

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**EVALUACIÓN DE TRES MATERIALES DE *Pennisetum purpureum* SCHUM.
(PASTO ELEFANTE)**

por

**Diego CÁCERES BENTANCOR
Marcello MARTINELLI VARELA**

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

**MONTEVIDEO
URUGUAY
2010**

Tesis aprobada por:

Director:

Ing. Agr. PhD. Pablo Boggiano

Ing. Agr. María Bemhaja

Ing. Agr. MSc. Silvana Noël

Ing. Agr. Ramiro Zanoniani

Fecha:

16 de diciembre de 2010

Autores:

Diego Cáceres

Marcello Martinelli

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias, amigos y a vicky, por el apoyo incondicional durante toda la carrera.

A Mario Thedy y a su familia por abrimos las puertas de su hogar y por ser parte de la realización de este trabajo.

A Pablo Boggiano y Silvana Noëll por apoyar esta idea desde el comienzo, por su dedicación, tiempo brindado y por estos dos años de charlas y discusiones más que interesantes.

Al la CSEAM por apoyar este trabajo y especialmente a Gimena Echeverriborda por proponernos la idea y por la colaboración para poder llevarla a cabo.

A INIA Tacuarembó y a Maria Bemhaja en particular, por proporcionarnos las mudas del cultivar INIA Lambaré para este experimento.

Al toro, al colo, al gero y Martin por la ayuda en diversos momentos y por sobrellevar la mojadura en la plantación.

A Mónica Cadenazzi y a Oscar Bentancur por realizar el análisis estadístico de los datos.

A Jaime, al maestro y sus muchachos por su compañía y por las alegrías brindadas durante la realización de este trabajo.

A la sociedad, la cual por medio de la UDELAR nos brindó esta oportunidad y nos traslada este compromiso.

A la Asociación de Estudiantes de Agronomía.

TABLA DE CONTENIDO

	Página
PÁGINA DE APROBACIÓN.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VII
1. <u>INTRODUCCIÓN</u>	1
2. <u>REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</u>	2
2.1 <u>CARACTERÍSTICAS GENERALES</u>	2
2.1.1 <u>Método y época de plantación</u>	3
2.1.2 <u>Fertilización</u>	3
2.1.3 <u>Índice de área foliar</u>	6
2.1.4 <u>Características productivas</u>	7
2.1.4.1 <u>Potencial de producción</u>	7
2.1.4.2 <u>Calidad</u>	9
2.1.5 <u>Producción bajo pastoreo</u>	11
2.1.5.1 <u>Manejo de la pastura</u>	11
2.1.5.2 <u>Datos de producción animal bajo pastoreo</u>	13
2.1.6 <u>Otras alternativas de utilización</u>	13
2.2 <u>CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS MATERIALES</u>	14
2.2.1 <u>Cultivar INIA Lambaré</u>	14
2.2.1.1 <u>Manejo</u>	15
2.2.2 <u>Cultivar Mott</u>	15
2.2.2.1 <u>Manejo</u>	16
2.2.3 <u>Material EEMAC</u>	17
3. <u>MATERIALES Y MÉTODOS</u>	19
3.1 <u>LOCALIZACIÓN</u>	19
3.2 <u>PERÍODO EXPERIMENTAL</u>	21
3.3 <u>TRATEMIENTOS-MATERIAL EXPERIMENTAL</u>	21

3.4	ÁREA EXPERIMENTAL.....	22
3.5	CROQUIS DEL EXPERIMENTO.....	23
3.6	DISEÑO EXPERIMENTAL.....	23
3.7	DETERMINACIONES.....	25
3.7.1	<u>Producción de materia seca (MS)</u>	25
3.7.2	<u>Altura</u>	27
3.7.3	<u>Índice de área foliar</u>	27
3.7.4	<u>Parámetros químicos de calidad</u>	27
3.8	<u>CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO</u>	27
3.9	<u>DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE METEORÓLOGICO</u>	28
3.9.1	<u>Temperatura</u>	28
3.9.2	<u>Precipitaciones</u>	29
3.9.3	<u>Suma térmica y horas luz</u>	30
3.9.4	<u>Agua en el suelo</u>	31
4.	<u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u>	32
4.1	PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA.....	32
4.1.1	<u>Crecimiento de MS de plante entera entre períodos</u>	32
4.1.2	<u>Producción de MS de planta entera acumulada en el total del período</u>	34
4.1.3	<u>Tasas de crecimiento de la MS acumulada</u>	36
4.1.4	<u>Tasas de crecimiento por corte</u>	37
4.2	PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA EN EL ESTRATO SUPERIOR.....	39
4.2.1	<u>Materia seca acumulada en el estrato superior</u>	40
4.2.2	<u>Tasas de crecimiento por fracción y acumulada</u>	41
4.3	MATERIA SECA EN EL ESTRATO INFERIOR.....	43
4.4	RELACIÓN ALTURA MS DISPONIBLE.....	45
4.4.1	<u>Relación entre altura total y MS, en plante entera y en el estrato superior</u>	45
4.4.2	<u>Relación altura al cartucho y MS, en planta entera y en el estrato superior</u>	46

4.4.3 <u>Densidad de láminas</u>	48
4.4.4 <u>Síntesis relación altura MS disponible</u>	48
4.5 <u>ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR</u>	49
4.6 <u>CALIDA</u>	51
4.6.1 <u>Porcentaje de materia seca</u>	51
4.6.2 <u>Parámetros químicos de calidad</u>	51
5. <u>CONCLUSIONES</u>	54
5.1 <u>CONSIDERAACIONES FINALES</u>	54
6. <u>RESUMEN</u>	56
7. <u>SUMMARY</u>	57
8. <u>BIBLIOGRAFÍA</u>	58
9. <u>ANEXOS</u>	70

LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Características químicas del suelo.....	20
2. Temperatura y horas de luz, acumuladas y promedio, según corte.....	30
3. Crecimiento de MS de total, lámina y tallo+vaina al primer corte en kg/ha y relación Tallo+Vaina/Lámina según material.....	32
4. Crecimiento de MS de total, lámina y tallo+vaina durante el segundo período en kg/ha y relación Tallo+Vaina/Lámina según material.....	33
5. Crecimiento de MS de total, lámina y tallo+vaina durante el tercer período en kg/ha y relación Tallo+Vaina/Lámina según material.....	34
6. Producción de MS de planta entera, lámina y tallo acumulada a los 159 días post plantación en kg/ha y relación tallo+vaina/lámina según material.....	34
7. Tasa de crecimiento de lámina, tallo y planta entera.....	36
8. Tasa de crecimiento en planta entera según período, para los tres materiales.....	37
9. Tasa de crecimiento de lámina, por período para las tres materiales.....	38
10. Tasa de crecimiento de tallo+vaina por período y para los tres materiales.....	38
11. Materia seca en el estrato superior en kg/ha para total, lámina y tallo+vaina según corte para los tres materiales.....	39
12. Materia seca acumulada en kg/ha por fracción para cada material.....	40

13. Relación tallo+vaina/lámina del estrato superior para los materiales altos según corte.....	40
14. Tasa de crecimiento del estrato superior según período para los tres materiales.....	41
15. Tasa de crecimiento de lámina del estrato superior según período y para los tres materiales.....	42
16. Tasa de crecimiento de tallo+vaina de la MS en el estrato superior según período para los materiales altos.....	42
17. MS total, lámina, tallo+vaina y Rel t+v/l presente en el estrato inferior al momento del primer corte.....	43
18. MS total, lámina, tallo+vaina y Rel t+v/l presente en el estrato inferior al momento del segundo corte.....	43
19. MS total, lámina, tallo+vaina y Rel t+v/l presente en el estrato inferior al momento del tercer corte	44
20. Densidad de láminas en planta entera y en el estrato inferior para los materiales altos y el cv. Mott.....	48
21. IAF por período para planta entera, estrato superior y estrato inferior según material.....	49
22. Porcentaje de materia seca en el estrato superior para lámina y tallo+vaina.....	51
23. Valores medios de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y cenizas, expresados como porcentaje de MS del estrato superior de la lámina.....	52
24. Valores medios de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y cenizas, expresados como porcentaje de MS del estrato superior del tallo+vaina.....	52
25. Valores medios de PC, FDN, FDA y Cenizas en el estrato superior.....	53

Figura No.

1.	Localización del experimento de pasto elefante	19
2.	Suelo al momento de la plantación entre las parcelas del experimento.....	20
3.	Material utilizado, EEMAC a la izquierda y cv. Mott a la derecha....	21
4.	Área experimental a la plantación.....	22
5.	Croquis del experimento.....	23
6.	Metodología de medición para el corte.....	26
7.	Temperatura mínima, máxima, media y promedio de los años 1966 al 2010, cada 20 días para el período de evaluación.....	28
8.	Precipitaciones mensuales históricas y para el período en milímetros.....	30
9.	Agua disponible en el suelo para el período de evaluación.....	31
10.	Materia seca en el estrato superior en kg/ha según altura total de planta para el material EEMAC y el cv. INIA Lambaré.....	45
11.	Materia seca de planta entera según altura total para el cv. Mott.....	46
12.	Materia seca del estrato superior según altura al cartucho para los materiales EEMAC e INIA Lambaré.....	47
13.	Altura medida al cartucho y materia seca total y en el estrato superior para el cv. Mott.....	47

1. INTRODUCCIÓN

En la producción pecuaria nacional, en general y de la zona de Bella Unión, en particular, existe una problemática en la producción de forraje estival, debido a episodios de déficit hídrico y estrés térmico, existiendo pocas alternativas adaptadas a estas condiciones locales. Por otro lado el avance en la introducción de especies tropicales es una realidad y no siempre la investigación va a la misma velocidad, por eso existe poca información nacional de forrajeras tropicales en general y de esta especie en particular. No ocurre lo mismo en otros países de la región como Argentina y Brasil donde las especies tropicales son muy utilizadas y se ha generado mucha información.

La mayoría de los sistemas agropecuarios de la zona de Bella Unión tienen como única producción a la caña de azúcar, realizando monocultivo desde hace más de 50 años, lo que puede causar algunos problemas como son la erosión y la disminución de la productividad de los suelos. Algunas características de *Pennisetum purpureum* Schum. como su alta producción, presencia en la zona, perennidad, sumado a la cultura de los productores en plantar especies que se reproducen vegetativamente, hacen de esta especie una alternativa atrayente en sistemas de producción mixtos, de pequeños productores de caña, que diversifican sus ingresos agregando producción animal.

El presente trabajo surgió por iniciativa de este tipo de productores cuya inquietud era evaluar dicha especie, la cual fue tomada por la CSEAM y la Facultad de Agronomía. Con este fin se instaló un experimento en Bella Unión, cuyo objetivo fue evaluar tres materiales de *Pennisetum purpureum* Schum en cuanto a producción y calidad de forraje.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1 CARACTERÍSTICAS GENERALES

El pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) es una gramínea perenne originaria de África tropical, en la faja comprendida entre las latitudes 10 grados Norte y 20 grados Sur (Carvalho, citado por De Souza, 1991). Pertenece a la tribu Paniceae, (Rodrigues et al., citados por Jacques, 1990). De hábito cespitoso, puede llegar a seis metros de altura, se expande a través de yemas basilares y rizomas cortos, desarrollándose en grupos de 20 a 200 macollos, tiene tallos cilíndricos y rellenos, sus hojas alcanzan 1,25 m de longitud y 4,0cm de ancho (Carvalho, citado por De Souza, 1991). La floración puede ocurrir a partir de noviembre. Su inflorescencia es una espiga de forma cilíndrica que se ubica en el ápice de los tallos, cubierta densamente por espiguillas pero la producción de semillas es rara por ser una planta protogénica, lo que significa que el estigma se desarrolla, marchita y muere antes de la maduración de las anteras, en nuestras condiciones no produce semillas (Bemhaja, 2000). Por esta razón, la propagación del pasto elefante se realiza casi exclusivamente por vía vegetativa, utilizándose principalmente tallos enteros o fraccionados (Carvalho y Mozzer, 1971), aunque también puede ser multiplicado por trozos de tallos enraizados (plantines) (Rodrigues et al. 2000, Bemhaja 2000) y, en algunos casos, como cultivares híbridos recientemente lanzados, por semillas (Rodrigues et al., 2000).

Esta especie responde a altas temperaturas (30-35°C) y tolera temperaturas de hasta 10°C antes de cesar su crecimiento (Bogdan, Ferraris, citados por Jacques, 1990). Crece bien desde el nivel del mar hasta alturas de 2200 m, con temperaturas de 18°C a 30°C y precipitaciones de 800 a 4000 mm, aunque los mejores desempeños se obtuvieron en altitudes no mayores a 1500 m y con temperaturas que rondan los 24°C (Rodrigues et al., citados por Jacques, 1990). Las heladas ocasionan la muerte de la parte aérea, cuyo crecimiento a partir de la primavera es realizado a expensas de las reservas acumuladas en la base de la planta (Veiga et al., citados por De Souza, 1991). El pasto elefante puede soportar períodos de seca, pero el crecimiento es poco o nulo durante éstos, recuperándose rápidamente con el inicio de las lluvias (Bogdan, citado por Barreto et al., 2000).

Es una especie bastante rústica, adaptándose a una amplia gama de texturas de suelo, pero no presenta buenos resultados en lugares inundables o con períodos de anegamiento (Carvalho, citado por De Souza, 1991). Gomide (1990) afirma que presenta baja adaptación a altos niveles de aluminio.

Una de las características deseables de esta especie es la tolerancia a plagas y enfermedades, aunque en Brasil, debido al aumento del área cultivada, se han registrado problemas graves en algunas zonas, como ataques de lagartas (*Mocis latipes*), de cigarras (*Mahanabra sp.*) y termitas subterráneas (*Cornitermes* y *Syntermes spp.*) (Rodrigues et al., 2000).

