2'' W), over Argiduolls typics soils, with Natrudolls associated. Treatments consist on: two varieties of forage sorghum: Candy Graze (BMR) and Supergauchazo, and two different management of forage remaining after grazing: with and without mechanical cuts after grazing. Was evaluated pasture productivity and animal performance. The experiment was done with Holland steers with an average live weight of 330 kg at the beginning of the experimental period, with 8 steers on average per Hectare. The experimental design was in split plot with four repetitions (blocks). Different treatments of remaining generated means differences in yield production (kg/ha of DM) in favor of treatments without mechanical cuts after grazing (14360 vs. 12627 kg/ha of DM), while the type of sorghum didn't influenced the yield production. Total leaf and stem dry matter production adjusted to a lineal model with the height (cm) of the available forage, and these with remaining height. In consequence, in treatments with most height of remaining forage, the dry matter production and DM of leaf and stems are bigger than treatments with mechanical cuts after grazing. Average live weight gains per hectare for all the experimental period was 355 kg/ha, having significantly differences between treatments of remaining forage, and between the different cultivars evaluated. BMR sorghum produced 6 % more live weight gains than the common type of sorghum, while treatments without mechanical cuts after grazing produced 16 % most live weight gains than the treatment with mechanical cuts after grazing. This point out that grazing

management was more important than the cultivar used to determine animal performance.

Keywords: BMR Sorghum; Grazing management; DM yield production; Live weight gains.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. AGNUSDEI, M.2007. Calidad nutritiva del forraje. Agromercado Temático. 136:11-17.
2. AITA, A.; RESTLE, J. 1999. Produção animal em pastagens de estação quente. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia (39ª., 1999, Porto Alegre). Trabalhos apresentados. Porto Alegre, s.e. 1 disco compacto, 8mm.
3. ASTIGARRAGA, L; BIANCO, A; MELLO, R. 2003a. Estudio de híbridos de sorgo de bajo contenido de lignina (bmr) y la respuesta en leche en pastoreo directo o conservado como ensilaje. Montevideo, Facultad de Agronomía. Centro Regional Sur.3 p.
4. _____.; _____.; _____. 2003b. Estudio de las características de híbridos de sorgo de bajo contenido en lignina (bmr) conservado como ensilaje y la respuesta en leche. Montevideo, Facultad de Agronomía. Centro Regional Sur.3 p.
5. AKIN, D.; HANNA, W.; SNOOK, M.; HIMMELSBACH, D.; BARTON, F.; WINDHAM, W.R. 1986. Normal 12 and brown midrib 12 sorghum; chemical variations and digestibility. Agronomy Journal. 78:832-837.
6. AYDIN, G.; GRAN, R.J.; O'REAR, J.1998. Brown midrib sorghum in diets for lactating dairy cows. Journal of Dairy Science. 82: 2127-2135.
7. BAVERA, A. 2001. El sorgo forrajero en la producción animal. (en línea). Río Cuarto, Facultad de Agronomía. s.p. Consultado 04 oct.2008. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/

[pasturas%20artificiales/39sorgo forrajero en produccion animal.](#)

8. BEAN, B.W.; MCCOLLUM, F.T. 2006. Forage sorghum vs corn silage. (en línea) In: Southern Conservation Tillage Conference (29th., 2006, Amarillo). Proceedings. Amarillo, s.e. pp. 113-114. Consultado 06 oct. 2008. Disponible en <http://amarillo.tamu.edu/programs/agronomy>
9. BECOÑA, F. s.f. Estrategia de manejo estival en la invernada. (en línea). Revista Plan Agropecuario. 124:28-31. Consultado 10 oct. 2008. Disponible en http://www.planagropecuario.org.uy/publicaciones/revista/R124/R124_28.pdf.
10. BEGUET, H.; BAVERA, A.2001.Fisiología de la planta pastoreada. (en línea). Río Cuarto, Facultad de Agronomía. s.p .Consultado 10 oct.2008. Disponible en http://www.produccionanimal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/pastoreosistemas/04-fisiologia_de_la_planta_pastoreada.htm.
11. BIANCO, A.; MELLO, R. 2004. Caracterización cualitativa y evaluación de diferentes opciones de reservas forrajeras. Montevideo, Facultad de Agronomía. Centro Regional Sur. 3 p.
12. BOLLETTA, A.2005. Verdeos de verano; moha y mijo. (en línea). Bordenave, INTA. s.p. Consultado 20 oct.2008. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/bordenave/contactos/autores/bolleta/verdeoverano>
13. BRISKE, D.D.1991. Developmental morphology and physiology of grasses. In: Hutshmid, R.K.; Stuthred, J.W. eds. Grazing management and ecological perspective. Portland, Timber. pp. 85-108.

14. BROUGHAM, R.W. 1956. Effect of intensity of defoliation on regrowth pastures. *Australian Journal of Agricultural Research*. 7:377-936.
15. BUENO, G.M.J.; CORSI, M.; BARIONI, L.G.; VILELA, L. 2004. Grazing intensity on herbage production of irrigated Tanzania grass. *Pesquisa Agropecuaria Brasileira*. 39:927-936.
16. CANGIANO, C.A. 1996. Consumo en pastoreo, factores que afectan la facilidad de cosecha. *In: Producción animal en pastoreo*. Balcarce, INTA. pp. 41-48.
17. CARAMBULA, M. 1964. Efectos de diferentes intensidades y frecuencias de corte en Sudangrás. *Boletín Técnico Facultad de Agronomía (Montevideo)*. no. 7: 1- 11.
18. _____; 2007. Verdeos de verano. Montevideo, Hemisferio Sur. 226 p.
19. CASLER, M.D.; PEDERSE, J.F.; UNDERSANDER, D.J. 2003. Forage yields and economic losses associated with the brown midrib trait in Sudangrass. *Crop Science*. 43: 782-789.
20. CERETTA, S. 2007. Evaluación de sorgo forrajero para pastoreo, sorgo para silo, mijo y moha zafra 2006/2007. (en línea). Montevideo, INIA. s.p. Consultado 10 oct. 2008. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/sf/sfor06.htm.
21. COSTA, N.; TOEWNSSEND, C.R.; MAGALHÃES, J. 2003. Avaliação agrônômica sob pastejo de *Panicum maximum* cv. Massai. *In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (40ª., 2003, Santa María)*. Trabalhos apresentados. Santa María, s.e. 1 disco compacto, 8mm.
22. _____; PAULINO, V.; TOWNSEND C.; MAGALHÃES J.; OLIVEIRA, J.R. 2004a. Desempenho agrônômico de *Panicum maximum* cv. massai sob pastejo em Rondônia. *In: Congress of Grassland*

- Ecophysiology and Grazing Ecology (2nd., 2004, Paraná).
Proceedings. Paraná, s.e. 1 disco compacto, 8 mm.
23. _____.; DA SILVA, C. 2004b. Understandings the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species; the basis for planning efficient grazing management practices. In: Congress of Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology (2nd., 2004, Paraná). Proceedings. Paraná, s.e. 1 disco compacto, 8 mm.
24. CHACON, E.A.; STOBBS, T.H.; DALE, M.B. 1978. Influence of sward characteristics on grazing behavior and growth of Hereford steers grazing tropical pastures. Australian Journal of Agricultural Research. 29:89-102.
25. CHAPARRO, C.J. 1995 .Defoliation effects on 'Mott' elephantgrass productivity and leaf percentage. Agronomy Journal. 87:981-985.
26. CHIFFLET DE VERDE, S.; ROSSO, O.; GÓMEZ, P. 1987. Alternativas estratégicas para la terminación de novillos en el area Sud-Este de la provincia de Buenos Aires. In: Reunión sobre Producción y Utilización de Pasturas para Engorde y Producción de Leche (1987, Colonia). Trabajos presentados. s.n.t. pp. 127-134.
27. DEL POZO P, P. 2001. Bases eco fisiológicas para el manejo de los pastos tropicales parte II. (en línea). La Habana, s.e. 6 p.
Consultado 10 oct. 2008. Disponible en <http://www.isch.edu.cu/biblioteca/index.htm>.
28. DOEFERT, D.; ALLEN, V.; BEAN, B.; MCCOLLUM, T. 2007. Forage sorghum production in the southern plains region. (en línea). Texas Alliance from Water Conservation. Summary of Research No.1. p.irr. Consultado 10 oct. 2008. Disponible en <http://www.deps.ttu.edu/tawc>.
29. EDWARDS, N.C.; HENRY, J.R.; FRIBOURG, A.; MONTGOMERY, M. 1971. Cutting management effects on growth rate and dry matter