2.1.1 Método y época de plantación

Carvalho y Mozzer (1971) evaluaron diferentes formas de plantación y tipos de mudas y encontraron mejores resultados en plantaciones en surcos con tallos enteros, con o sin hojas. Para Gomide (1990) las mejores mudas son las estacas obtenidas de la parte inferior del tallo de la planta, debido a un mayor porcentaje de brotación de las yemas y mayor número de macollos por metro. Sistemas donde las mudas son totalmente enterradas son más eficientes para que se obtenga mayor porcentaje de brotación y también presentan mayor producción de biomasa por hectárea (Carvalho y Mozzer, 1971).

La distancia entre surcos para estas pasturas varía entre 0,8 y 1,0 m, ya que un espaciamiento mayor facilitaría la aparición de malezas y por ende demoraría más en cubrir el surco; generalmente las máximas productividades se obtienen con mayores densidades de plantación (menor distancia entre hileras) combinada con el uso de fertilización (Gomide, 1990).

Según Gomide (1990) la época de plantación varía desde fines de primavera a fines de verano, aunque Alcântara y Bufarah (1983), consideran que el mejor período para gramíneas tropicales en el sureste de Brasil, es desde setiembre a octubre, cuando hay temperaturas elevadas y lluvias en mayor cantidad. A su vez, Oakes, citado por Gomide (1990), recuerda que al momento de plantar, hay que considerar la correlación que existe entre método de plantación y época, y resalta que en plantaciones tardías, se deben realizar surcos más profundos y usar mudas nuevas. Para las condiciones de Uruguay, Bemhaja (2000) recomienda plantar desde agosto hasta fines de octubre utilizando rizomas, método con el que obtuvo casi el 100% de implantación.

2.1.2 Fertilización

Como el pasto elefante es una gramínea forrajera de elevado potencial de producción (Bemhaja, 2000), es esperable una alta respuesta a la fertilización. Cuando

no existan limitantes de otro tipo (agua, temperatura, luz, etc.), la fertilización mineral permitiría acercarse a este potencial.

El pasto elefante responde a dosis crecientes de nitrógeno, fósforo y potasio; el nivel económico en el cual fertilizar, tendría que ser calculado para cada ambiente (Jacques, 1990).

En condiciones tropicales, los mayores problemas de fertilidad están asociados al bajo tenor de fósforo disponible y a la acidez de los suelos (Monteiro, 1990). Este autor destaca además que nutrientes como N, K y S se identifican como limitantes para la producción de elevados rendimientos. Estos nutrientes han sido reportados como limitantes para varios cultivos en Uruguay, por lo que se esperaría respuesta para el caso del pasto elefante (muy probablemente para P y N, en tanto para K y S dependerá de las condiciones del suelo e historia de chacra).

Werner, citado por Monteiro (1990) considera al fósforo como un nutriente esencial para un buen establecimiento de la pastura, ya que mejora el desarrollo del sistema radicular y de la parte aérea. Martínez y Haag, citados por Monterio (1990), evaluaron diferentes niveles de fósforo y encontraron que los niveles críticos en planta oscilaron entre 0,15 y 0,23% de la materia seca, lo que dio, en promedio, un nivel crítico inferior a 0,20%. Por otro lado, Werner, citado por Monteiro (1990), recomienda la refertilización con fósforo cuando el nivel de este nutriente en el suelo sea inferior a 10 ppm, para lo cual las dosis que maneja son de 40-50 Kg P₂O₅/ha si se utiliza una fuente soluble, y de 400-500 kg/ha de fertilizante en caso de elegir una fuente insoluble (fosforita).

La fertilización nitrogenada provoca un aumento en el área foliar (Paciullo et al., 1998), lo que provoca una mayor intercepción de radiación solar (Lemair, 1984). El agregado de este nutriente, por lo tanto, favorece la tasa de acumulación de MS, ya que ésta se relaciona positivamente con el grado de intercepción de luz de las hojas (mediante el IAF) (Brougham, 1958) y con la tasa de asimilación neta, la cual también se ve favorecida indirectamente con la fertilización (Paciullo et al., 1998). Monteiro (1990) sugiere una dosis baja en la fertilización al plantar, de alrededor de 30-40 kg N/ha. Para las refertilizaciones con nitrógeno Werner, citado por Monteiro (1990), considera tener en cuenta la cantidad de material cosechado para establecer la dosis de fertilizante necesaria, y recomienda la aplicación de 3-4 kg N/ha por cada tonelada de MS cosechada para evitar la degradación de la pastura. En el mismo sentido Gomide (1993) presenta valores de respuesta que varían desde 7,0 a 54,0 kg de MS por kg de N aplicado. Esta variación puede estar dada por la estrecha relación entre las condiciones climáticas imperantes y la eficiencia de utilización de este nutriente. En Uruguay, Bemhaja (2000) para una fertilización conjunta de nitrógeno y fósforo, con dosis de 100

y 200 kg totales por ha (con iguales cantidades de estos nutrientes), encontró respuestas de 71 y 94 kg de MS por kg de fertilizante aplicado en cada caso.

En relación al potasio, Mesa et al., citados por Andrade et al. (2003), consideran que ejerce gran influencia en el metabolismo, aunque no siempre presenta efectos marcados en la producción de MS. Gavillon y Quadros (1969) evaluaron la importancia del potasio en diferentes especies forrajeras y encontraron que, si bien los valores de este nutriente en planta nunca eran una limitante para la producción animal, hasta las forrajeras menos exigentes presentaban valores inferiores a sus requerimientos, indicando que una mejora en la producción debe ir acompañada de correcciones mediante fertilización potásica. Esto no quiere decir que exista respuesta en todos los casos, sino que dependerá de las condiciones y circunstancias de cada suelo. En relación a este nutriente, Werner, citado por Monteiro (1990), recomienda para niveles de K_{int} menores a 0,12 meq/100ml, dosis de 80-100 kg KCl/ha, pero con niveles mayores no sería necesaria la aplicación de potasio. Andrade et al. (2000) observaron importantes aumentos en la producción de MS como respuesta a la fertilización con N y K, aunque este aumento en MS estuvo acompañado de una disminución en la relación lámina/tallo. La fracción de tallo aumenta conforme aumenta la dosis de K agregada.

Esta especie presenta una alta capacidad de extracción de nutrientes, principalmente N y K, y en este sentido, Vicente-Chandler et al., citados por Rodrigues et al. (2000), reportaron extracciones de N, P, K, Ca y Mg del orden de 388, 72, 565, 108 y 71 ton/ha/año respectivamente, para pasturas cortadas cada 60 días y fertilizadas con 72,8 kg P/ha y 448 kg N y K /ha, y con una producción de 28,2 ton/ha/año de materia seca (MS), por lo que marcan la necesidad del mantenimiento de la fertilidad del suelo mediante fertilizaciones periódicas, con el fin de lograr altas producciones de forraje de buena calidad.

La realización de cortes y retiro del material presenta una mayor extracción de nutrientes, en particular Ca, Mg y K, que el uso en pastoreo (Monteiro, 1990), efecto que también observaron Vicente-Chandler et al., citados por Monteiro (1990), cuando la pastura era fertilizada con N, además de un descenso en las bases intercambiables y el pH del suelo luego de tres años en parcelas fertilizadas contra parcelas sin fertilizar.

Respecto al azufre, el nitrógeno juega un rol importante en el proceso de su absorción y en este sentido, Dijkshoorn y Wijk, citados por Monteiro (1990), establecen una relación N/S para gramíneas de 13,6:1, por lo que si se realiza un análisis de planta, es posible utilizar este valor como nivel crítico para la corrección con S.

2.1.3 Índice de área foliar

La alta productividad de esta gramínea está positivamente relacionada con su índice de área foliar (IAF) (Veiga, citado por Da Silva et al., 2000b). Este es definido por Watson (1947) como la relación entre el área de hojas y el área de suelo ocupada. Lemaire y Chapman (1996) agregan que es producto de relaciones dinámicas entre las características morfológicas y estructurales de la planta.

Se define como IAF óptimo cuando el tapiz de la pastura alcanza la máxima tasa de crecimiento, esta situación está asociada a condiciones en las que el tapiz intercepta el 95% de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) incidente, aunque la producción de forraje llega a su mayor expresión cuando el balance entre crecimiento y senescencia es máximo (Parsons y Chapman, 2000).

Para optimizar la producción de forraje es necesario conocer la dinámica de aparición e interacción de macollas basales y aéreas en pasto elefante, en las diferentes épocas del año, debido a sus diferencias de origen y edad, (Paciullo et al., citados por De Carvalho et al., 2007). Estas diferencias determinan la contribución relativa de los diferentes tipos de macollas en el IAF, hecho que puede ser de importancia en la adopción de estrategias y épocas para el pastoreo (De Carvalho et al., 2007).

La altura de remanente luego del pastoreo o corte influye en el IAF, en la intercepción de luz y en el coeficiente de extinción del tapiz de la pastura (De Carvalho et al., 2007). En este sentido, se observaron respuestas diferentes en el pastoreo del pasto elefante con respecto a época del año y altura de remanente, ya que con remanentes bajos (50 cm) aumentaban las macollas basales, sobre todo en primavera, en tanto las macollas aéreas aumentaban en el verano, principalmente con remanentes altos (100 cm) Carvalho et al., citados por De Carvalho et al. (2007). Por otro lado, Paciullo et al. (1998) consideran que la altura de corte de plantas a 80 cm con respecto a las cortadas a 50 cm, podría haber contribuido con un mayor cuidado de los meristemas apicales, lo cual permite un gran crecimiento foliar de la pastura luego del corte y genera un mayor IAF.

Paciullo et al. (1998) observaron que con el agregado de nitrógeno, el IAF del pasto elefante cultivar Mott aumentaba linealmente hasta dosis de 100 kg/ha/corte. Si bien no observaron variaciones en los valores de IAF en función de la altura, la tendencia fue que aumentaba con ésta (3,65 a 3,85 para 80 y 120 cm respectivamente). Posteriormente Paciullo et al., citados por Pereira et al. (2000b), encontraron que con 100 kg N/ha en pasto elefante, el IAF máximo fue de 4,5.

Estudios realizados por Paciullo et al. (1998) mostraron que el IAF varió inversamente a la distancia de plantación entre líneas. Los autores señalaron que una

distancia de plantación de 50 cm pudo contribuir a los bajos valores de IAF en este trabajo.

El uso del IAF como parámetro para manejo del pastoreo presenta algunas limitantes que se deben a posibles modificaciones en arquitectura y composición botánica de la pastura (Brown y Blaser, 1968). En el caso del pasto elefante (así como las forrajeras tropicales) altera su arquitectura y composición por el gran crecimiento que presenta la fracción tallo del mismo (Pinto, citado por De Carvalho et al., 2007).

2.1.4 Características productivas

2.1.4.1 Potencial de producción

Las especies tropicales superan a las templadas en capacidad fotosintética, tasa de crecimiento, eficiencia en el uso de agua y nutrientes e interceptación de luz (Mott y Popenoe, citados por Jacques, 1990).

Deschamps et al. (1998) manifiestan que el pasto elefante es una de las especies forrajeras que mejor expresa las características de las C4: alta acumulación de materia seca y muy buena adaptación al crecimiento en regiones de gran disponibilidad de radiación solar. Con respecto a esto último, Jacques (1990) añade otras características como el tipo de comunidad de hojas estrechas y erectas, que permiten una mayor penetración de luz a través del perfil y una mejor utilización con altas intensidades.

El pasto elefante es una gramínea que concilia elevados rendimientos de materia seca con buenos valores nutricionales (Ferreira et al., 2002), siendo una de las forrajeras de mejor calidad y potencial productivo entre las gramíneas tropicales (Pereira et al., citados por Carneiro et al., 2002). Existen cultivares e híbridos interespecíficos que permiten la exploración de esta gramínea en varias condiciones de clima y de suelo (Lira et al., 2002)

Aunque se ha avanzado mucho en su mejoramiento, esta especie aún presenta variaciones acentuadas en producción y en calidad del forraje, tanto en la estación de crecimiento como en el invierno (Passos et al., 2002). La estacionalidad en producción de pasto elefante fue observada entre otros autores por Pedreira et al., citados por Valentim et al. (2002), quienes encontraron producciones de 15,5 ton/ha/año de MS, de los cuales el 77% se concentró en el período de verano.

Existe mucha variación a nivel mundial en cuanto a la producción de pasto elefante según el lugar de donde proviene la información.

Para las condiciones de Venezuela, Arias y Butterworth, citados por Gomide (1990) encontraron tasas de crecimiento diario del orden de 185 a 286 kg/ha durante la estación lluviosa y de 100 kg/ha en la época seca con riego.

En Brasil existen diferencias en producción según zona y cultivares. En un ensayo realizado con 18 genotipos se obtuvo una producción media de 15.000 kg/ha de MS, y las producciones para 28, 46 y 70 días fueron 5200, 11.500 y 25.500 kg/ha respectivamente (Lista et al., 2008). Por otro lado De Lima et al. (2002) encontraron producciones anuales entre 27.310 y 55.860 kg/ha de MS, en tanto que Valentim et al. (2002) registraron valores por encima de 50.000 kg/ha de MS, con tasas de acumulación de materia seca superiores a 170 y 100 kg/ha/día para el período lluvioso y el seco respectivamente. En Visçosa, se obtuvieron tasas de crecimiento medio de 36 kg MS/ha para los cultivares Mineiro, Taiwan y Puerto Rico, en otoño, y de 131 kg MS/ha, para Taiwan A-146, en verano - otoño (Vieira y Gomide, Andrade y Gomide, citados por Gomide, 1990). En condiciones similares a las nuestras, con clima templado y para el cultivar Mott, Coelho et al. (2002) midieron producciones de materia seca que fueron de 2600 kg MS/ha sin nitrógeno, 4200 con 150 kg de N; 5200 con 300 kg de N y 5700 con 450 kg de N. Resultados similares fueron encontrados por Freitas et al. (2002b) en el litoral Sur del estado de Rio Grande do Sul.

A nivel nacional, en Tacuarembó, Bemhaja (2000) encontró, para el cultivar INIA Lambaré, producciones de 26,5 ton MS/ha sin fertilización, 33,6 ton MS/ha con 50 kg de N y 50 kg de P y 45,3 ton MS/ha con 100 kg de N y 100 kg de P.

Altura y producción de materia seca

Santos et al., citados por Lista et al. (2008), Lista et al. (2008) encontraron que los genotipos más productivos presentaban mayor altura y en este sentido, estos últimos autores encontraron una alta correlación ($r=0,98$) entre altura y producción de materia seca para una altura media de 1,71 m.

De Quiroz et al. (1998) establecieron que los biotipos más productivos (mayor altura) fueron también los que presentaron menor relación lámina/tallo. Por otro lado Gomide (1990) afirmó que una mejor relación hoja/tallo ocurre principalmente en los clones menos productivos (menor altura).

Según Freitas et al. (2000) es importante la determinación de forraje debajo de los 40 cm de altura de la planta, dado que para la media de 16 clones estudiados, este parámetro alcanzó 1800 kg/ha de MS a los 150 días, lo cual equivale a 28,8% de la producción de materia seca total estimada, y consideran que si no se estima esta fracción se estará subestimando la producción total de forraje producido

Cóser et al. (1998) sostienen que la altura de planta y la cobertura del suelo, usadas conjuntamente, constituyen los mejores estimadores del rendimiento en materia seca de la pastura del pasto elefante.

2.1.4.2 Calidad

Esta especie presenta variaciones acentuadas en producción de biomasa y en calidad (Passos, citado por Passos et al., 2002). A su vez, Andrade et al. (2003) consideran que la calidad de esta forrajera varía en función de la edad, de la parte de la planta a utilizar (lámina o tallo), de la época del año y de la fertilidad del suelo. También existe variabilidad para caracteres asociados con la calidad nutritiva dentro de cultivares y en este sentido, Carneiro et al. (2002) encontraron dicha variabilidad en el germoplasma del cultivar Mott.

Olivera et al., citados por De Mello et al. (1998), encontraron una gran variación en los valores de digestibilidad, los que oscilan entre 52 y 71 %.

Da Silva et al. (2000a) encontraron, para 15 materiales de pasto elefante con un contenido de materia seca promedio de 18,85%, un valor de proteína bruta promedio de 11,34%. De estos materiales, los de cultivar Mineriro presentaron los menores valores de fibra detergente neutro (FDN) y fibra detergente ácido (FDA), siendo en el entorno de 68 y de 34% respectivamente. En el mismo sentido, Santos et al. (2003), encontraron, para los cultivares Pioneiro y Mott, con 15% de materia seca, valores de proteína bruta de 10,2 y 8,5%; de FDN de 68.1 y 69.6%; y valores de FDA de 38,6 y 36,9%, respectivamente para cada cultivar.

Calidad y momento de corte

También ocurren variaciones en calidad dentro del ciclo de la pastura. Con el crecimiento de la planta se elevan los contenidos de materia seca y pared celular y caen los de proteína y la digestibilidad de la materia seca (Gomide et al., Johnson et al., Gennari y Mattos, citados por Gomide, 1990) ya que, a medida que acumula materia

seca, sus tejidos sufren modificaciones anatómicas y químicas que hacen reducir la digestibilidad (Deschamps et al., 1998).

De Lima et al. (2002) encontraron una caída bastante acentuada en el contenido de proteína entre períodos de corte, con una variación de 16,7 a 3,3% a los 30 y 150 días de crecimiento respectivamente. En este sentido, Santana et al., citados por Gomide (1990), obtuvieron datos de proteína para hojas de 14,4 y 8,1% y para tallos de 9,4 y 3,4%, para los 28 y 84 días del ciclo respectivamente en cada caso. También para fibra, Rodriguez y Blanco, citados por Gomide (1990), encontraron valores de 28,8 % y 32,8 % para hoja y de 30,3% y 40,2% para tallo, a los 30 y 90 días respectivamente.

Varios autores señalan una estricta correspondencia entre rendimiento forrajero y la relación hoja/tallo (Oyenagua, Arias y Butterworth, Britto et al., Virgues, Canto y Teixeira, Carvalho et al., Goncalves et al., citados por Gomide, 1990) y también, con el intervalo de corte (Oyenagua, Britto et al., Canto y Teixeira, citados por Gomide, 1990). Según Spain y Santiago, citados por Gomide (1990), el corte del pasto elefante cuando presenta 8 a 10 entrenudos concilia buena productividad con valor nutritivo porque corresponde a un estadio de la planta donde presenta 50% de hoja y 50% de tallo.

Rufino et al. (2008) verificaron un aumento en la concentración de proteína bruta para el cultivar Napier en planta entera cuando era cortado a 110 cm con respecto a 30 y 70 cm, debido a que el aumento en la altura de corte elevó la proporción de hojas, las que tenían un mayor contenido de proteína, y además, observaron una elevación del contenido de proteína en la fracción tallo de las plantas cortadas a 30 y 70 cm encima de suelo. Deschamps y Alves (2001) encontraron que la lignificación y la digestibilidad disminuyeron a partir de la región apical en dirección basal, y afirman que se dio por la presencia de tejidos más jóvenes en la región apical, mientras que en la parte basal la mayor proporción de materia seca estuvo compuesta por tallo bastante maduro y lignificado. Para nuestras condiciones, Bemhaja (2000) definió, para INIA Lambaré, que el momento de corte para obtener la mejor calidad está entre 1 m y 1,5 m de altura.

Efectos de la fertilización en la calidad

Varios autores resaltan el efecto positivo que tiene la fertilización nitrogenada en mejorar la calidad de la pastura del pasto elefante (Freitas et al., 2002a, Ferreira et al., 2002). Ferreira et al. (2002) señalan que los valores de proteína bruta de hojas aumentan significativamente con los niveles de nitrógeno, y tiene un efecto lineal, donde la variación observada fue de 14,4% a 18,4%, para el menor y mayor nivel de N estudiado respectivamente. También muestran el efecto en los valores medios de FDN para hojas, que fueron 72,5% para las parcelas que recibieron 300 kg/ha de N y de 75,6% para las

de 100 kg/ha de N. Para tallos, los valores medios observados fueron de 71,9% y 75,1% para 700 y 100 kg/ha de N. Por otro lado, Freitas et al. (2002a) no encontraron efecto de la fertilización nitrogenada en el porcentaje de FDN y sí en el tenor de FDA, que fue afectado negativamente.

2.1.5 Producción bajo pastoreo

2.1.5.1 Manejo de la pastura

A pesar de presentar un gran potencial productivo, su marcada producción estacional y la reducción del valor nutritivo que acompaña el crecimiento de las plantas, impone algunas restricciones en cuanto a su utilización y manejo (Salerno et al., citados por Mistura et al., 2000)

Veiga, citado por Lopes et al. (2002), considera que el éxito del manejo de esta gramínea se basa en: 1) mantener el mayor número posible de puntos de rebrote, a partir de los cuales se dará la acumulación de forraje; 2) optimizar la calidad de forraje producida, manteniendo al rebrote en los límites de alcance para los animales y en una densidad adecuada; y 3) garantizar que el manejo no comprometa la persistencia de la pastura. Por su parte, Viana et al. (2000) plantean que el manejo de pasturas de pasto elefante tiene como principio favorecer el macollaje aéreo, lo que propicia producciones elevadas de forraje de buena calidad. Por otro lado, el macollaje basal también tiene una importante participación en la perennidad de la pastura, dado que es responsable de la renovación y aumento del diámetro de las plantas. De Carvalho et al. (2007) reportan una mayor participación de macollas basales en el IAF durante primavera, en tanto que en verano éste está más influenciado por las macollas aéreas ya que las mismas representaron cerca de un 75% de la composición del IAF. Los autores manifiestan que esta disminución en el aporte de macollas basales durante el verano puede estar influenciada por el sombreado que se provoca por el tiempo entre cortes, por lo que estos valores variarían según manejo.

Corsi, citado por Fonseca et al. (1998), afirma que un pastoreo uniforme asemeja lo que ocurre en un sistema rotativo, y parece ser más beneficioso que el sistema de pastoreo continuo para garantizar la productividad y reducir la selectividad animal.

Para lograr un buen equilibrio entre biomasa aérea y calidad, se recomiendan defoliaciones con altura de planta hasta 1,2 m, y dejar remanentes de 30 cm (Bemhaja, 2000).

Con un número de hojas por macollo que varíe entre 5,6 y 2,2, se puede sugerir la utilización cuando las plantas tienen estadios de 5,0; 6,4 a 5,0 y 2,0 a 3,0 hojas verdes, respectivamente durante verano, otoño/ primavera e invierno (Paciullo et al., 2000).

Como gramínea perenne el pasto elefante es capaz de rebrotar después de sucesivos cortes manteniendo intervalos de 30 a 40 días. Durante las primeras semanas de rebrote, la planta presenta alta relación de peso foliar, esto es porque presenta alta proporción de hojas y prácticamente ningún entrenudo. Sin embargo, con el desarrollo de la planta ocurre el proceso de extensión del tallo, y con él aparecen nudos y entrenudos. A partir de este momento, cae la relación de peso foliar y crece la relación tallo/hoja (Gomide, 1990). Una rápida recuperación del área foliar después del corte es influenciada por las condiciones del ambiente, IAF residual y edad media de las hojas, dado que la capacidad fotosintética de las hojas varía inversamente con su edad (Andrade et al., 2002). Por otro lado, Muldoon y Pearson, citados por Veiga (1985), reportan un rebrote más lento de plantas con meristemo apical decapitado.

Las gramíneas perennes tropicales y subtropicales almacenan reservas principalmente en la base de las plantas, rizomas y estolones, las que son utilizadas para dar inicio a un nuevo crecimiento luego de una defoliación o un período de stress climático (Smith, citado por Almeida, 1997). Youngner, citado por Veiga (1985), expresa que altas tasas de almacenamiento de compuestos orgánicos solubles ocurren en estadios de crecimiento avanzados, situación que difícilmente pueda darse en defoliaciones intensas y frecuentes. Presiones de pastoreo bajas y ciclos de pastoreo largos aumentan la tasa de crecimiento foliar del pasto elefante (Veiga et al., 1985).

Estudios recientes realizados por Voltolini et al. (2010) muestran que definir el intervalo entre pastoreos usando como índice un 95 % de la intercepción de la radiación fotosintéticamente activa, resulta en una mejor producción media de leche por unidad de área en relación al intervalo fijo de 26 días muy utilizado en Brasil.

Esta especie con cortes tardíos de otoño-invierno a 75 cm del suelo, no sufre perjuicios en la producción de primavera (Nascimento, citado por Do Nascimento et al., 2002).

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, a la hora de adecuar un manejo para este tipo de pastura, se debe tener en cuenta que según como se realice éste, afectará la calidad del material ofrecido, cantidad y calidad de próximo rebrote y perennidad de la pastura.

2.1.5.2 Datos de producción animal bajo pastoreo

Los resultados en pastoreo comprueban un excelente potencial para la producción de carne y leche (Deresz y Mozzer, Veiga, Corsi, citados por Dos Santos et al., 2005).

En este sentido, Lucci et al., citados por Fonseca et al. (1998), demostraron que una pastura de pasto elefante podía mantener una dotación de 3,6 vacas/ha de 400 kg de peso vivo produciendo 11,6 kg de leche por día (4 % de grasa) y Voltolini et al. (2010) encontraron producciones de leche entre 14 y 16 litros por vaca y por día con 5 y 7 vacas por ha, respectivamente.

A su vez, Almeida et al. (2000b) trabajaron con ofertas de forraje de 3,8; 7,5; 10,2; y 14,0% con el cultivar Mott, y obtuvieron ganancias medias de 0,829; 1,011; 1,042 y 1,034 kg, con novillos de 8 a 10 meses de edad, cruzas entre las razas Charolais y Nelore.

Erbesdobler et al. (2002) obtuvieron ganancias en peso vivo de 516,5 gr/día en pastoreo continuo, con una carga de 5 novillos por hectárea de 20 meses de edad y de 332 kg de peso inicial, en fase de engorde, y ofertas de forraje de 4 a 7,8 kg de materia verde seca por cada 100 kg de peso vivo.

2.1.6 Otras alternativas de utilización

La henificación del pasto elefante es complicada por los problemas que trae el secado al sol de tallos gruesos y por la gran producción de materia seca por unidad de área. La acumulación de forraje en el campo es un método ineficiente de conservación de forraje por la pérdida de valor nutritivo del mismo (Gomide et al., 1969).

Según Tosi, citado por Braga et al. (2000), el pasto elefante se destaca como una de las especies más promisorias y de mayor potencial para ensilaje, debido a su fácil cultivo, buena palatabilidad y alto rendimiento forrajero. Es posible la obtención de silajes de calidad media o buena, sin uso de aditivos, siempre y cuando sea bien realizado y cerrado (Vidai, citado por Braga et al., 2000). Sin embargo, la presencia de un alto porcentaje de humedad en el momento ideal para corte, el bajo contenido de carbohidratos solubles y además el alto poder buffer que tienen las gramíneas en general, son factores que inhiben un adecuado proceso fermentativo, dificultando la realización de silajes de buena calidad (McDonald, Lavezzo citados por Netto et al., 2002).

A nivel nacional, Montejo et al. (1995) concluyeron que el pasto elefante se comportó como un buen material para ser ensilado, ya que presentó buena calidad de fermentación. Posteriormente en Tacuarembó, Pittaluga y Bemhaja (2004) trabajaron con vaquillonas cruce Hereford por Cebú de 22 meses de edad y 217 kg de peso vivo inicial, alimentadas con silo de pasto elefante ad libitum y 0,39 kg de harina de soja, y lograron ganancias de 0,37 kg/día. A pesar de que el ensilaje tenía alto contenido de fibra de baja digestibilidad y bajo contenido de proteína, este alimento mostró ser un forraje con gran potencial para vacunos de carne.

2.2 CARACTERÍSTICAS PARTICULARES DE LOS MATERIALES

El pasto elefante presenta gran variabilidad genética, se encuentran distintos biotipos que se diferencian en características morfológicas: altura de planta, largo y diámetro de entrenudos, largo y ancho de hojas, coloración y pilosidad; características reproductivas: época de floración, ancho, diámetro y color de inflorescencia y tamaño de cariopse; características agronómicas: relación hoja/tallo y producción de MS; y características bioquímicas: digestibilidad y tenor de proteína (Pereira, citado por Rodrigues et al., 2000).