- digestibility of sorghum sudangrass cultivar " Sudax SX 11".
Agronomy Journal. 63:267-271.
30. ESPINOZA, M.; ARGENTI, P.; GIL, J.; PERDOMO, E.; LEÓN, L. 1992. Rendimiento y calidad nutritiva de cuatro híbridos y una variedad de sorgo forrajero (*Sorghum bicolor* pers.) bajo riego complementario. Zootecnia Tropical. 10:171-188.
31. FASSIO, A.; CAZZOLINO, D.; IBAÑEZ, W.; FERNANDEZ, E. 2002. Sorgo; destino forrajero. Montevideo, INIA. 30 p. (Serie Técnica no. 127).
32. FERNÁNDEZ, A. s.f. Sorgos BMR (nervadura marrón) su rol en los sistemas ganaderos. (en línea). Bordenave, INTA. s.p. Consultado 04 oct.2008. Disponible en <http://www.inta.gov.ar/Bordenave/contactos/autores/anibal/sorgoBMR>
33. FERNANDEZ, M.; NAVA, M. P. 2008. Efecto de la asignación de forraje y suplementación sobre la estructura y composición botánica de una pastura mezcla. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 107 p.
34. FORBES, T.D.A. 1988. Researching the plant-animal interface; the investigation of ingestive behavior in grazing animals. Journal of Animal Science. 66:2369-2379.
35. FORMOSO, F.A. 1996. Bases morfológicas y fisiológicas del manejo de pasturas. In: Risso, D.F.; Berretta, E.J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 1-19 (Serie Técnica no. 80).
36. FRITZ, J.O.; CANTRELL, R.P.; LECHTENBERG, V.L.; AXTEL, J.D.; HERTEL, J.M. 1981. Brown midrib mutants in Sudangrass and grain Sorghum. Crop Science. 21: 706-709.

37. GABARD, L.; RUSSI, I. 2005. Efecto de la intensidad de pastoreo en producción y dinámica poblacional de Sorghum sudanense var. Comiray. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 123 p.
38. GARCÍA, G.; GARCIA PINTOS, L.; LOPEZ, M. 2008. Efecto de la suplementación energética sobre la performance de novillos manejados sobre una mezcla de raigras perenne bajo cuatro presiones de pastoreo. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 194 p.
39. GERHARDT, R. L.; FRITZ, J.O.; JASTER, E.H.C.; MOORE, K. J.1994. Digestion kinetics and composition of normal and brown midrib sorghum morphological components. Crop Science. 34: 1353-1361.
40. GONTIJO M. 2003. Altura e relação folha-haste de seis híbridos sorgos em três cortes e duas épocas de plantio. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia (40º. 2003, Santa Maria). Trabalhos apresentados. Santa Maria, s.e. 1 disco compacto, 8mm.
41. HODGSON, J. 1979. Nomenclature and definition in grazing studies. Grass and Forage Science. 34:11-15.
42. _____.;1990. Grazing management; science into practice. New York, Longman. 203 p.
43. _____.; DA SILVA, C.2002. Options in tropical pasture management. In: Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia (39a. 2002, Recife). Proceedings. Recife, s.e. 1 disco compacto, 8mm.
44. HOLMES, W. 1989. Grass, its production and utilization. s.l., Blackwell. 306 p.
45. HUMPRHEYS, L.R. 1991. Tropical pastures utilization. Cambridge, Cambridge University. 202 p.

46. LANGER, R.M. 1981. Las pasturas y sus plantas. Montevideo, Hemisferio Sur. 514 p.
47. LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. In: Hodgson, J.; Illius, A.W. eds. The ecology and management of grazing systems. Wallingford, CAB International. pp. 3-36.
48. MACOON, B.; SOLLENBERGER, L.; MOORE, J.E. 2002. Defoliation effects on persistence and productivity of four *Pennisetum* spp. genotypes. *Agronomy Journal*. 94:541-548.
49. MARSALIS, A.M. 2006. Sorghum forage production in New Mexico. Guide A-332. New Mexico, New Mexico State University. 8 p.
50. MIERES, J.M. 2004. Guía para la alimentación de rumiantes. Montevideo, INIA. 80 p. (Serie Técnica no. 142).
51. MILLER, F.R.; STROUP, J.A. 2004. Growth and management of Sorghum for forage production. (en línea). In: National Alfalfa Symposium (2004, California). Proceedings. Ciudad, University of California. s.p. Consultado 31 oct. 2008. Disponible en http://ucanr.org/alf_symp/2004/04-149.pdf.
52. MIRANDA, D.; SANTOS M.E.; COSTA, L.; MOREIRA, D.; FAGUNDES, L.; FERRAZ, J.; RUME, D.; MISTURA, C. 2004. Densidade populacional de perfilhos e índice de área foliar do capim-elefante submetido a diferentes alturas de resíduo pós-pastejo. In: Congress of Grassland Ecophysiology and Grazing Ecology (2nd. 2004, Paraná). Proceedings. Paraná, s.e. 1 disco compacto, 8mm.
53. MONTOSI, F.; RISSO, D.; FIGURINA, G. 1996. Consideraciones sobre la utilización de pasturas. In: Risso, D.F.; Berretta, E.J.; Morón, A. eds. Producción y manejo de pasturas. Montevideo, INIA. pp. 85-93. (Serie Técnica no. 80).

54. MOTT, G. O. 1960. Grazing pressure and the measurement of pasture production. In: International grassland Congress (8th., 1960, University of Reading). Proceedings. London, Alden Press. pp. 606-611.
55. MOYER, J.E.; FRITZ, J.O.; HIGGINS, J.J. 2004. Trends in forage yield and nutritive value of hay-type *Sorghum* spp. *Agronomy Journal*. 96:1453-1458.
56. OLIVER, L.; PEDERSEN, J.F.; GRANT, R.J.; KLOPFENSTEIN, T.J. 2005. Comparative effects of the sorghum bmr-6 and bmr-12 genes. *Crop Science*. 45:2234-2239.
57. PANZA, P.L.; ROSSO, O.R.; CHIFFLET DE VERDE, S.; NOFAL, A.G. 1990. Ganancia de peso en novillos y composición botánica de la dieta en pastoreo diferido en otoño de maíz y sorgo forrajero. *Revista Argentina de Producción Animal*. 10:311-316.
58. PORTER, K.S.; AXTELL, J.D.; LECHTENBERG, V.L.; COLENBRANDER, V. F. 1978. Phenotype, fiber composition, and in vitro dry matter disappearance of chemically induced brown midrib (BMR) mutants of sorghum. *Crop Science*. 18: 205-208.
59. RINALDI, C; ESPASANDÍN, A; SOCA, P. 1995. Estructura del tapiz, calidad de la dieta y performance de novillos sometidos a diferentes presiones de pastoreo. In: Reunión ALPA (14^a), Congreso AAPA (19^o., 1995, Buenos Aires). Pastos y forrajes; memorias. Buenos Aires, s.e. pp. 282-284.
60. ROJO, R.; MENDOZA, G.D.; GARCÍA, C.M.; BÁRCENA, J.R.; ARANDA, E.M. 2000. Consumo y digestibilidad de pastos tropicales en toretes con suplementación nitrogenada y *Saccharomyces cerevisiae*. *Revista Facultad Agronomía (LUZ)*. 17: 358-370.
61. ROMERA, A.J.; GARTÍA, A.G.; MARINO, M.A.; AGNUSDEI, M. 2000. Efecto de la asignación forrajera sobre la ganancia de peso de

- vaquillonas de recría y la utilización del forraje en pasturas dominada por agropiro durante otoño-invierno. In: Reunión Latinoamericana de Producción Animal (16^a., 2000, Montevideo). Trabajos presentados. Montevideo, s.e. p irr.
62. ROMERO, L. 2003. Sorgo forrajero; una cuestión de manejo. (en línea). Rafaela, INTA. s.p. Consultado 05 oct.2008. Disponible en http://www.inta.gov.ar/rafaela/info/documentos/art_divulgacion/art_d_000_4.htm.
63. SALAS, J. 2006. Evaluación de dietas con alta inclusión de ensilaje de sorgo bmr o sorgo granífero, en vacas lecheras. Tesis Ing.Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 54 p.
64. SCHWARZ, A.; GODSEY, M.K.; GALEN, L.; ERICKSON, E.; KLOPFENSTEIN, T.J.; MITCHELL, R.B.; PEDERSEN, J.F.2008. Forage quality and grazing performance of beef cattle grazing brown mid-rib grain sorghum residue. (en línea). In: Nebraska beef report. Nebraska, University of Nebraska. pp. 34-36. Consultado 06 oct.2008. Disponible en <http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1012&context=animalscibcr>.
65. SMETHAM, M.L. 1995. The management of pastures for grazing. Outlook on Agriculture. 24 (3):167-177.
66. SOLLENBERGER, L.E.; BURNS, J.C. 2001. Canopy characteristics, ingestive behavior and herbage intake in cultivated tropical grasslands. In: International Grassland Congress of Brazilian Society of Animal Husbandry (19th., 2001, San Pablo). Proceedings. San Pablo, s.e. 1 disco compacto, 8mm.