2.2.1 Cultivar INIA Lambaré

Según Bemhaja (2000) el ingreso de éste material al país se produce en 1976 desde el norte de Argentina, Misiones. En 1980 es evaluado junto a otros materiales y cultivares provenientes de colecciones enviadas desde Porto Alegre, Brasil por el profesor Marraschin (UFRGS).

Este material fue seleccionado para suelos arenosos ácidos y de bajo porcentaje de materia orgánica (Areniscas de Tacuarembó). Presenta ciclo de producción prolongado y marcadamente estival, su crecimiento comienza a fines de agosto y continua hasta la aparición de las primeras heladas, tiene gran persistencia, rusticidad, resistencia a enfermedades y plagas y gran producción y calidad si se lo maneja adecuadamente tanto bajo sistemas de pastoreo como de corte (Bemhaja, 2000).

Este cultivar, en crecimiento libre, puede alcanzar alturas de hasta 2,8 metros. No produce semillas viables, por lo que su propagación debe realizarse de forma vegetativa, mediante tallos en otoño, y rizomas en fin de invierno y otoño (Bemhaja, 2000).

Bemhaja (2000) comparó INIA Lambaré con Mercker 86, Mineiro, G. de Pinda y Taiwan 146 para los caracteres vegetativos, en tanto que para los caracteres reproductivos se comparó con Mercker 86. En este último caso, INIA Lambaré presentó inflorescencia más corta, espiguilla más larga y un largo de arista mayor en relación a las mismas características para Mercker 86. En caracteres vegetativos, INIA Lambaré fue el de mayor porte, con tallos más altos, menor diámetro, mayor número de nudos por tallo y pelos más largos en el nudo terminal. También se evaluaron, en los cinco mejores cultivares, los caracteres vegetativos, y se apreciaron diferencias en los distintos grados de pilosidad en largo y densidad, en lámina abaxial y adaxial así como en lígula, e INIA Lambaré presentó de las menores asperezas en la quinta hoja e intermedia dentición de márgenes de lámina

2.2.1.1 Manejo

En cuanto al manejo, Bemhaja (2000) plantea que a partir de que el pasto elefante alcanza 1,5 m de altura, comienza a engrosar sus tallos, provocando la disminución en la relación hoja/tallo (RHT) y en la calidad. Al aumentar la altura de corte por encima de las recomendadas se favorece el aumento de fibra estructural, lo que baja la calidad. Con el propósito de lograr un buen equilibrio entre biomasa aérea y calidad, se propone como práctica de defoliación el ingreso de animales o cortes con alturas entre 1 y 1,5m con los remanentes ya mencionados.

Bemhaja (2000) evaluó parámetros de calidad para este cultivar y encontró: una relación hoja/tallo de 0,52, digestibilidad de la materia orgánica 64,94% y proteína cruda 15,13%.

En lo que respecta a la fertilización, Bemhaja (2000) muestra que la respuesta de este cultivar se va incrementando hasta por lo menos 100kg de N y P, en suelos arenosos. Con estas dosis de fertilización el aumento en producción en MS es de 71% con respecto al control sin fertilizar.

2.2.2 Cultivar Mott

Este cultivar, también denominado pasto elefante enano, se registró en 1988 inicialmente como “TIFT N 75” por Hanna y Monson, y luego Sollenberger et al. lo denominaron cultivar Mott en el año 1989. Es producto del cruzamiento entre materiales de porte alto y materiales con el gen que codifica para enanismo llamado “dwarf”

(Setelich, 1999) y fue seleccionado a partir de una progenie del híbrido de Merkeron en 1977 (Burton, citado por Setelich, 1999).

Sollenberger et al. (1989) lo describen de la siguiente manera: puede alcanzar una altura de 1.6 m en estado vegetativo, la producción de plantas debe ser de forma vegetativa ya que se trata de una especie heterocigota (no produce plantas iguales por semilla), requiere suelos bien drenados, presenta buena tolerancia al frío y menor producción de MS que los materiales de porte alto, pero se destaca por una elevada relación hoja/tallo.

Thiago et al., citados por Almeida (1997), evaluaron nueve cultivares de pasto elefante de porte alto y el cv. Mott, y obtuvieron una producción de MS de 22,0 ton/ha para los cultivares de porte alto y de 15,2 ton/ha para Mott, pero la producción de hoja fue similar (9,8 ton/ha) lo que representó 44,2% y 64,4% para los cultivares altos y el cv. Mott respectivamente.

Por otro lado, Flores et al., citados por Almeida (1997), evaluaron la calidad del pasto elefante cv. Mott y *Paspalum notatum* cv. Pensacola y determinaron que el primero contenía menos esclerénquima y un mesófilo menos denso, lo que resultó en una mayor digestibilidad aparente de la materia orgánica (MO) y FDN, y logró mayor consumo animal, lo que se debió a una menor concentración y mayor digestibilidad de la pared celular, a consecuencia de una menor proporción de fibra de esclerénquima y enlaces fuertes entre la epidermis y el sistema vascular por medio de fibras de esclerénquima muy lignificadas.

En cuanto al método de plantación de este material, Almeida y Setelich (1998) evaluaron cinco formas diferentes, las cuales involucraban tallos con distinto número de nudos y sin sacarle las hojas y determinaron que la que dio mejores resultados fue la que dejaba los tallos enteros o con un despunte ante las alternativas de cortar tallos con dos, cuatro u ocho nudos.

2.2.2.1 Manejo

Entre los trabajos realizados con el propósito de conocer medidas de manejo para pastoreo o corte de este material se encuentran los realizados por Rodrigues et al. (1984), Veiga (1985a), Veiga (1985b). Veiga et al. (1985a) evaluaron diferentes presiones de pastoreo (PP) y ciclos de pastoreo (CP), y propusieron dos manejos diferentes para maximizar la producción de forraje, remanentes de 2000 a 2500 kg/ha de MS de hoja y CP de 42 a 56 días. Además, para mejorar la digestibilidad, Veiga et al. (1985b) propusieron un remanente de 1500 kg/ha de MS de hoja y CP de 14 días, y

recomendaron PP altas y CP cortos para mejorar los contenidos de PB. A su vez, Rodrigues et al. (1984) para las mismas PP y CP que utilizó Veiga (1985a), observaron mayor altura de plantas y meristemas apicales, mayor número de entrenudos y mayor producción de MS por tallo para las menores PP y mayores CP. Así concluyeron que CP cortos y PP altas debían evitarse para lograr mayor persistencia y productividad de la pastura, por lo que recomendaron intensidades de pastoreo de 35 a 45 cm de altura de remanente (800 a 1300 kg/ha de MS de hoja remanente aprox.) y CP de 28 a 42 días. En este sentido, Ibrahim et al., citados por Almeida (1997), evaluaron diferentes PP y períodos de descanso (PD) y observaron que con PD cortos y PP altas la población de plantas disminuyó, por lo que concluyeron que pastoreos continuos con altas PP y cortos PD van en contra de la persistencia de la pastura.

Setelich et al. (1998) investigaron la fertilización nitrogenada y determinaron que, ante la aplicación de dosis crecientes de N (hasta 750 kg N/ha), se presentó mayor número de hojas vivas/macollo como consecuencia de la reducción en la tasa de senescencia foliar. La tasa de crecimiento presentó respuesta positiva y lineal al agregado de N, como consecuencia del efecto conjunto del aumento en la tasa de expansión foliar, peso específico de hojas y densidad de macollas. Estos autores manifestaron que el agregado de N provocó aumentos considerables en los niveles de PB en hoja sin afectar la digestibilidad *in-vitro* de la materia orgánica (DIVMO).

2.2.3 Material EEMAC

No existe información de este material que permita su caracterización. Éste se encuentra en la Estación Experimental Dr. Mario A. Cassinoni en Paysandú hace muchos años y no se ha podido identificar su origen por no saberse en que momento ingresó, de ahí su denominación como EEMAC. De acuerdo al relato de funcionarios de la E.E.M.A.C., este material ya estaba en el año 1955, por lo que se asume que su ingreso fue anterior.

Es un material que ha persistido por años en lo que fuera Campo Experimental. Está adaptado a suelos pesados y, evidentemente, a las condiciones ambientales que se dan en esta región del país (Paysandú).

Como este será el primer trabajo que permitirá cuantificar algunas de sus características en términos productivos, para aproximarse a una descripción, se mencionaran algunas características de forma comparativa con los otros dos materiales.

Este material parece presentar más proporción de tallo que el cultivar INIA Lambaré y mucho más aun que el cv. Mott. Es de porte alto como INIA Lambaré y

según la clasificación de Pereira, citado por Rodrigues et al. (2000), podría ubicarse dentro del grupo Napier o Cameroon. Los cultivares del grupo Napier presentan variedades de plantas con tallos gruesos, hojas largas, época de floración intermedia y matas abiertas, mientras que los pertenecientes al grupo Cameroon presentan plantas de porte erecto, tallos gruesos, predominancia de macollas basales, hojas largas, floración tardía o ausente y matas densas.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN

El experimento se localiza en el departamento de Artigas, a $30^{\circ}20'33,47''$ de Latitud Sur y $57^{\circ}36'13,54''$ de Longitud Oeste, con una altitud de 55 m sobre del nivel del mar, en el predio propiedad del Sr. Mario Thedy.



Figura No. 1: Localización del experimento de pasto elefante.

El experimento se estableció sobre un Brunosol Subéutrico Lúvico perteneciente a la unidad Colonia Palma. El material generador son sedimentos de textura franco de la formación Salto o posteriores. Según la clasificación CO.N.E.A.T de suelos para el país, el mismo se establece como perteneciente al Grupo S10.21. La descripción del perfil según la carta de reconocimiento de suelo, hace referencia a la presencia de un horizonte A de 25 cm, un horizonte AB de 12 cm y un Bt de 50 cm. Éste presenta en superficie un contenido de 3,97% de MO y un pH de 5,5.

Al momento de la plantación del experimento, el suelo presentó un gran nivel de erosión y ausencia del horizonte superficial, plantándose la pastura sobre el horizonte B, con una elevada proporción de arena y gran cantidad de cantos rodados en superficie como se muestra en la figura No. 2. Las características químicas se muestran en el cuadro No. 1.

Cuadro No. 1: Características químicas del suelo.

Bloque	MO%	pH (H2O)	P Bray (mg/kg)
1	3,2	6,02	15,7
2	3,4	5,98	24,1
3	3,4	5,80	18,3



Figura No. 2: Suelo al momento de la plantación entre las parcelas del experimento.

En cuanto al clima, se realizó una caracterización general del lugar con datos proporcionados por el departamento Agrícola de ALUR S.A, cuya estación meteorológica ubicada a 30°19'57'' latitud S y 57°36'50'' longitud W, y de la serie histórica 1980-2009 tomada de INIA-GRAS. Según lo encontrado en la serie histórica 1966-2010, las precipitaciones anuales acumulan 1435 mm, la temperatura máxima promedio es de 32,6 °C y la temperatura mínima promedio es de 8,1 °C. De mayo a setiembre las temperaturas medias son de 10 °C. Las heladas se registran desde mayo

hasta setiembre, determinando un período de crecimiento para el pasto elefante de siete meses aproximadamente.

3.2 PERÍODO EXPERIMENTAL

El período de evaluación abarcó desde el 3 de diciembre del 2009 hasta el 11 de mayo del 2010.

3.3 TRATAMIENTOS-MATERIAL EXPERIMENTAL

Los tratamientos consistieron en tres materiales de *Pennisetum purpureum*: cultivar Mott de porte enano, cv. INIA Lambaré y el denominado EEMAC, ambos de porte alto, los cuales fueron plantados el 3 de diciembre de 2009.

Las mudas del material EEMAC y el cultivar Mott (figura No. 3) fueron obtenidas de plantas ya establecidas en la E.E.M.A.C., las que fueron fraccionadas en un tallo con rizoma el día previo a la plantación. El cultivar INIA Lambaré proveniente del INIA Tacuarembó, fue recibido un día antes de la plantación y se utilizaron plantas jóvenes.



Figura No. 3: Material utilizado, EEMAC a la izquierda y cv. Mott a la derecha.

3.4 ÁREA EXPERIMENTAL

El experimento fue realizado en un área de 280 m², dividida en nueve parcelas de 24 m² cada una, con espacios de un metro entre las mismas. Cada parcela estaba constituida por siete surcos de plantación, a una distancia de 0,8 m cada uno y con una longitud de 4 m (figura No. 4).



Figura No. 4: Área experimental a la plantación.

3.5 CROQUIS DEL EXPERIMENTO

En la figura No. 5 se presenta el croquis del experimento.

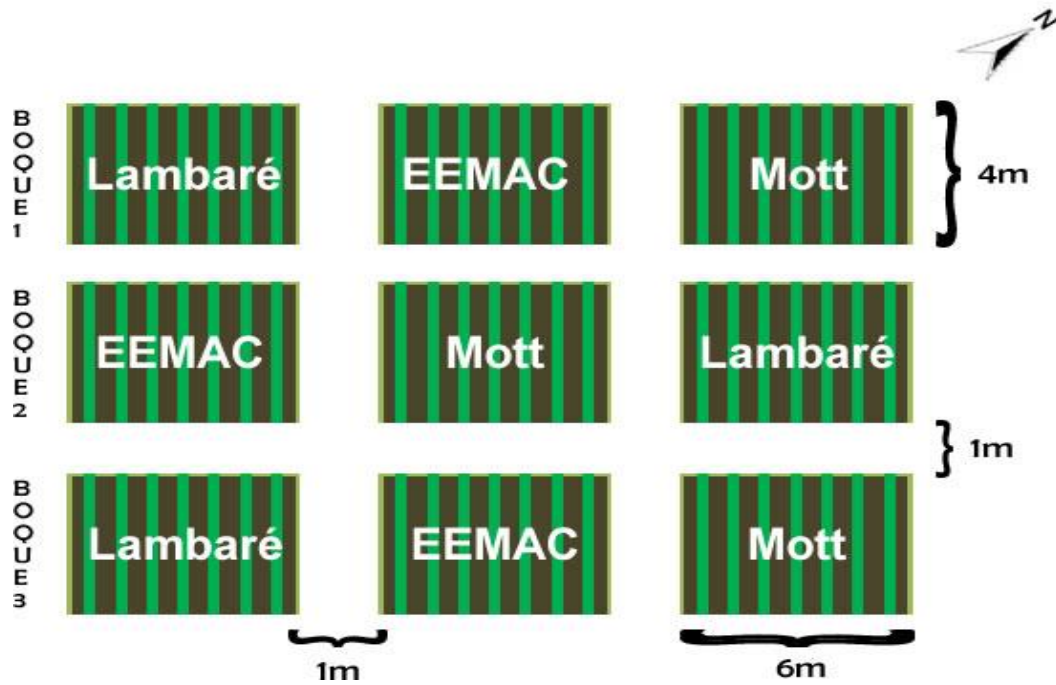


Figura No.5: Croquis del experimento.

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño experimental fue de bloques completos al azar con tres repeticiones. La unidad experimental fue la parcela.

El modelo estadístico para las variables que se repiten en el tiempo es:

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \delta_{ij} + \gamma_k + (\alpha\gamma)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

$$i = 1,2,3$$

$$j = 1,2,3$$

$$k = 1,2,3$$

siendo:

Y = variable aleatoria observable

μ = media de la población conceptual

α = efecto del tratamiento

β = efecto del bloque

δ = interacción bloque tratamiento

γ = efecto tiempo

$(\alpha\gamma)$ = interacción tratamiento tiempo

ε = variable aleatoria no observable o error experimental

El modelo para las variables que no tienen medidas repetidas en el tiempo es:

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

$$i = 1,2,3$$

$$j = 1,2,3$$

siendo:

Y = variable aleatoria observable

μ = media de la población conceptual

α = efecto del tratamiento

β = efecto del bloque

ε = error experimental

El análisis estadístico para las variables que se repiten en el tiempo fue realizado con el programa SAS y en el caso de las variables sin repeticiones se utilizó el programa Infostat.

3.7 DETERMINACIONES

3.7.1 Producción de materia seca (MS)

Con el fin de caracterizar a los materiales en cuanto a producción de MS, se la separó en dos estratos: estrato inferior y estrato superior. Estos estratos se toman como: alimento para los animales el estrato superior y el remanente necesario para el próximo rebrote el inferior. A su vez estas determinaciones se dividieron en lámina y tallo + vaina. La producción se presenta como estrato inferior, superior y planta entera.

- Estrato inferior: esta variable está compuesta por la cantidad de biomasa aérea presente entre el suelo y la altura de corte para cada material.
- Estrato superior: esta variable está compuesta por la cantidad de biomasa aérea presentes por encima de las alturas de corte de cada material.
- Planta entera: esta variable está compuesta por la suma de los estratos inferior y superior

Cada una de estas variables se presenta desglosada en lámina, tallo+vaina y total, siendo este total la suma de la fracción lámina más la fracción tallo+vaina.

El criterio para determinar el momento de corte fue tomado en base a la altura de los materiales altos, cuando alcanzaban 1,10 a 1,20 m y en este momento la altura del cultivar Mott rondaba entre 70 a 80 cm. El motivo de estas alturas para establecer el momento de corte fue no dejar que los materiales altos engrosaran sus tallos en el estrato superior, ya que este estrato se lo consideró como posible alimento a utilizarse por los animales.

La altura de corte se adecuó al porte de los materiales: se cortaron a 0,70 m los altos y a 0,40 m el enano. La razón de estas alturas fue con el fin de dejar a la pastura una adecuada área foliar, cantidad de reservas y puntos de crecimiento en los tallos para el próximo rebrote. Para la realización de estos cortes se utilizó una regla y una cuerda como guía, como se observa en la figura No. 6.

El crecimiento de los materiales permitió tres cortes en el período: el primero realizado el 11 de febrero (entre el 3 de diciembre y el 11 de febrero corresponde al período 1 de crecimiento), el segundo el 23 de marzo (entre el primero y el segundo corresponde al período 2 de crecimiento), y el tercero el 11 de mayo (entre el segundo y el tercero corresponde al período 3 de crecimiento).



Figura No. 6: Metodología de medición para el corte.

El área de muestreo fue de 1,6 m² para el estrato superior y para el estrato inferior fue de 0,4 y 0,8 m² para los dos primeros cortes y el tercero respectivamente. La razón de esta diferencia en el estrato inferior fue para no perder plantas luego de los primeros dos cortes.

Para la obtención de la producción de MS, las muestras de campo fueron llevadas al laboratorio de forrajeras de la E.E.M.A.C. donde se separaron en lámina y tallo más vaina, se determinó su peso y luego se colocaron en estufa a 60 °C con circulación forzada de aire, hasta que alcanzaran peso constante. De esta forma se obtuvieron los datos de producción y porcentaje materia seca de cada fracción y, además, se calcularon tasas de crecimiento (TC) y relación tallo+vaina/lámina (rel. T+V/L).

3.7.2 Altura

Esta determinación se realizó para relacionar esta variable con la materia seca disponible en el momento de cada corte, con el objetivo de establecer una herramienta de fácil medición para el manejo del pastoreo. Se midió antes de realizar cada corte la altura total (contacto de la regla con la lámina verde más alta) y altura del cartucho (medida hasta el punto de inserción de las hojas en expansión con la última hoja expandida). Se realizaron cinco medidas por parcela para las dos alturas determinadas.

3.7.3 Índice de área foliar

Este parámetro se realizó para caracterizar a los materiales. Para esto se seleccionaron cinco hojas de cada una de las parcelas, se les cortó la punta, se midió largo y ancho, y luego se pesaron. Con el área y peso promedio de lámina de cada material se calculó el área específica, y con esta y la producción de lámina se calculó el IAF para cada material en cada estrato.

3.7.4 Parámetros químicos de calidad

Para caracterizar la calidad del forraje se determinaron los parámetros químicos: porcentaje de fibra detergente neutro (%FDN), porcentaje de fibra detergente ácido (%FDA), porcentaje de proteína cruda (%PC) y porcentaje de cenizas. Para cada material se utilizó una muestra representativa de la producción en el estrato superior en el período de evaluación. Las muestras se construyeron prorrateando la fracción lámina y tallo+vaina, según su contribución en cada período de crecimiento. Los análisis fueron realizados en el laboratorio de nutrición de la Facultad de Agronomía.

3.8 CONDUCCIÓN DEL EXPERIMENTO

La preparación del suelo para plantar comenzó a fines de setiembre, con una pasada de disquera y tuvo una segunda pasada a mediados de octubre. El día previo a la plantación se realizó una carpida. El día de la plantación se abrieron los surcos con azada, y se plantó a mano a una profundidad aproximadamente de 10 cm y con una distancia entre plantas de 50 cm. La densidad de plantación fue de 25.000 pl/ha, quedando cada unidad experimental con una densidad de 56 pl/parcela.

Las fertilizaciones se realizaron en los surcos. La inicial fue el 15 de diciembre con previa carpida de los surcos, con el fin de mejorar el ingreso del fertilizante. En ésta se agregaron 63 kg/ha de N y 48 kg/ha de P₂O₅ y K₂O, los fertilizantes utilizados fueron: triple 16 y urea. Se realizaron tres refertilizaciones: la primera el 15 de enero, cuando la pastura estaba instalada, agregando una dosis de 100 unidades de N/ha, con previa carpida de las parcelas por la alta densidad de malezas, y luego se efectuaron dos más después de cada corte, con la misma dosis de N que la primera.

Tanto para la primera refertilización como para la ejecución de los cortes, se monitoreó el experimento mediante visitas periódicas, además de la información brindada por el productor.

3.9 DESCRIPCIÓN DEL AMBIENTE METEOROLÓGICO

3.9.1 Temperatura

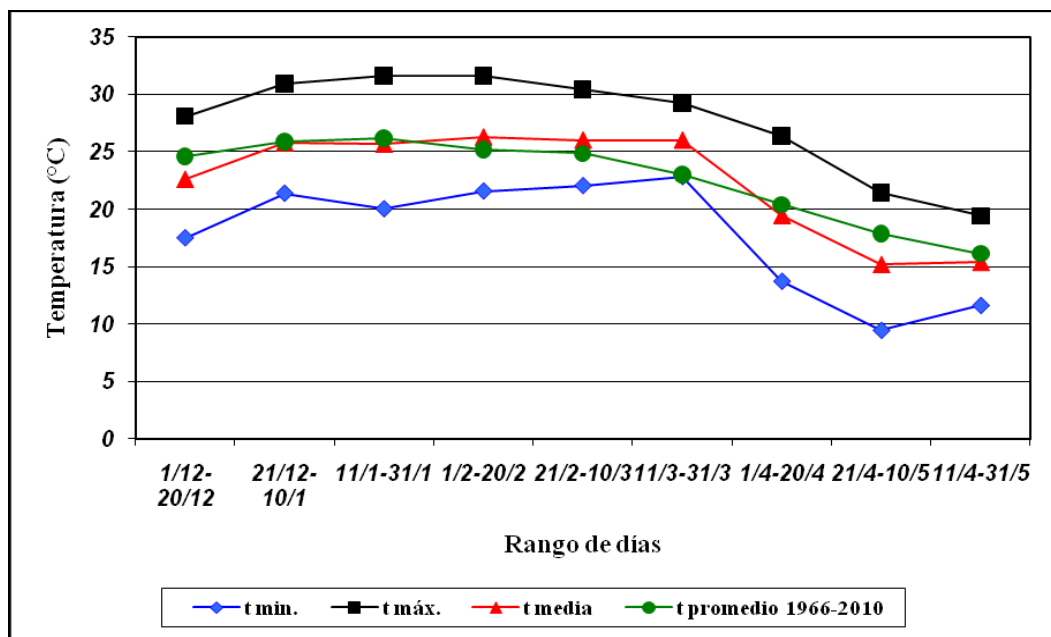


Figura No. 7: Temperatura mínima, máxima, media y promedio de los años 1966 al 2010, cada 20 días para el período de evaluación.

Como se ve en la figura No. 7 las temperaturas promedio durante este experimento fueron similares a las históricas (promedio de los años 1966 al 2010). Desde la plantación el 3 de diciembre y hasta fines de marzo la temperatura media decádica se encontró entre 23 y 26 °C, lo que coincide con las temperaturas señaladas por Rodrigues et al., citados por Jacques (1990), para lograr los mejores desempeños productivos. Luego de marzo estas comenzaron a descender hasta el último corte.

Con respecto a las temperaturas máximas, estas superaron los 30 °C desde fines de diciembre hasta principios de marzo, la máxima total alcanzó los 36,2 °C en dos días de febrero. El pasto elefante responde a temperaturas altas entre 30 y 35 °C según Bogdan y Ferraris, citados por Jacques (1990). Estos autores también señalan que la temperatura mínima que tolera la especie es de 10 °C, esta es superior en todo el período, menos en nueve días de abril y en la mayoría de los días de mayo (ver anexo No. I). En todo el período no se registró ningún evento de helada.

3.9.2 Precipitaciones

En la figura No. 8 se pueden observar las precipitaciones acumuladas por mes, 30 días antes de instalado el experimento y hasta el final del mismo. En el mes previo a la plantación el régimen de lluvias fue muy atípico alcanzando valores de casi 700 mm, luego los valores decrecieron, pero continuaron siendo muy altos con respecto a los valores históricos, hasta el mes de febrero donde se normalizaron, marzo y abril presentaron precipitaciones por debajo de las históricas.

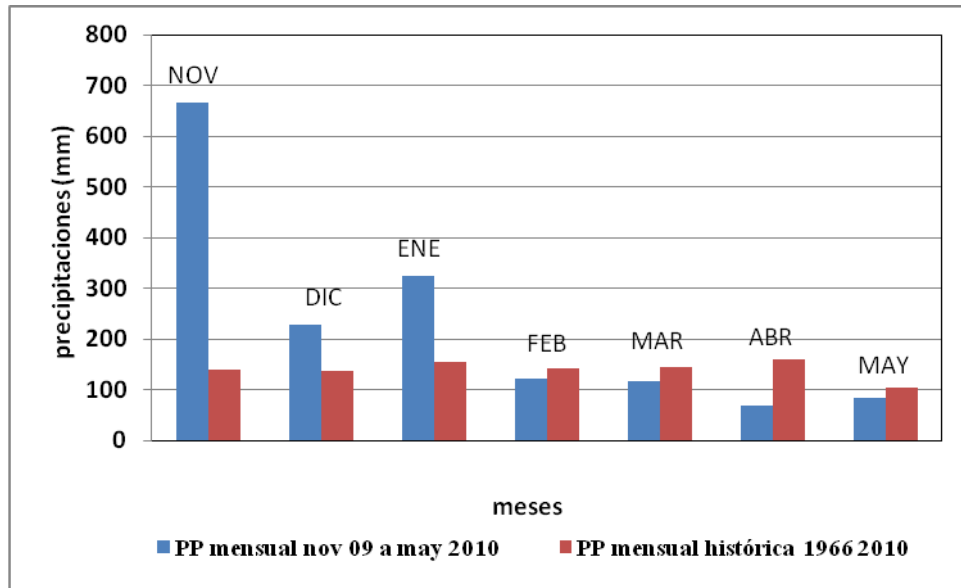


Figura No. 8: Precipitaciones mensuales históricas y para el período en milímetros.

3.9.3 Suma térmica y horas de luz

En el cuadro No. 2 se muestra la temperatura y las horas de luz acumuladas y promedio, para los tres períodos entre los cortes.

Cuadro No. 2: Temperatura y horas de luz, acumuladas y promedio, según corte.