67. _____.; MOORE, J.E.; ALLEN; V.G.; PEDREIRA, C.G.2005.
Reporting forage allowance in grazing experiments. Crop Science.
45:896-900.
- 68.UNDERSANDER D.J.; SMITH, L.H.; KAMINSKI, A.R.; KELLING, K.A.;
DOLL, J.D.1995. Alternative fields crop manual. (en línea).
Wisconsin, University of Wisconsin. s.p. Consultado 04 oct.2008.
Disponible en
<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/AFCM/index.html>.
- 69.VALLENTINE, J.F.1990.Grazing management. San Diego, Academic
Press. 523 p.
- 70.VAZ MARTINS, D. 2003. Avances sobre el engorde de novillos en forma
intensiva. Montevideo, INIA. 33 p. (Serie Técnica no.135).
- 71.VELAZCO, J.I.; ROVIRA, J.P. 2008. Efecto de dos manejos contrastantes
en Sudangrás en las características del forraje y producción
animal durante el segundo pastoreo. In: Reunión del
Grupo Técnico en Forrajeras del Cono Sur (22^a ., 2008, Minas).
Trabajos presentados. Montevideo, s.e. 1 disco compacto, 8mm.
- 72.VELHO, J, P.; BISCAINO, G.; MORAES, G.; GONÇALVES, M.;
BONNECARRÈRE, L.; TREVISAN, L; .LIMA, L.; CADORIN,
J.R.2004. Desempenho de novilhos de corte em pastagem de
milheto ou em pastagem natural. In: Congress of Grassland
Ecophysiology and Grazing Ecology (2nd ., 2004, Paraná).
Proceedings .Paraná, s.e. 1 disco compacto, 8mm.
- 73.WADE, M.H.; AGNUSDEI, M. 2001. Morfología y estructura de una
pastura y su relación con el consumo. (en línea). s.n.t . s.p.
Consultado 04 oct.2008. Disponible en
[http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejopasturas/
pastoreosistemas/76-morfologia_y_estructura_de_forrajeras.htm](http://www.produccionbovina.com/produccion_y_manejopasturas/pastoreosistemas/76-morfologia_y_estructura_de_forrajeras.htm).

74. WEDIG, C.L.; JASTER, E.H.; MOORE, K.J.; MERCHEN, N.
R. 1987. Rumen turnover and digestion of normal and brown midrib sorghum x sudangrass hybrid silages in dairy cattle. *Journal of Dairy Science*. 82:1220–1227.
75. WEDIN, W.F. 1970. Digestible dry matter, crude protein, and dry matter yields of grazing-type sorghum cultivars as affected by harvest frequency. *Agronomy Journal*. 62:359-463.
76. ZAGO, C.P. 1991. Cultura de sorgo para produção de silagem de alto valor nutritivo. In: Simpósio sobre Nutrição de Bovinos (4º., 1991, Piracicaba). Trabalhos apresentados. Piracicaba, ESALQ. pp.169-217.

9. APÉNDICES

Apéndice No. 1 Resumen de salidas SAS. Altura disponible 3 pastoreos.
Effect=MAN. (P<0.05)

letter group	Obs	MAN	Estimate	Standard Error
A	3	ALTO	92.9402	8.2063
B	4	BAJO	79.4517	8.2063

Apéndice No. 2. Resumen de salidas SAS. Altura disponible 3 Pastoreos.
Effect=MAT*MAN. (P<0.05)

L. Group	Obs	MAT	MAN	Estimate	Standard Error
A	5	BMR	ALTO	93.4221	8.8099
A	6	SG	ALTO	92.4583	8.8099
A	7	SG	BAJO	83.1809	8.8099
A	8	BMR	BAJO	75.7226	8.8099

Apéndice No. 3. Resumen de salidas SAS. Altura disponible pastoreos 2 y 3.
Effect=MAN (P<0.05)

L.Group	MAT	MAN	Estimate	S.Error
A	-	ALTO	61.5500	5.6124
B	-	BAJO	41.0594	5.6124

Apéndice No. 4. Resumen de salidas SAS. Altura disponible pastoreos 2 y 3.
Effect=MAT*MAN (P<0.05)

Letter Group	Obs	past	MAT	MAN	Estimate	Standard Error
A	7	—	SG	ALTO	62.5229	6.2909
AB	8	—	BMR	ALTO	60.5770	6.2909
BC	9	—	SG	BAJO	43.0889	6.2909
C	10	—	BMR	BAJO	39.0298	6.2909

Apéndice No. 5. Resumen de salidas SAS. Alturas remanente 3 pastoreos
Effect=MAT*MAN.(P<0.05)

Letter	Obs	MAT	MAN	Standard	
				Estimate	Error
Group					
A	5	SG	ALTO	37.1452	4.4605
A	6	BMR	ALTO	35.6040	4.4605
B	7	SG	BAJO	13.7273	4.4605
B	8	BMR	BAJO	13.7103	4.4605

Alturas remanente pastoreos 2 y 3. Effect=MAT*MAN. (P<0.05)

Letter	Obs	past	MAT	MAN	Standard	
					Estimate	Error
Group						
A	7	_	SG	ALTO	33.6367	2.9533
A	8	_	BMR	ALTO	31.7115	2.9533
B	9	_	SG	BAJO	13.9984	2.9533
B	10	_	BMR	BAJO	13.9791	2.9533

Apéndice No. 6. Resumen de salidas SAS. MS Disponible 3 pastoreos.
Effect=MAN (P<0.05)

Letter	Obs	MAT	MAN	Standard	
				Estimate	Error
Group					
A	3		ALTO	4392.01	459.84
B	4		BAJO	3631.75	459.84

Apéndice No. 7. Resumen de salidas SAS. MS Disponible 3 pastoreos.
Effect=MAT*MAN. (P<0.05)

Letter	Obs	MAT	MAN	Standard	
				Estimate	Error
Group					
A	5	BMR	ALTO	4611.58	496.02
A	6	SG	ALTO	4172.43	496.02
A	7	SG	BAJO	3771.67	496.02
A	8	BMR	BAJO	3491.82	496.02

Apéndice No. 8. Resumen de salidas SAS. MS disponible pastoreos 2 y 3.
Effect=MAN. (P<0.05)

Letter	Obs	past	MAT	MAN	Estimate	S.Error
Group						
A	5	—		ALTO	2267.92	204.83
B	6	—		BAJO	1197.45	204.83

Apéndice No. 9. Resumen de salidas SAS. MS disponible pastoreos 2 y 3
Effect=MAT*MAN (P<0.05)

Letter	Obs	past	MAT	MAN	Estimate	S.Error
Group						
A	7	—	BMR	ALTO	2378.20	285.98
AB	8	—	SG	ALTO	2157.63	285.98
AB	9	—	SG	BAJO	1276.67	285.98
B	10	—	BMR	BAJO	1118.23	285.98

Apéndice No. 10. Resumen de salidas SAS. MS disponible Tallo promedio 3
pastoreos. Effect=MAT*MAN.(P<0.05).

Letter	Obs	past	MAT	MAN	Estimate	S. Error
Group						
A	8	—	BMR	ALTO	2758.17	253.14
AB	9	—	SG	ALTO	2284.83	253.14
AB	10	—	SG	BAJO	2204.54	253.14
B	11	—	BMR	BAJO	1812.16	253.14

Apéndice No. 11. Resumen de salidas SAS. MS Disponible Tallo promedio
pastoreos 2 y 3. Effect=MAT*MAN (P<0.05)

Letter	Obs	past	MAT	MAN	Estimate	S. Error
Group						
A	5	—	BMR	ALTO	1298.30	161.00
AB	6	—	SG	ALTO	1035.96	161.00
AB	7	—	SG	BAJO	626.07	161.00
B	8	—	BMR	BAJO	523.81	161.00

Apéndice No. 12. Resumen de salidas SAS. MS Disponible Tallo promedio pastoreos 2 y 3 Effect=MAN (P<0.05).