Variable	Período 1	Período 2	Período 3
Suma térmica (°C)	1760	1038	930
Tem. Media (°C)	25,1	25,9	19
Sumatoria Horas Luz	688,5	361,5	395,5
Horas luz media diaria	9,8	9,0	8,1
Sumatoria Horas luz media 1980-2009	620	313	307
Horas luz media 1980-2009	8,9	7,8	6,3

Las mejores condiciones en cuanto a temperatura y luz, se dieron para los períodos 1 y 2, ya que estos presentaron mayor temperatura media y más horas de luz promedio por día.

3.9.4 Agua en el suelo

Se estimó el agua almacenada en el suelo, para lo cual se realizó un balance hídrico agrometeorológico, usando como referencia para estimar el consumo de agua de la pastura, datos de coeficientes de cultivo (K_c) de 0,6 para el lapso entre diciembre a enero y 0,75 desde febrero a mayo (Herrera et al., 2010). El dato de agua potencialmente disponible neta (APDN) del suelo para este grupo CONEAT fue 110 mm (Molfino, 2009).

En la figura No. 9 se muestra el agua disponible en el suelo para el período de evaluación.

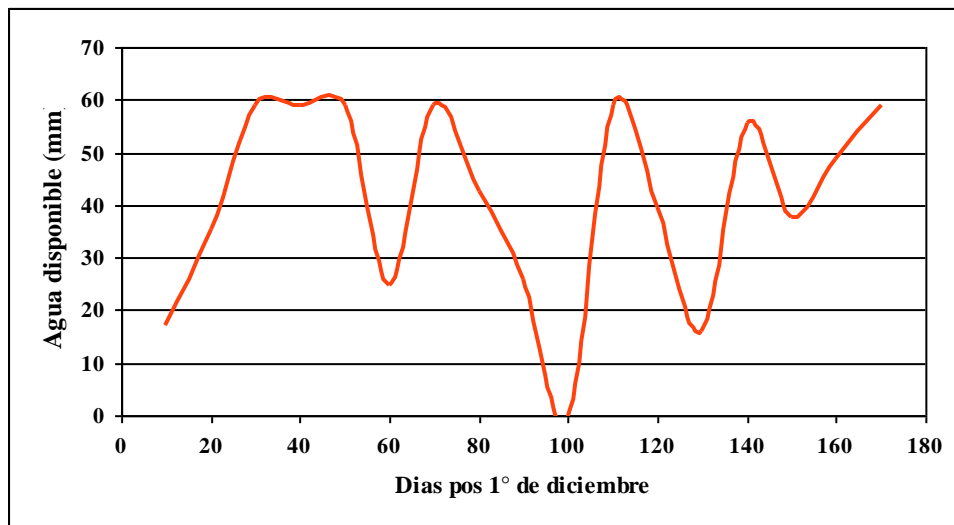


Figura No. 9: Agua disponible en el suelo para el período de evaluación.

La figura No. 9 muestra como al comienzo los valores de agua disponible fueron bajos debido a la escasa profundidad radical que presentaba la pastura. En el período de evaluación el agua disponible en varias oportunidades tomó su valor máximo (60 mm), pero también existieron tres momentos donde se encontró por debajo del 50%, siendo uno de ellos más severo donde llegó a agotarse. Por otro lado, se debe destacar que estos valores han sido solo orientativos, debido a que por el lado del consumo de agua de la pastura los valores de K_c utilizados no son nacionales, y por el lado de la capacidad de almacenaje de agua del suelo, está posiblemente sobreestimada debido a que el perfil tipo al que le corresponde una APDN de 118 mm no contempla el grado de erosión del sitio experimental.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA

4.1.1 Crecimiento de MS de planta entera entre períodos

A continuación se presenta la producción de materia seca y la relación tallo+vaina/lámina para la planta entera en los tres cortes.

En el cuadro No. 3 se muestra el crecimiento de los primeros 70 días post plantación, por fracción para los tres materiales. En este caso el crecimiento es el mismo que la producción de la pastura.

Cuadro No. 3: Crecimiento de MS de total, lámina y tallo+vaina al primer corte en kg/ha y relación tallo + vaina/lámina según material.

Material	Crecimiento Total kg/ha	Crecimiento de lámina kg/ha	Crecimiento de tallo+vaina kg/ha	Rel T+V/L
INIA Lambaré	3683 A	1650	2033 A	1,2
EEMAC	3308 A	1525	1783 A	1,2
Mott	1408 B	1008	400 B	0,4

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

En este período se observaron diferencias significativas entre los materiales de morfologías contrastantes para la producción de tallo+vaina y planta entera, no encontrándose las mismas en la producción de lámina y Rel T+V/L. A pesar que los valores de Rel T+V/L de los materiales altos duplican al cv. Mott, el hecho de que no hayan diferencias significativas puede explicarse por la gran variabilidad interna que presentó el cv. Mott (las producciones fueron 375, 325 y 500 kg/ha de lámina, y 1238, 1356 y 431 kg/ha de tallo, para las tres repeticiones respectivamente).

El cultivar Mott presentó menos tallo y una menor distancia de entrenudos que los materiales altos, y en sentido Almeida (1997) muestra que estas dos variables están relacionadas negativamente con la producción de forraje, explicado por las menores reservas para iniciar el rebrote. Esto luego de formada la estructura de la planta, probablemente tenga menor relevancia, tomando una mayor importancia el área foliar remanente, luego de cada corte.

En el cuadro No. 4 se muestra el crecimiento durante el segundo período, por fracción para los tres materiales.

Cuadro No. 4: Crecimiento de MS de total, lámina y tallo+vaina durante el segundo período en kg/ha y relación tallo+vaina/lámina según material.

Material	Crecimiento Total kg/ha	Crecimiento de lámina kg/ha	Crecimiento de tallo+ vaina kg/ha	Rel T+V/L
INIA Lambaré	7865 A	1984	5881 A	3,0 A
EEMAC	6052 AB	1675	4377 A	2,6 AB
Mott	2808 B	2302	506 B	0,2 B

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

Para el segundo período se observó como a causa de las diferentes morfologías, comienzan a establecerse mayores diferencias a las presentadas en el cuadro No. 3. En este momento, también se visualizaron diferencias en la relación tallo+vaina/lámina.

El crecimiento en kg MS producido durante el tercer período para los diferentes materiales, se muestra en el cuadro No. 5.

Cuadro No. 5: Crecimiento de MS de total, lámina y tallo+vaina durante el tercer período en kg/ha y relación tallo+vaina/lámina según material.

Material	Crecimiento Total kg/ha	Crecimiento de lámina kg/ha	Crecimiento de tallo+ vaina kg/ha	Rel T+V/L
INIA Lambaré	2767	1377	1390	1.0
EEMAC	3963	1346	2617	1.9
Mott	2717	991	1726	1.7

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

En el tercer período se aprecia como las diferencias establecidas en el primero y segundo desaparecen. Esto puede deberse al cambio en las condiciones climáticas que para el último período pasan a ser menos favorables, por lo que el crecimiento en las diferentes fracciones disminuye, siendo esta disminución mayor en los materiales altos quienes habían presentado los mayores aumentos en el segundo período como se observa en el crecimiento total.

4.1.2 Producción de MS de planta entera acumulada en el total del período

La producción de MS acumulada en los 159 días de evaluación para los diferentes materiales, se muestra en el cuadro No. 6. En el mismo se presentan los materiales por fracciones de total, lámina y tallo más vaina, y Rel T+V/L.

Cuadro No. 6: Producción de MS de planta entera, lámina y tallo acumulada a los 159 días post plantación en kg/ha y relación tallo+vaina/lámina según material.

Material	Producción planta entera kg/ha	Producción de lámina kg/ha	Producción de tallo+ vaina kg/ha	Rel T+V/L
INIA Lambaré	14315 A	5011	9304 A	1.8 A
EEMAC	13323 A	4546	8777 A	1.9 A
Mott	6933 B	4300	2633 B	0.6 B

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

Para el total del período de evaluación se observaron diferencias significativas en la producción de planta entera y en la de tallo, entre, INIA Lambaré y EEMAC con respecto al cv. Mott. Las mismas pueden explicarse por las diferencias morfológicas entre materiales: mientras que INIA Lambaré y EEMAC son materiales de porte alto con mayor producción de tallo y un mayor peso relativo de este en la MS total, el cv. Mott es de porte bajo y con menor producción de tallo lo que provoca una menor producción de MS total. A pesar de esto, es de resaltar que no existieron diferencias entre las producciones de lámina entre los materiales. Esto concuerda con lo encontrado por Thiago et al., citados por Almeida (1997), quienes obtuvieron una diferencia de casi 4 ton MS/ha en producción total y similares producciones de lámina. Las diferencias en las relación tallo+vaina/lámina se mantuvieron al igual que en el cuadro No. 4 entre los materiales altos y el bajo.

Las producciones resultantes se ubicaron en general por debajo de los rangos encontrados en la bibliografía, aunque en ocasiones concuerdan con la misma. Estas disminuciones ocurridas pudieron deberse a diversos factores que gobernaron el crecimiento de la pastura durante el período experimental y a que la duración del mismo, a causa de la plantación tardía, fue menor a los citados. Además, es de esperar que, esta especie tropical plantada en condiciones subtropicales, tenga limitada la expresión de su potencial productivo. Para las condiciones del país, Bemhaja (2000) presentó registros de producción para el cv. INIA Lambaré de 26,5 y 45,3 ton/ha de MS, el primer resultado sin fertilización casi duplica a los obtenidos en este experimento, mientras que el segundo, con agregado de 100 kg de N y P, lo triplica. En tanto para el cv. Mott Coelho et al. (2002), dejando 10 cm de remanente, registraron producciones entre 2,6 y 5,7 ton/ha de MS según fertilización y Thiago, citado por Almeida (1997), obtuvo producciones de 15,2 ton/ha de MS.

Dados los resultados obtenidos, el pasto elefante puede resultar una alternativa a tener en cuenta en esta zona, sobre todo, cuando se lo compara con otras alternativas forrajeras utilizadas normalmente. A modo de ejemplo, mientras que para el período en estudio, un sorgo forrajero aportaría 11500 kg/ha de MS (INIA, 2010); una pradera de festuca, trébol blanco y lotus de segundo año, de diciembre a mayo, 3700 kg/ha de MS (Leborgne, 2008), una pastura de *Pennisetum americanum* 7000 kg/ha de MS (Leborgne, 2008) y una pastura de alfalfa de segundo año, de diciembre a mayo, 4700 kg/ha de MS (Leborgne, 2008), el pasto elefante para el primer año tuvo producciones del orden de 13000 a 14000 kg/ha de MS para los materiales altos y 7000 kg/ha de MS. para el cv. Mott aproximadamente. Estos niveles de producción hacen interesante evaluar su utilidad en diversos sistemas de producción a la hora de realizar una presupuestación forrajera.

Los valores expresados en el cuadro No. 5 como relación tallo+vaina/lámina no difirieron de los encontrados por otros autores si bien la misma está en función del

manejo efectuado, morfología y estado fisiológico actual de las plantas. La relación obtenida para el período para el material EEMAC fue 1,96, sin diferencias con INIA Lambaré de 1,89; mientras que las registradas por Bemhaja (2000) fueron de 2,32 para el promedio de 17 cultivares y de 1,92 para INIA Lambaré. El cv. Mott presentó una relación de 0,68 mientras Setelich (1999) reporta valores entre 0,4 y 0,9 según grado de fertilización nitrogenada y estación del año (primavera y verano respectivamente).

Los materiales altos presentaron la misma producción de lámina que el material de porte bajo, pero su producción de materia seca total fue superior, lo que puede estar explicado porque presentan diferente arquitectura de planta con distinta altura dada por diferente distancia de entrenudos. Según Parsons (1988) el material de porte bajo de dosel denso intercepta menor radiación y esto determina un menor potencial fotosintético. Una segunda hipótesis para explicar las diferencias en producción total es que el cv. Mott presenta menor fosa debido a una menor distancia de entrenudos, y por esto logra antes una saturación de fotoasimilados, provocando una retroalimentación negativa en la fotosíntesis, determinando una área foliar menos productiva (Lawlor, 1995).

4.1.3 Tasa de crecimiento de la MS acumulada

En el cuadro No. 7 se muestran las TC de total, lámina y tallo para los tres materiales. Los resultados siguen la tendencia de la producción acumulada, no encontrándose diferencias en lámina, pero si en tallo y planta entera.

Cuadro No. 7: Tasa de crecimiento de lámina, tallo y planta entera.

Material	TC en MS de Planta Entera (kg/ha/día)		
	Total	Lámina	Tallo+Vaina
INIA Lambaré	90 A	32	59 A
EEMAC	84 A	29	55 A
Mott	44 B	27	17 B

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticas (P<0,05).

4.1.4 Tasas de crecimiento por corte

En el cuadro No. 8 se aprecia que todos los materiales presentaron mayor tasa de crecimiento en el segundo período. Esto pudo estar explicado por una mayor área foliar inicial, ya que en el primer período las plantas debieron formar las estructuras aéreas y subterráneas en base a la cual se generó la biomasa aérea, y en relación al período final podría explicarse por las diferencias en luminosidad y temperaturas que recibió la pastura en esa etapa del año.

Cuadro No. 8: Tasa de crecimiento en planta entera según período, para los tres materiales.

Materiales	TC en MS de Planta Entera (kg/ha/día)		
	Período 1	Período 2	Período 3
INIA Lambaré	52 A	197 A	56 A
EEMAC	47 A	151 AB	81 A
Mott	20 B	70 B	55 A

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

Según Lemair et al. (1984) a mayor suma térmica, mayor IAF, y a mayor IAF también es mayor la eficiencia de intercepción de luz que está relacionada positivamente con la radiación fotosintéticamente activa absorbida, la cual está directamente relacionada con la producción de materia seca (Da Costa, 1997).

Los tres materiales tuvieron una similar evolución en la TC, sin embargo durante el tercer período se observa como en los materiales altos ésta disminución es mucho mayor a la ocurrida en el cv. Mott, lo que puede estar mostrando un efecto diferente del ambiente en los materiales o podría explicarse por diferencias fenológicas de los mismos, debido a que los materiales altos florecieron y el cv. Mott no.

En el cuadro No. 9 se muestra la TC de lámina para los tres períodos, donde los mayores valores para cada material se obtuvieron en el segundo corte, similar a lo que ocurre en planta entera.