Letter Group	Obs	past	MAT	MAN	Standard	
					Estimate	Error
A	3	—	ALTO		1167.13	113.84
B	4	—	BAJO		574.94	113.84

Apéndice No. 13. Resumen de salidas SAS. MS Hoja disponible promedio pastoreos 2 y 3. Effect=MAN (P<0.05)

Letter Group	Obs	past	MAT	MAN	Standard	
					Estimate	Error
A	5	—	ALTO		1035.20	100.48
B	6	—	BAJO		572.72	100.48

MS hoja Disponible promedio pastoreos 2 y 3. Effect=MAT*MAN

Obs	past	MAT	MAN	Estimate	S. Error	Letter Group
7	—	BMR	ALTO	1091.96	138.00	A
8	—	SG	ALTO	978.44	138.00	A
9	—	SG	BAJO	586.83	138.00	A
10	—	BMR	BAJO	558.62	138.00	A

Apéndice No. 14. Resumen de salidas SAS. MS hoja disponible total pastoreos 2 y 3. Effect=MANEJ (P<0.05)

Obs	MAT	MANEJ	Estimate	S. Error	L. Group
3		ALTO	1813.13	167.88	A
4		BAJO	1046.25	167.88	B

Apéndice No. 15. Resumen de salidas SAS. Rel H T disponible, pastoreos 2 y 3 Effect=MAT*MAN (P<0.05)

Letter L. Group	Obs	past	MAT	MAN	Estimate	Error
A	5	—	BMR	BAJO	1.9333	0.3313
A	6	—	SG	BAJO	1.1175	0.3313

A	7	—	SG	ALTO	1.0900	0.3313
A	8	—	BMR	ALTO	1.0292	0.3313

Apéndice No. 16. Resumen de salidas SAS. MS Remanente pos rotativa pastoreos 2 y 3. Effect=MAT*MAN(P<0.05)

Letter Group	Obs	MAT	MAN	Estimate	Standard Error
A	5	BMR	ALTO	1142.47	110.17
A	6	SG	ALTO	882.47	110.17
B	7	SG	BAJO	391.15	110.17
B	8	BMR	BAJO	372.53	110.17

Apéndice No. 17. Resumen de salidas SAS. MS Tallo remanente pastoreos 2 y 3. Effect=MAN.(P<0.05)

Letter Group	Obs	past	MAT	MAN	Estimate	Standard Error
A	3	—		ALTO	884.29	92.2664
B	4	—		BAJO	398.63	92.2664

Apéndice No. 18. Resumen de salidas SAS. MS Tallo remanente pastoreos 2 y 3. Effect=MAT*MAN. (P<0.05)

Letter Group	Obs	past	MAT	MAN	Estimate	S.Error
A	5	—	BMR	ALTO	1010.91	130.48
AB	6	—	SG	ALTO	757.67	130.48
B	7	—	SG	BAJO	403.95	130.48
B	8	—	BMR	BAJO	393.31	130.48

Apéndice No. 19. Resumen de salidas SAS. MS (Kg/ha) remanente total pastoreos 2 y 3. Effect=MAT*MANEJ (P<0.05)

Obs	MAT	MANEJ	Estimate	Standard Error	Letter Group
5	BMR	ALTO	2075.25	263.96	A
6	SG	ALTO	1630.50	263.96	AB
7	SG	BAJO	705.75	263.96	B
8	BMR	BAJO	652.75	263.96	B

Apéndice No. 20. Resumen de salidas SAS. MS Hoja remanente total pastoreos 2 y 3. Effect=MANEJ (P<0.05)

Obs	MAT	MANEJ	Estimate	Letter Group
3	ALTO	185.38	18.7109	A
4	BAJO	122.75	18.7109	B

Effect=MAT*MANEJ (P<0.05)

Obs	MAT	MANEJ	Estimate	Standard Error	Letter Group
5	BMR	ALTO	221.25	26.4612	A
6	SG	ALTO	149.50	26.4612	A
7	BMR	BAJO	126.75	26.4612	A
8	SG	BAJO	118.75	26.4612	A

Apéndice No. 21. Resumen de salidas SAS. MS tallo remanente total pastoreos 2 y 3. Effect=MAT*MANEJ (P<0.05)

Obs	MAT	MANEJ	Estimate	Standard Error	Letter Group
5	BMR	ALTO	1848.25	277.21	A
6	SG	ALTO	1466.75	277.21	A
7	SG	BAJO	762.50	277.21	A
8	BMR	BAJO	734.25	277.21	A

Effect=MANEJ (P<0.05)

Obs	MAT	MANEJ	Estimate	S.Error	L.Group
3		ALTO	1657.50	196.02	A
4		BAJO	748.38	196.02	B

Apéndice No. 22. Resumen de salidas SAS. Relación hoja/tallo remanente pastoreos 2 y 3. Effect=MAN.(P<0.05)

L.Group	Obs	past	MAT	MAN	Estimate	Standard Error
A	3	—	BAJO	0.1951	0.01812	
B	4	—	ALTO	0.1302	0.01812	

Apéndice No. 23. Utilización en altura pastoreos 2 y 3. Effect=MAT*MAN.
(P<0.05)

Letter Group	Obs	past	MAT	MAN	Estimate	S.Error
A	7	—	SG	BAJO	31.1667	5.5448
A	8	—	BMR	ALTO	25.7083	5.5448
A	9	—	BMR	BAJO	25.5833	5.5448
A	10	—	SG	ALTO	23.6667	5.5448

Apéndice No. 24. Resumen de salidas SAS. MS desaparecida total pastoreos 2 y 3.Effect= MANEJ(P<0.05)

Obs	MAT	MANEJ	Estimate	S.Error	L.Group
3		ALTO	1852.88	186.65	A
4		BAJO	679.25	186.65	B

Apéndice No. 25. Resumen de salidas SAS. MS desaparecida total pastoreos 2 y 3.Effect=MANEJ (P<0.05).

Obs	past	MAT	MAN	Standard Estimate	Letter Error	Group
5	—	BMR	ALTO	1314.14	306.48	A
6	—	SG	ALTO	1181.69	306.48	A
7	—	SG	BAJO	757.45	306.48	A
8	—	BMR	BAJO	591.90	306.48	A

Apéndice No. 26. Resumen de salidas SAS. MS Hoja desaparecida promedio pastoreos 2 y 3. Effect=MAN(P<0.05)

L, Group	Obs	past	MAT	MAN	Estimate	S.Error
A	5	—		ALTO	934.57	96.1064
B	6	—		BAJO	506.10	96.1064

Apéndice No. 27. Resumen de salidas SAS. MS hoja desaparecida total tres pastoreos. Effect= MANEJ(P<0.05)

Obs	MAT	MANEJ	Estimate	Error	Group
3	ALTO	4716.63	289.03		A
4	BAJO	3788.38	289.03		B

Apéndice No. 28. Resumen de salidas SAS. MS hoja desaparecida total pastoreos 2 y 3. Effect=MANEJ (P<0.05)

Obs	MAT	MANEJ	Estimate	S.Error	Letter Group
3		ALTO	1627.75	165.43	A
4		BAJO	923.63	165.43	B

Apéndice No. 29. Resumen de salidas SAS. Crecimiento ajustado MS/Ha. Pastoreos 2 y 3. Effect=MAN. (P<0.05)

L.Group	Obs	past	MAT	MAN	Estimate
A	3		ALTO	2046.60	229.35
B	4		BAJO	1233.90	229.35

Apéndice No. 30. Resumen de salidas SAS. Tasa de crecimiento MS Kg/Ha/día pastoreos 2 y 3. Effect=MAT*MAN. (P<0.05)

Letter Group	Obs	past	MAT	MAN	Estimate	Standard Error
A	7	—	SG	ALTO	64.3333	10.9951
A	8	—	BMR	ALTO	58.1250	10.9951
A	9	—	SG	BAJO	39.3333	10.9951
A	10	—	BMR	BAJO	34.7917	10.9951

Apéndice No. 31. Resumen de salidas SAS. Tasa de crecimiento pastoreos 2 y 3. Effect=MANEJ (P<0.05)

Obs	MAT	MANEJ	Estimate	S.Error	Letter Group
3		ALTO	47.8750	3.8304	A
4		BAJO	28.8750	3.8304	B

Apéndice No. 32. Resumen de salidas SAS. TC Hoja pastoreos 2 y 3. Effect=MANEJ P<0.05)

Obs	MAT	MANEJ	Estimate	S.Error	L.Group
3		ALTO	17.6250	1.7207	A
4		BAJO	12.0000	1.7207	B

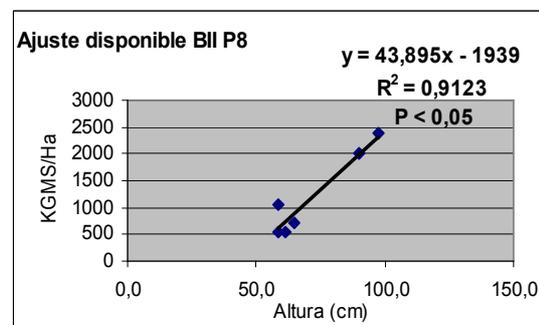
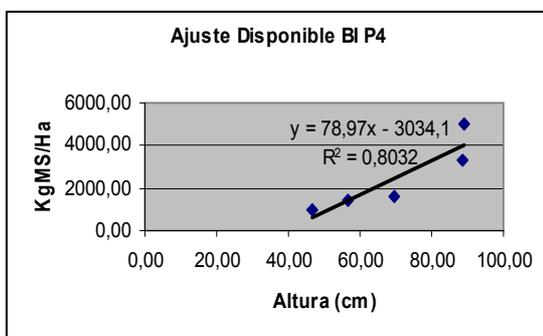
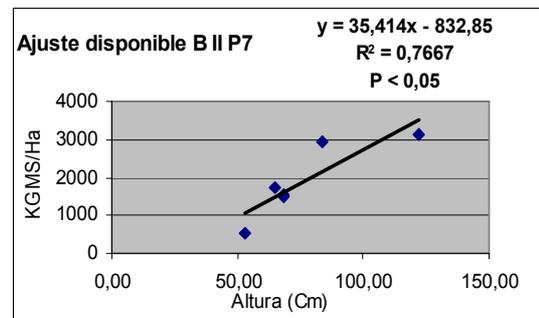
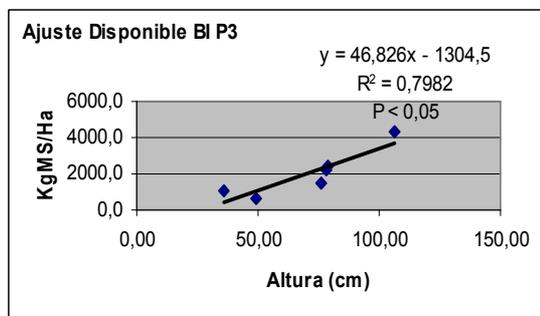
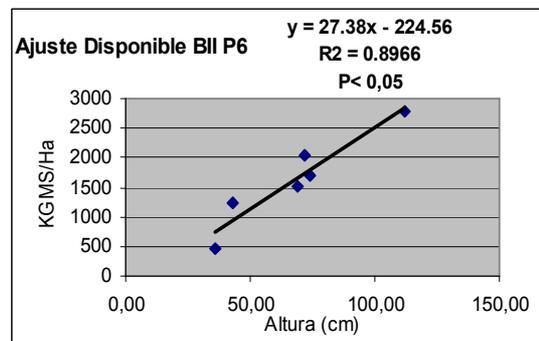
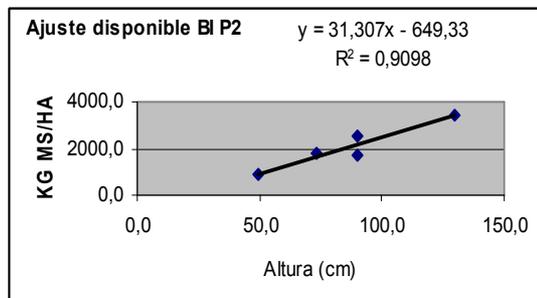
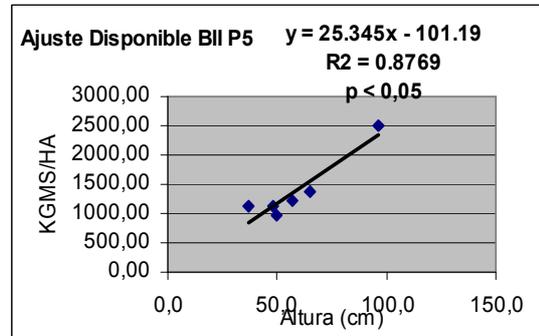
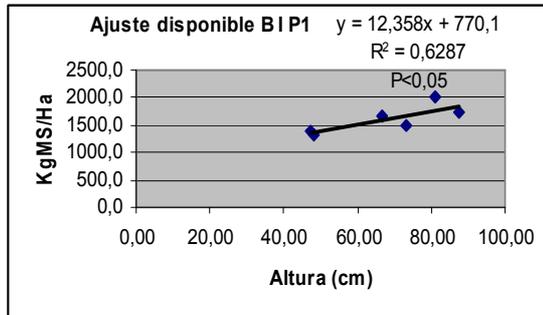
Effect=Mat*MAN

Obs	MAT	MANEJ	Estimate	S.Error	L.Group
5	BMR	ALTO	2075.25	263.96	A
6	SG	ALTO	1630.50	263.96	AB
7	SG	BAJO	705.75	263.96	B
8	BMR	BAJO	652.75	263.96	B

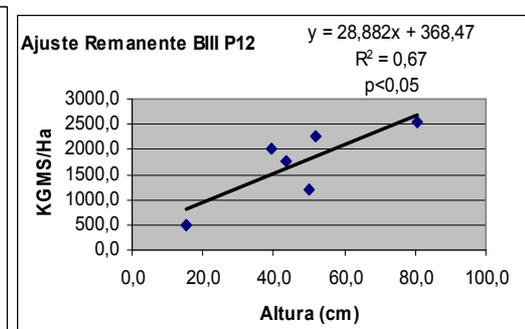
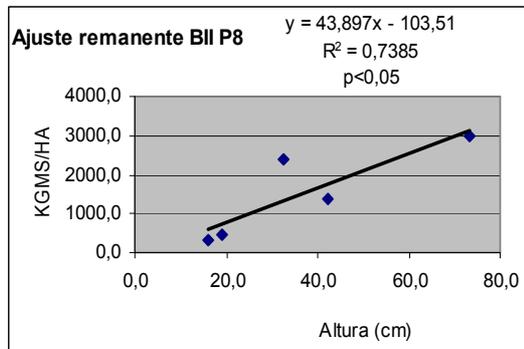
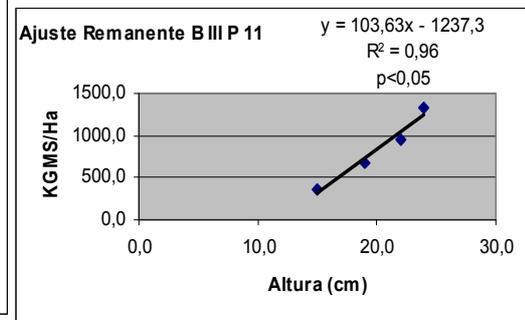
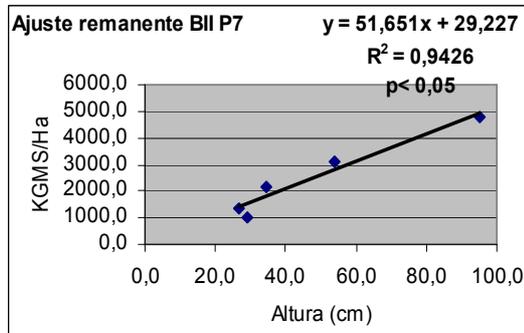
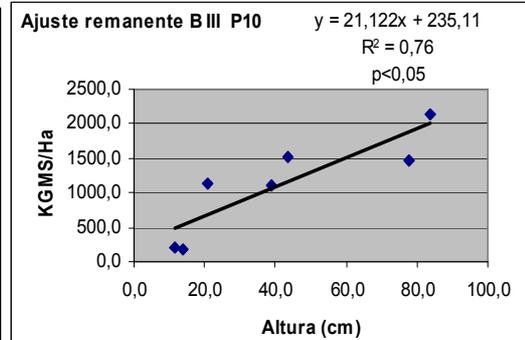
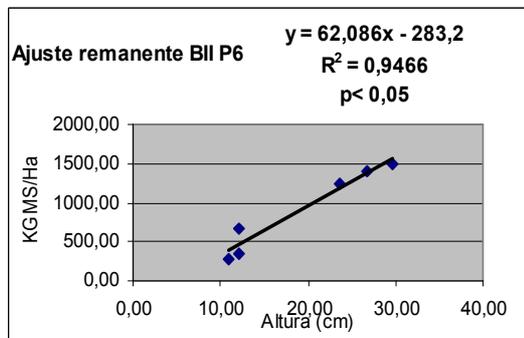
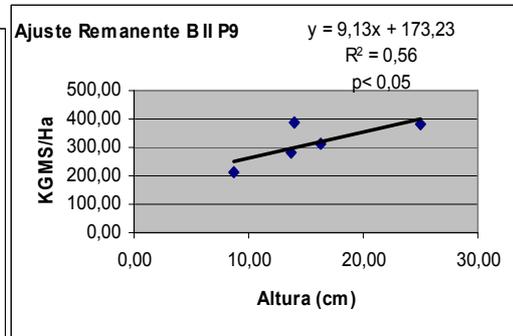
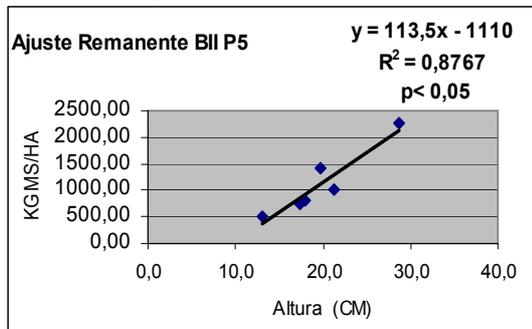
Apéndice No. 33. Resumen de salidas SAS. Tasa de crecimiento MS Kg/Ha/día pastoreos 2 y 3. Effect=MAN. (P<0.05)

Letter	Obs	past	MAT	MAN	Estimate	S. Error
Group						
A	5	—		ALTO	61.2292	8.0133
B	6	—		BAJO	37.0625	8.0133