Cuadro No. 9: Tasa de crecimiento de lámina, por período para los tres materiales.

Material	TC de Lámina en MS (kg/ha/día)		
	Período 1	Período 2	Período 3
INIA Lambaré	24	50	28
EEMAC	22	42	27
Mott	14	58	20

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

No se detectaron diferencias entre materiales para cada período, si bien las producciones muestran diferencias agronomicas (sobre todo en segundo período) próximas a los 10 kg/ha/día a favor del cv. Mott, lo que representaría el consumo de una unidad ganadera (Crempien, 2008).

En el cuadro No. 10 se muestran las tasas de crecimiento de tallo+vaina para los tres materiales en los tres periodos.

Cuadro No. 10: Tasas de crecimiento de tallo+vaina por período y para los tres materiales.

Material	TC de Tallo+vaina en MS (kg/ha/día)		
	Período 1	Período 2	Período 3
INIA Lambaré	29 A	147 A	28
EEMAC	25 A	109 A	53
Mott	6 B	13 B	35

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

En el cuadro No. 10 se observa como las TC de tallo del cv. Mott difieren con los otros materiales en los primeros dos períodos, reflejando su baja producción de tallo, dada por su modificación genética (Solleberger et al., 1989). Los materiales altos mostraron un comportamiento similar entre si, como lo observado en lámina y planta entera.

4.2 PRODUCCIÓN DE MATERIA SECA EN EL ESTRATO SUPERIOR

En el cuadro No. 11 se muestra la producción de materia seca en el estrato superior para cada corte, según fracción.

Cuadro No. 11: Materia seca en el estrato superior en kg/ha para total, lámina y tallo+vaina según corte para los tres materiales.

Corte	Fracción	Materiales		
		Lambaré	EEMAC	Mott
Primero	Total	1292	1192	392
	Lámina	1067	950	392
	Tallo+vaina	225	242	
Segundo	Total	3490	3344	1834
	Lámina	2067	1975	1828
	Tallo+vaina	1423	1369	
Tercero	Total	1900	1575	1644
	Lámina	1198	1104	1581
	Tallo+vaina	702	471	

Letras distintas dentro de filas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

En cuanto a producción total y de lámina los materiales no mostraron diferencias significativas, mientras que en tallo+vaina entre los materiales altos no se presentaron diferencias y en el cultivar Mott la producción de tallo fue despreciable.

Si bien los valores de MS presentados para las fracciones de lámina y total durante el primer período y el total durante el segundo período no presentaron diferencias ($P < 0,05$) debido a la gran variabilidad interna que presentó el cv. Mott, no obstante, éstos mostraron diferencias que duplicaron y hasta triplicaron en algunos casos la producción de los materiales altos con respecto al cv. Mott. Agronómicamente estas diferencias implicarían, según Erbesdobler et al. (2002), el aumento de un animal /día/ha para el primer período y un aumento de dos animales/día/ha durante el segundo, logrando ganancias de 500 gr/día en una pastura de similares características.

4.2.1 Materia seca acumulada en el estrato superior

En el cuadro No. 12 se observa la producción de MS posiblemente utilizable como forraje por los animales, con el manejo preestablecido, para todo el período experimental.

Cuadro No. 12: Materia seca acumulada en kg/ha por fracción para cada material.

Material	Fracción		
	Total	Lámina	Tallo+Vaina
Lambaré	6682 A	4332	2350
EEMAC	6111 A	4029	2082
Mott	3259 B	3192	

Letras distintas dentro de filas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

La producción de MS acumulada fue mayor para los materiales de porte alto, si bien ningún material presentó diferencias en la producción de lámina. Estos resultados concuerdan con los obtenidos y ya analizados para la producción de planta entera. Freitas et al. (2000), con la misma altura de corte del cv. Mott, registraron para 16 materiales de pasto elefante, similares producciones de lámina (3821 kg/ha) e inferiores de tallo (758 kg/ha).

Las diferencias planteadas en el cuadro No. 12 en cuanto a las producciones de tallo y lámina, se expresan en el cuadro No. 13 como la relación tallo+vaina/lámina.

Cuadro No. 13: Relación tallo+vaina/lámina del estrato superior para los materiales altos según corte.

Corte	Rel T+V/L	
	Lambaré	EEMAC
Primero	0,20	0,24
Segundo	0,73	0,70
Tercero	0,61	0,43

Letras distintas dentro de filas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

En el cuadro anterior se observa que no existieron diferencias entre los materiales. El cv. Mott no entró en el análisis por presentar producción de tallo despreciable, esto sumado a que la oferta de lámina es similar en los tres materiales lo destaca, ya que en este estrato de la pastura una mayor proporción de lámina repercute en una mejora en la accesibilidad y calidad del forraje.

Es de destacar que en esta fracción el cultivar Mott es todo lamina y considerando que la oferta de lámina fue similar entre materiales,

4.2.2 Tasas de crecimiento por fracción y acumulada

Una vez analizadas las producciones de MS, se muestra la evolución de las TC en el cuadro No. 14.

Cuadro No. 14: Tasa de Crecimiento del estrato superior según período para los tres materiales.

Material	TC del estrato superior en MS (kg/ha/día)		
	Período 1	Período 2	Período 3
INIA Lambaré	18 b	87 a A	39 b
EEMAC	17 b	84 a A	34 b
Mott	6 b	44 a B	32 a

Letras minúsculas dentro de filas y mayúsculas dentro de columnas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

La evolución de las TC en el estrato superior siguió el mismo patrón que en planta entera. Cuando se comparó entre períodos, se observó que fueron estadísticamente diferentes, siendo el período 2 el de mayores valores. Para los materiales altos este período fue el de mayor TC, y en el caso de Mott no existieron diferencias entre los períodos 2 y 3, donde se obtuvieron las mayores tasas.

Las TC promedio para los 159 días fueron de 42, 38 y 20 kg/ha/día de MS para INIA Lambaré, EEMAC y Mott respectivamente. Si bien estas tasas abarcaron un período muy amplio y con diferentes estadios de crecimiento, sirven como parámetros para su comparación con otros materiales. A modo de ejemplo, un sorgo forrajero

cortado en condiciones similares presentó TC de 92 kg/ha/día de MS (Gabard y Russi, 2005), en tanto una moha (INIA, 2010) presentó tasas de 42 kg/ha/día de MS de planta entera. Con estos resultados se puede afirmar que el pasto elefante presenta elevadas TC, sobre todo los materiales altos ya que son similares a las registradas para un verdeo de verano que produce grandes cantidades de MS en cortos períodos de tiempo (Carámbula, 2007).

Los tres materiales tuvieron un comportamiento similar en cuanto a tasas de crecimiento de lámina ya que las mayores ocurrieron en el segundo período, como se observa en el cuadro No. 15.

Cuadro No. 15: Tasa de crecimiento de lámina en el estrato superior según período y para los tres materiales.

Material	TC de lámina en el estrato superior en MS (kg/ha/día)		
	Período 1	Período 2	Período 3
INIA Lambaré	15	52	24
EEMAC	14	49	23
Mott	6	46	32

Letras distintas dentro de filas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

Las tasas de crecimiento iniciales fueron afectadas por el período de implantación de la pastura, luego en el segundo período presentan las mas altas TC donde los materiales altos rondan los 51 kg/ha/día de MS y el cv. Mott 46 kg/ha/día. Ya en el tercer período los materiales altos merman su crecimiento mientras que el cv. Mott mantiene tasas de 32 kg/ha/día de MS.

Cuadro No. 16: Tasa de crecimiento de tallo+vaina de la MS en el estrato superior según período para los materiales altos.

Material	TC de tallo del estrato superior en MS (kg/ha/día)		
	Período 1	Período 2	Período 3
INIA Lambaré	3	36	14
EEMAC	3	34	10

Letras distintas dentro de filas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

Al igual que para lámina y producción total, los materiales altos no presentaron diferencias en producción de tallo+vaina, con una disminución del segundo al tercer período.

4.3 MATERIA SECA EN EL ESTRATO INFERIOR

En los cuadros No. 17, 18 y 19 se presenta la evolución del forraje producido por debajo de las alturas de corte para cada material y cada fracción.

Cuadro No. 17: MS total, lámina, tallo+vaina y Rel t+v/l presente en el estrato inferior al momento del primer corte.

Material	MS del estrato inferior (kg/ha)			Rel t+v/l
	Total	Lámina	Tallo+vaina	
INIA Lambaré	2392	583	1808	3,1
EEMAC	2117	575	1542	2,8
Mott	1017	617	400	1,2

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

En el cuadro No. 17 se aprecia que no existieron diferencias entre materiales para ninguna de las fracciones. A pesar de esto, la producción de los materiales altos duplicó a la del cv. Mott y las relaciones t+v/l fueron más del doble, lo que demuestra una menor proporción de lámina de estos materiales, lo cual puede deberse a la variabilidad ya mencionada en el cv. Mott.

Cuadro No. 18: MS total, lámina, tallo+vaina y Rel t+v/l presente en el estrato inferior al momento del segundo corte.

Material	MS del estrato inferior (kg/ha)			Rel t+v/l
	Total	Lámina	Tallo+vaina	
INIA Lambaré	6767 A	500 AB	6267 A	12,6 A
EEMAC	4825 AB	275 B	4550 A	19,5 A
Mott	2045 B	1125 A	887 B	1,5 B

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

Una vez implantada la pastura, esta especie comenzó a elongar sus tallos y por lo tanto, a depositar biomasa en estratos superiores. En el cuadro No. 18 se marcan diferencias en producción y estructura de la pastura, sobre todo entre materiales altos y el cv. Mott. Las diferencias en producción estuvieron dadas fundamentalmente por la producción de tallo, siendo ésta diferente ($P < 0.05$) entre los materiales altos y el bajo.

En el cuadro No. 19 se observa para el último corte que la relación t+v/l para los materiales altos descendió respecto al corte anterior pero mantuvo valores de alta proporción de tallo; en tanto el cv. Mott, que presentó un leve aumento en el segundo corte (cuadro No. 18), aumentó casi al doble en este último, lo que refleja una disminución de las proporciones de lámina.

Cuadro No. 19: MS del total, lámina, tallo+vaina y Rel t+v/l presente en el estrato inferior al momento del tercer corte.

Material	MS del estrato inferior (kg/ha)			Rel t+v/l
	Total	Lámina	Tallo+vaina	
INIA Lambaré	6529 A	592	5938 A	10,7 A
EEMAC	7213 A	517	6696 A	13,0 AB
Mott	3675 B	1109	2567 B	2,8 B

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

Las diferencias en MS marcadas en el cuadro No. 18 se mantuvieron en el cuadro No. 19. La relación t+v/l para el cultivar Mott presentó la misma evolución que para los materiales altos pero más dilatada en el tiempo. Este hecho pudo deberse a que el efecto del sombreado lo haya comenzado a sufrir con posterioridad por su particular arquitectura.

La MS obtenida en el estrato inferior al momento del primer corte con los materiales altos, se correspondió con el mayor crecimiento en el segundo período, además que los niveles de producción del cv. Mott se mantengan, pudo deberse a su arquitectura diferente al momento de generar el tercer crecimiento.

En la evolución de las producciones se observa que a medida que avanzó la estación de crecimiento y aumentó la altura, disminuyó la fracción lámina en el estrato inferior, el sombreado en esta fracción aumentó, lo que repercutió en que el peso relativo de la fracción lámina fuera disminuyendo. Este efecto fue notoriamente menor en el cv. Mott debido a su morfología.

4.4 RELACIÓN ALTURA MS DISPONIBLE

Se estudiaron las relaciones de altura total de planta y altura al cartucho con la materia seca presente al momento de cada corte en planta entera y para el estrato superior. Para el análisis de los datos se separaron los materiales de porte alto, del material de porte bajo, por presentar estructuras de planta muy diferentes.

4.4.1 Relación entre altura total y MS, en planta entera y en el estrato superior

Como se muestra en la figura No. 10, se encontró una relación significativa ($P < 0,05$) y un coeficiente de determinación $R^2 = 0,70$ entre la materia seca del estrato superior y la altura total en planta para el material EEMAC y e INIA Lambaré juntos. Esta relación no existió cuando se estudió la regresión entre altura total con MS en planta entera, tanto cuando se utilizaron los datos de los dos materiales juntos o cuando fue estudiada la regresión para cada material por separado.

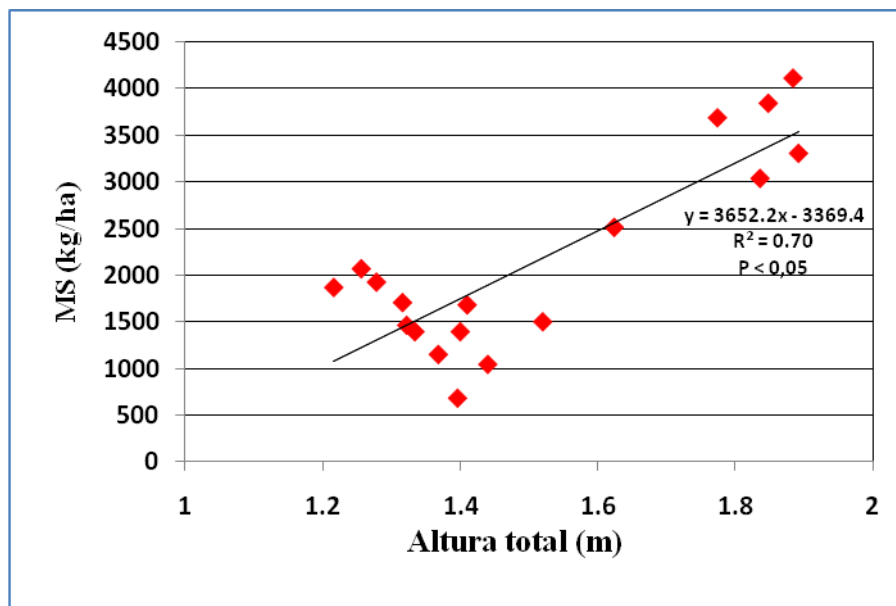


Figura No. 10: Materia seca en el estrato superior en kg/ha según altura total de planta para el material EEMAC y el cv. INIA Lambaré.

A diferencia de los materiales EEMAC e INIA Lambaré, la relación entre MS en el estrato superior y altura total no fue significativa para el cv. Mott, aunque la

relación de altura total con MS en planta entera si lo fue ($P < 0,05$) y presentó un coeficiente de determinación $R^2 = 0,65$. Estas relaciones se pueden observar en la figura No. 11.

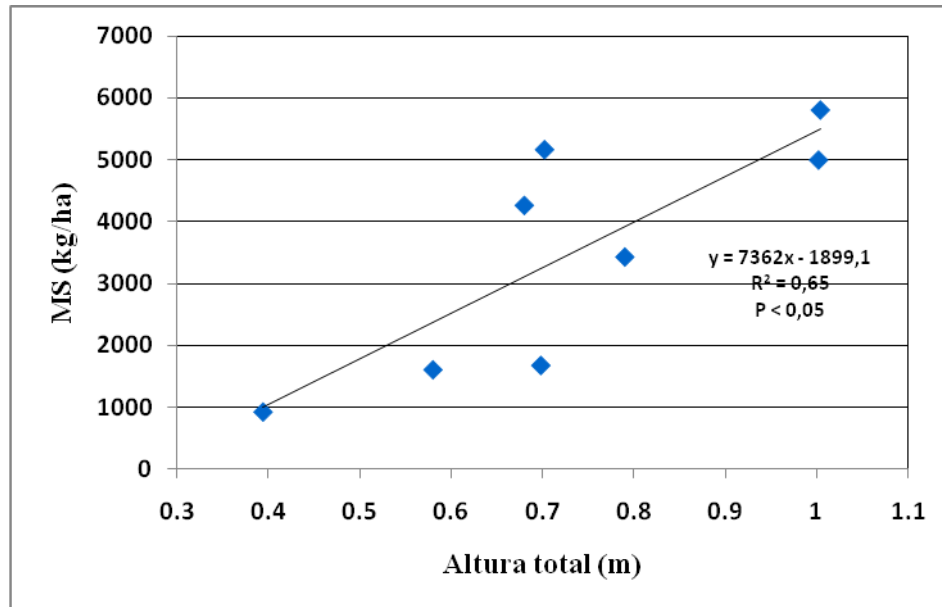


Figura No. 11: Materia seca de planta entera según altura total para el cv. Mott.

Almeida (1997), para el cv., Mott presenta relaciones entre producción de MS y altura, donde a la mayor altura total registrada, que fue 67,1 cm, le correspondieron 5550 kg de MS y a la menor altura, 22 cm, 1420 kg de MS. Los valores mostrados en la figura No. 11 reflejan menor producción de MS a estas alturas. Por su parte, Setelich (1999) obtuvo para este cultivar valores de densidad de 25 kg MS/cm/ha para el estrato de la pastura de 40 a 80 cm, valores están por debajo de los 55 kg MS/cm/ha para planta entera obtenidos en el presente experimento, lo que estaría explicado por una mayor proporción de la parte basal.

4.4.2 Relación altura al cartucho y MS, en planta entera y en el estrato superior

Al igual que en la altura total, existe una relación significativa ($P < 0,05$) entre la altura al cartucho y la MS del estrato superior para los materiales EEMAC e INIA Lambaré juntos, donde el coeficiente de determinación fue $R^2 = 0,82$ (figura No. 12). La relación entre altura al cartucho con la materia seca total no fue significativa.

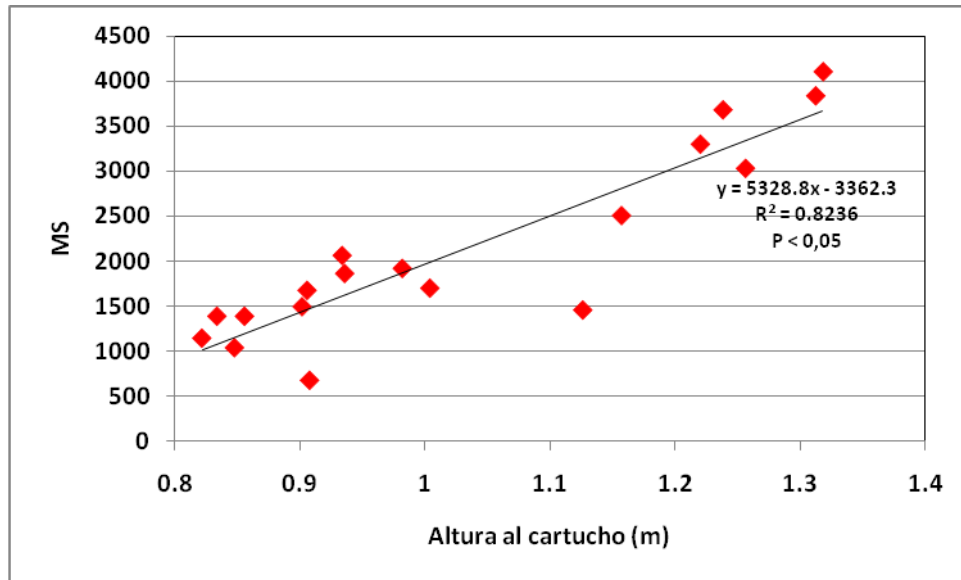


Figura No. 12: Materia seca del estrato superior según altura al cartucho para los materiales EEMAC e INIA Lamberé.

La figura No. 13 muestra la relación entre la altura al cartucho y la MS en planta entera y en el estrato superior para el cv. Mott.

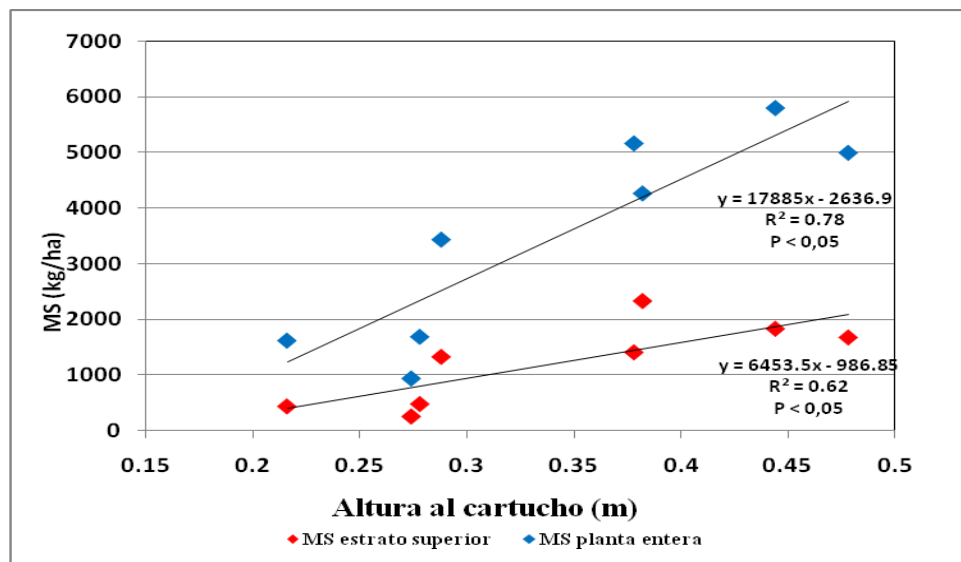


Figura No. 13: Altura medida al cartucho y materia seca en planta entera y en el estrato superior para el cv. Mott.

Analizada la regresión entre altura al cartucho para el cv. Mott y la MS en planta entera y MS del estrato superior, se encontró una relación significativa para ambas fracciones, siendo aún más altos los coeficientes de determinación que para el caso de altura total de planta.

4.4.3 Densidad de láminas

Como se ve en el cuadro No. 20, el cv. Mott resultó ser una pastura de mayor densidad de láminas que el cv. INIA Lambaré y el material EEMAC, como consecuencia de la menor altura del cv Mott ya que no tuvieron diferencias en la producción de láminas.

Cuadro No. 20: Densidad de láminas en planta entera y en el estrato inferior para los materiales altos y el cv. Mott.

Materiales	Planta Entera MS kg/cm	Estrato inferior MS kg/cm
Altos	11,81	7,8
Mott	29,4	27,7

Los valores de densidad de lámina encontrados para el estrato superior del cultivar Mott se encontraron por debajo de lo reportado por Setelich (1999), quien obtuvo densidades en este estrato (0 a 40 cm) de 45 kg MS/cm/ha, similares a los encontrados por Almeida (1997). La menor densidad obtenida en lámina puede ser explicada porque los experimentos de los autores señalados fueron realizados bajo pastoreo, lo que afecta la estructura de la pastura (Almeida, 1997).

4.4.4 Síntesis relación altura MS disponible

La medición de la altura al cartucho podría ser una buena herramienta para estimar la materia seca para planta entera en el cv. Mott, mientras que para los materiales EEMAC e INIA Lambaré resultó el mejor estimador de la MS en el estrato superior. Si bien la altura total no resultó ser un buen estimador de la MS en estos estratos, según Coser et al. (2000), esta estimación podría mejorarse si se la asocia con cobertura del suelo.

4.5 ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR

En el cuadro No. 21 se presenta el IAF por período para planta entera, estrato superior y estrato inferior, según material. No existieron diferencias entre materiales en ninguna de las tres fracciones estudiadas. Cuando se analizó la evolución del IAF en planta entera, se encontró diferencias entre períodos para los cultivares INIA Lambaré y Mott.

Cuadro No. 21: IAF por período para planta entera, estrato superior y estrato inferior según material.

Parte	Momento	IAF		
		INIA Lambaré	EEMAC	MOTT
Planta Entera	Período 1	2,6 B	2,4	1,7 B
	Período 2	5,1 A	3,6	4,8 A
	Período 3	3,4 AB	2,7	4,9 A
Estrato Superior	Período 1	1,7	1,5	0,7
	Período 2	4,1	3,1	2,9
	Período 3	2,3	1,8	2,9
Estrato Inferior	Período 1	0,9	0,9	1,0
	Período 2	1,0	0,4	1,9
	Período 3	1,1	0,9	2,0

Letras distintas por fracción dentro de columnas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

El comportamiento general de los materiales fue el de aumentar sus valores de IAF hacia el segundo período, registrándose importantes aumentos de hasta 3,1 en PE del cv. Mott. Para el tercer período, los materiales altos adquirieron un comportamiento similar descendiendo sus valores con respecto al segundo período (descenso de 1.7 puntos en INIA Lambaré); a su vez, el cv. Mott en este período se comportó distinto aumentando muy levemente o manteniendo sus valores, sin registrar descensos.

El cv. Mott comenzó con valores de IAF iguales o inferiores a los materiales altos, pero con el transcurso del tiempo éste aumentó, alcanzando valores mayores que los otros materiales. En planta entera, los materiales altos registraron su mayor valor en el segundo corte, mientras en el cv. Mott se dio en el segundo corte y se mantuvieron en

el tercero, con valores de 4,8 y 4,9 respectivamente. Estos valores se encuentran por encima del valor máximo de 4,5 encontrados por Paciullo et al. (1998).

En el estrato superior, los materiales altos presentaron mayor IAF inicial y sus valores duplicaron a los obtenidos en el cv. Mott.

Para el segundo período los valores de IAF de los materiales altos fueron los mayores registrados durante todo el experimento. El cv. Mott alcanzó su mayor valor en el segundo y lo mantuvo en el tercero. Los materiales altos alteran la partición de la MS a causa de cambios en su estado fenológico y el descenso en las temperaturas provocan la disminución en la tasa de expansión foliar (Parsons y Chapman, 2000), resultando en la reducción del IAF final.

En el primer período el estrato inferior del cv. Mott presentó menores diferencias en IAF con los materiales altos, debido a que mantuvo mayor cantidad de lámina en dicho estrato de la pastura que los materiales altos. Por este motivo, a medida que avanzó la estación de crecimiento se acentuaron las diferencias, llegando a duplicar los valores de IAF en los siguientes cortes. Esto se debió a que los materiales altos tuvieron menor densidad foliar, debido a la elongación de los entrenudos que provocó menor número de yemas por cm de tallo en el remanente.

El hecho de que la TC del cv. Mott en el tercer período no descendió como si lo hicieron los materiales altos, estaría explicado por la cantidad y calidad del IAF en el estrato inferior de cada material, ya que en los materiales altos quedó mayor proporción de hojas viejas y senescentes.

4.6 CALIDAD

4.6.1 Porcentaje de materia seca

En el cuadro siguiente se observa el porcentaje de materia seca en el estrato superior para las fracciones lámina y tallo.

Cuadro No. 22: Porcentaje de materia seca en el estrato superior para lámina y tallo+vaina.

Material	MS (%) total	MS (%) lámina	MS (%) tallo+vaina
INIA Lambaré	19,4 B	24	13,3
EEMAC	20,2 B	23,7	15,4
Mott	24,4 A	24,6	-

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

En el cuadro anterior se observan diferencias en el porcentaje de MS en el total del estrato superior entre los materiales altos y el cv Mott. En la fracción lámina no se encontraron diferencias y tampoco existieron en tallo entre los materiales altos (el cv. Mott no se analizó por presentar producción de tallo despreciable). Se destaca el menor porcentaje de MS presente en los tallos con respecto a la lámina debido a que el componente tallo en esta fracción no llega a madurar.

Estos resultados fueron similares a los encontrados por Da Silva et al. (2000a) quienes para 15 cultivares obtuvieron un promedio de 18,9 % de MS, y estuvieron por encima de lo encontrado por Santos et al. (2003), quienes encontraron para los cultivares Pioneiro y Mott, 15% de MS.

4.6.2 Parámetros químicos de calidad

En los cuadros No. 23 y 24 se presentan los parámetros de calidad evaluados para las fracciones de lámina y tallo respectivamente.

Cuadro No. 23: Valores medios de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y cenizas, expresados como porcentaje de MS del estrato superior para lámina.

Material	Lámina			
	PC %	FDN %	FDA %	Cenizas %
INIA