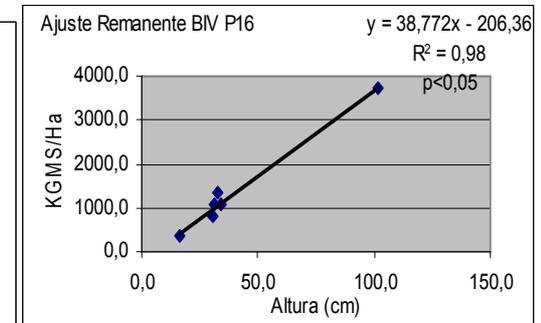
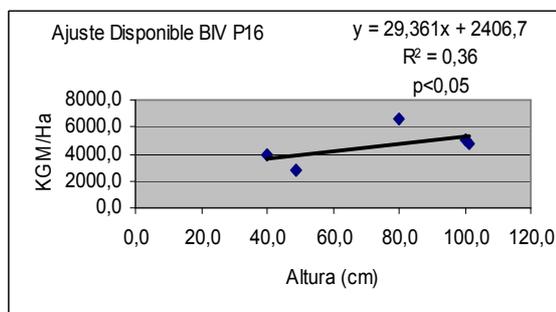
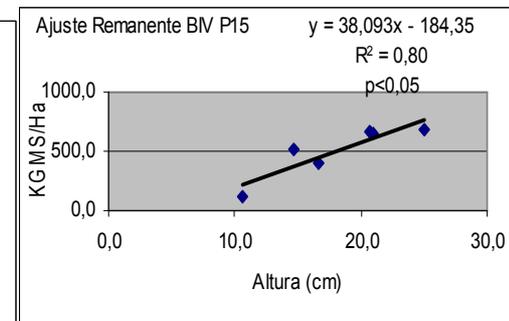
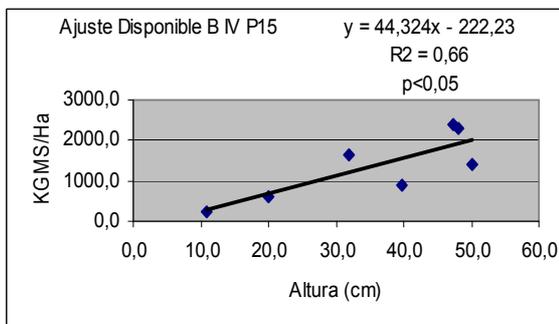
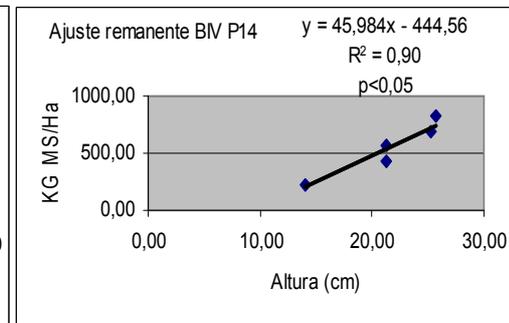
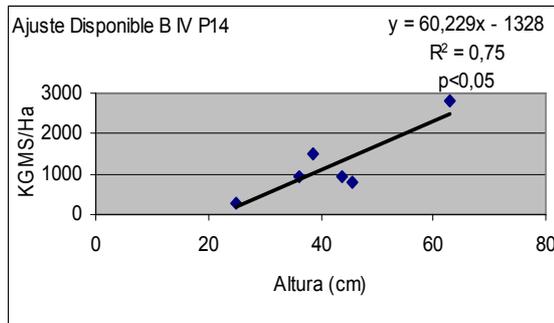
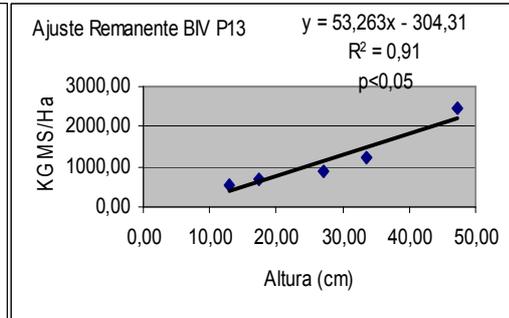
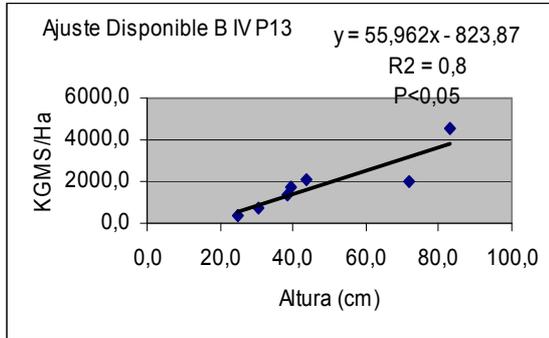
Apéndice No. 34. Ajuste de disponibilidad de MS según altura, 2do pastoreo BLOQUE I y II.



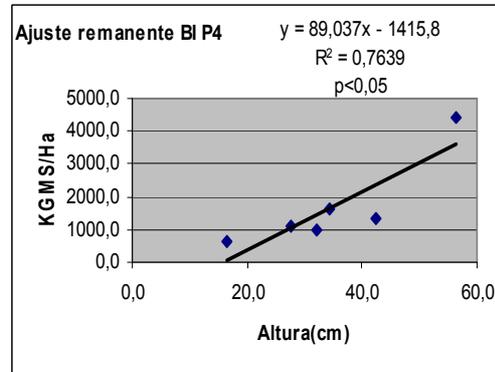
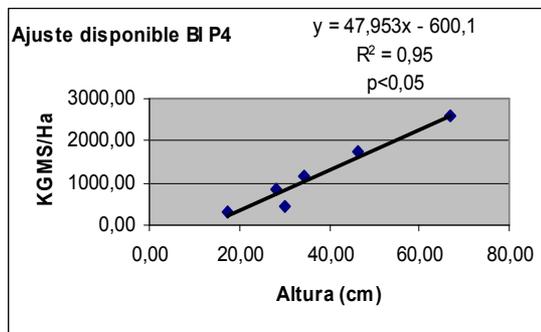
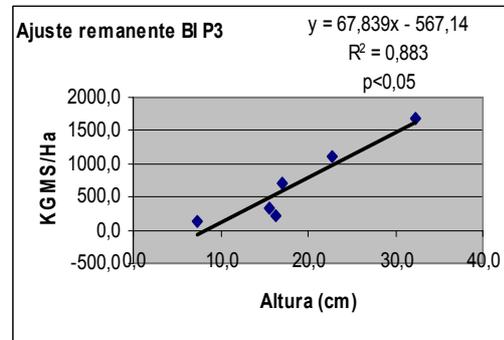
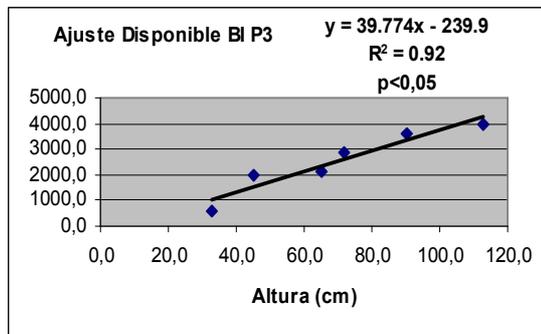
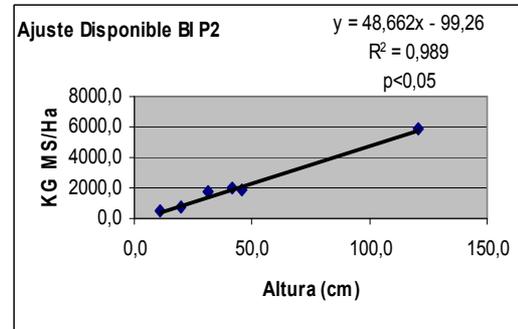
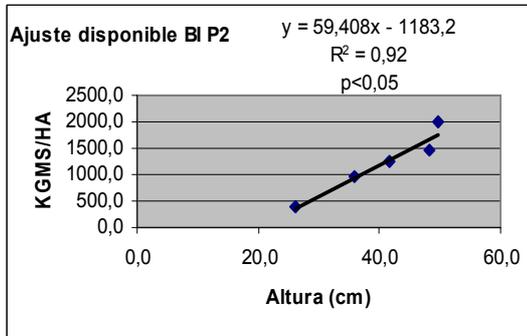
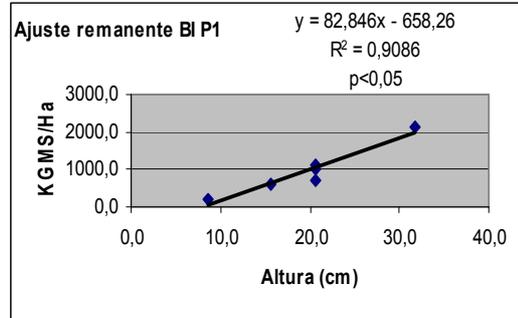
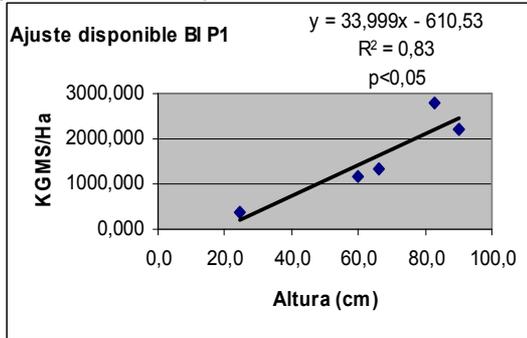
Apéndice No. 35. Ajuste de MS remanente según altura, 2do pastoreo BLOQUE II y II.



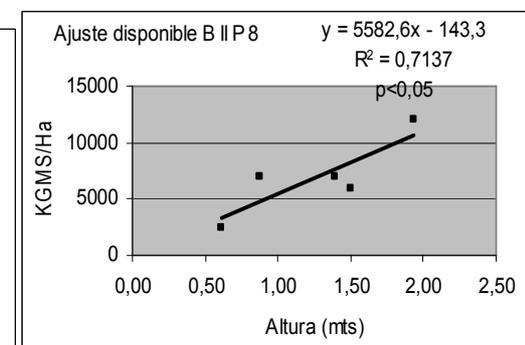
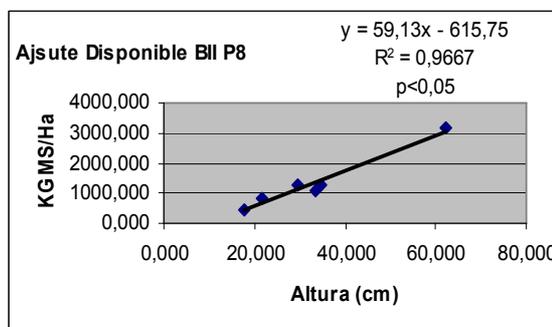
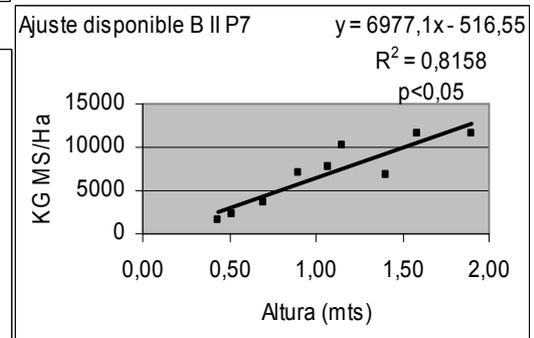
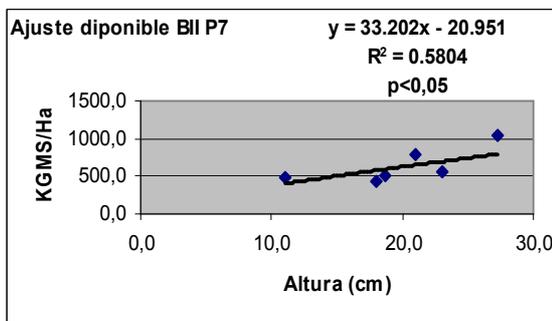
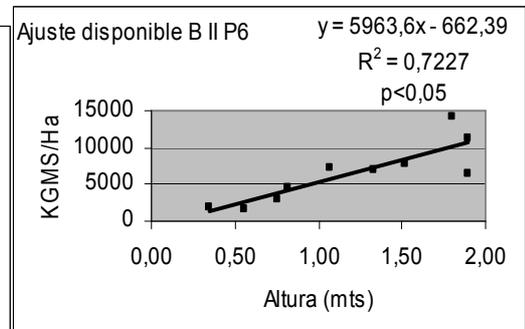
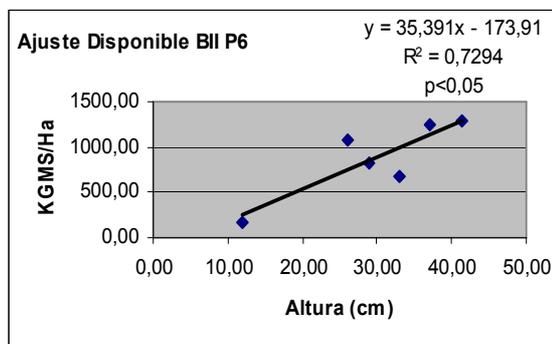
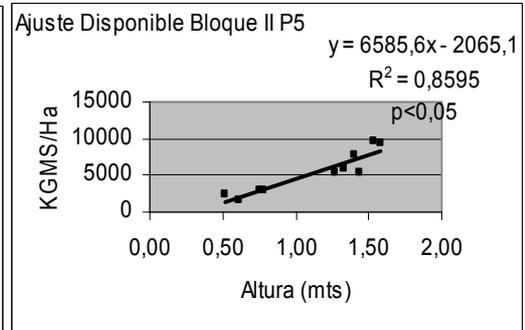
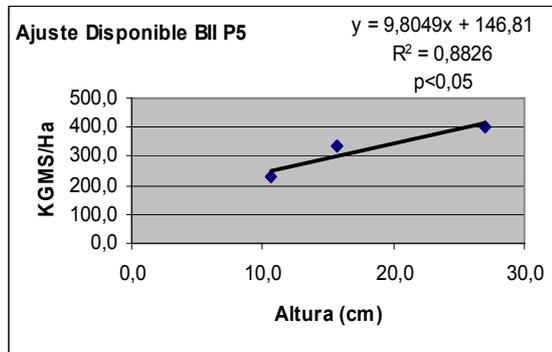
Apéndice No. 36. Ajuste de MS disponible y remanente según altura, 2do pastoreo, Bloque IV.



Apéndice No. 37. Ajuste de MS disponible y remanente según altura, 3 er. pastoreo, Bloque III.



Apéndice No. 38. Ajuste de disponibilidad de MS según altura, 3er. pastoreo bloque II y primer pastoreo bloque II.



Apéndice No. 39 ANAVA Regresiones. Materia seca de hoja disponible en función de altura disponible (Fig.15)

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,94245
Coefficiente de determinación R ²	0,88821
R ² ajustado	0,88554
Error típico	555,739
Observaciones	44

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	103058204	103058204	33382249	1,3461E-21
Residuos	42	12971501,8	308845,281		
Total	43	116029706			

Apéndice No. 40. ANAVA Regresiones. MS de hoja desaparecida en función de materia seca de hoja disponible (fig.27)

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,99965139
Coefficiente de determinación R ²	0,9993029
R ² ajustado	0,9992863
Error típico	44,7920171
Observaciones	44

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	120795598	120795598	60207,3994	6,2676E-68
Residuos	42	84265,6414	2006,3248		

Total 43 120879864

Apéndice No. 40. ANAVA Regresiones. Relación entre la altura disponible y la MS (Kg/ha) de hoja desaparecida para todo el período.(fig.26)

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,94108
Coefficiente de determinación R ²	0,88563
R ² ajustado	0,8829
Error típico	573,738
Observaciones	44

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	107054512	1,1E+08	325,22	2,176E-21
Residuos	42	13825352	329175		
Total	43	120879864			

Apéndice No. 41. ANAVA Regresiones. Crecimiento ajustado 3 pastoreos en función de altura disponible (fig.33)

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de correlación múltiple	0,96691184
Coefficiente de determinación R ²	0,93491851
R ² ajustado	0,93336895
Error típico	1174,08162
Observaciones	44

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	831691264	831691264	603,344783	1,5285E-26
Residuos	42	57895641,2	1378467,65		
Total	43	889586906			

Apéndice No. 42. ANAVA
 Regresiones. Producción de MS en
 función de altura remanente (fig.34)

Estadísticas de la regresión

Coeficiente de correlación múltiple	0,812
Coef. Det. R ²	0,660
R ² ajustado	0,60393596
Error típico	188,584355
Observaciones	8

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	415171,609	415171,609	11,6739096	0,01420101
Residuos	6	213384,353	35564,0589		
Total	7	628555,962			

Apéndice No. 43 ANAVA Regresiones. Ganancia media diaria
 en función de la carga (UG) por parcela (fig.37)

Estadísticas de la regresión

Coeficiente de correlación múltiple	0,79829404
Coeficiente de determinación R ²	0,63727338
R ² ajustado	0,60100071
Error típico	0,27717869
Observaciones	12

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	1,34978945	1,34978945	17,569	0,00185343
Residuos	10	0,76828029	0,07682803		
Total	11	2,11806973			

Apéndice No. 44. ANAVA Regresiones. MS tallo disponible en función de altura disponible para los 3 pastoreos (fig 17).

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple 0,93861039

Coefficiente de determinación R² 0,88098947
R² ajustado 0,87815589
Error típico 764,618076
Observaciones 44

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	181770645	181770645	310,91	5,026E-21
Residuos	42	24554913,7	584640,803		
Total	43	206325559			

Apéndice No. 45. ANAVA Regresiones. MS hoja disponible en función de altura disponible para los 3 pastoreos(fig 17).

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple 0,942

Coeficiente de determinación	
R ²	0,888
R ² ajustado	0,886
Error típico	555,7
Observaciones	44

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	103058204	103058204	33382249	1,35E-21
Residuos	42	12971502	308845,28		
Total	43	116029706			

Apéndice No. 46 ANAVA Regresiones. MS disponible de hoja al 3er pastoreo en función de la altura remanente al 2do pastoreo (fig.18)

<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de correlación múltiple	0,95417
Coeficiente de determinación R ²	0,91044
R ² ajustado	0,90831
Error típico	1208,99
Observaciones	44

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	624052912	624052912	426,949	1,264E-23
Residuos	42	61389637,5	1461658,04		
Total	43	685442549			

Apéndice No. 47. MS de forraje desaparecido en función de la altura disponible para los 3 pastoreos (fig. 12)

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple	0,954
Coefficiente de determinación R ²	0,91
R ² ajustado	0,908
Error típico	1209
Observaciones	44

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	624052912	624052912	426,949	1,26E-23
Residuos	42	61389637,5	1461658,04		
Total	43	685442549			

Apéndice No. 48. ANAVA Regresiones GMD en función de hoja disponible (Kg/ha) para todo el período (fig. 38)

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple	0,96
Coefficiente de determinación R ²	0,921
R ² ajustado	0,88
Error típico	0,029
Observaciones	4

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuad.	Promedio de los cuad.	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,02053	0,0205	23,567	0,039
Residuos	2	0,00174	0,0008		
Total	3	0,02227			

Apéndice No. 49. ANAVA Regresiones MS (Kg/ha) de hoja desaparecida según MS (Kg/ha) de hoja disponible para todo el período.(fig 27)

*Estadísticas de la
regresión*

Coefficiente de
correlación
múltiple 0,9997

Coefficiente de
determinación
R² 0,9993
R² ajustado 0,9993
Error típico 44,792
Observaciones 44

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	120795598	120795598	60207,4	6,3E-68
Residuos	42	84265,641	2006,3248		
Total	43	120879864			

Apéndice No. 50. ANAVA Regresiones Ganancia media diaria (Kg/animal/día) en función de altura remanente (cm) para todo el período. (fig.38)

*Estadísticas de la
regresión*

Coefficiente de
correlación
múltiple 0,8922174

Coefficiente de
determinación
R² 0,7960519
R² ajustado 0,6940779
Error típico 0,0476642
Observaciones 4

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0,017735	0,017735	7,80642	0,1078

Residuos	2	0,004544	0,002272
Total	3	0,022279	

Apéndice No. 51. ANAVA Regresiones. Disponibilidad de MS de hoja y tallo (Kg/ha) según alturas del remanente para todo el período (fig 19)

- Hoja

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple 0,81272169

Coefficiente de determinación R² 0,66051654
R² ajustado 0,60393596
Error típico 188,584355
Observaciones 8

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	415171,6	415171,61	11,674	0,014201
Residuos	6	213384,4	35564,059		

- Tallo

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple 0,90552911

Coefficiente de determinación R² 0,81998297
R² ajustado 0,78998014
Error típico 159,064885
Observaciones 8

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	691498,32	691498	27,33	0,00196
Residuos	6	151809,83	25301,6		

Apéndice No. 52.ANAVA Regresiones. Disponibilidad de forraje (Kg /Ha de MS) en función de altura disponible (cm) para todo el período (fig.9)

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple 0,96727313

Coefficiente de determinación R² 0,93561731
R² ajustado 0,93408439
Error típico 936,089334
Observaciones 44

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	534826594	5,3E+08	610,349	1,2E-26
Residuos	42	36803056	876263		
Total	43	571629650			

Apéndice No. 53.ANAVA Regresiones. MS remanente (Kg/ha) en función de altura remanente para el 2do y 3er pastoreo (fig11)

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple 0,857192

Coefficiente de determinación	
R ²	0,734778
R ² ajustado	0,724577
Error típico	317,8766
Observaciones	28

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	7278420	7278419,5	72,0311	6E-09
Residuos	26	2627183	101045,52		
Total	27	9905603			

Apéndice No. 54. ANAVA Regresiones. MS desaparecida en función de MS disponible para todo el período experimental (fig.13)

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple	0,99482
--------------------------------------	---------

Coefficiente de determinación	
R ²	0,98966
R ² ajustado	0,98942
Error típico	410,714
Observaciones	44

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	678357733	6,78E+08	4021,4	2,463E-43
Residuos	42	7084816,6	168686,1		
Total	43	685442549			

Apéndice No. 55. ANAVA Regresiones. Relación hoja tallo en función de altura disponible para el segundo pastoreo (fig.20)

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple 0,51960397

Coefficiente de determinación R^2 0,26998828
 R^2 ajustado 0,21784459
 Error típico 0,41907035
 Observaciones 16

ANÁLISIS DE VARIANZA

	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F
Regresión	1	0,90932054	0,90932054	5,177774	0,0391
Residuos	14	2,45867946	0,17561996		
Total	15	3,368			

Apéndice No. 56. ANAVA Regresiones. MS (Kg/ha) de Hoja desaparecida según la MS (Kg/ha) de hoja disponible para el 2do y 3er pastoreo (fig.28)

Estadísticas de la regresión

Coefficiente de correlación múltiple 0,9946943

Coefficiente de determinación R^2 0,9894167
 R^2 ajustado 0,9890097
 Error típico 39,886016
 Observaciones 28

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	3867000,4	3867000	2430,71	3,254E-27
Residuos	26	41363,251	1590,894		
Total	27	3908363,6			

Apéndice No. 57. ANAVA Regresiones. GMD (Kg/animal/día) em función de la AF % (Kg/ha de MS cada 100 Kg. De P.V) promedio para los tres pastoreos (fig.41)

Estadísticas de la regresión

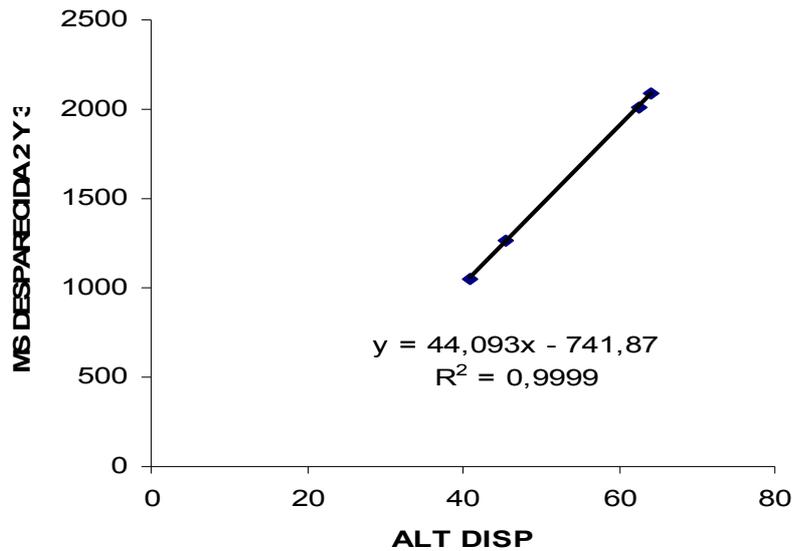
Coefficiente de correlación múltiple 0,85418

Coefficiente de determinación
R² 0,72962348
R² ajustado 0,59443522
Error típico 0,05488039
Observaciones 4

ANÁLISIS DE VARIANZA

	<i>Grados de libertad</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico de F</i>
Regresión	1	0,01625527	0,01625527	5,3971	0,1458
Residuos	2	0,00602371	0,00301186		
Total	3	0,02227899			

Apéndice No. 58. Regresión lineal para la MS disponible en función de altura en 2do y 3 er pastoreo.



Análisis de regresión lineal

Variable	N	R ²	R ² Aj	ECMP	AIC	BIC
DES	4	1,00	1,00	233,61	30,64	28,80

Coefficientes de regresión y estadísticos asociados

Coef	Est.	E.E.	LI(95%)	LS(95%)	T	p-valor	CpMallows
const	-741,87	19,72	-826,73	-657,02	-37,62	0,0007	
ALT	44,09	0,36	42,53	45,66	121,16	0,0001	9787,55

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	814564,11	1	814564,11	14679,33	0,0001
ALT	814564,11	1	814564,11	14679,33	0,0001
Error	110,98	2	55,49		
Total	814675,10	3			

Apéndice No.59. Manejo del pastoreo: Ilustraciones

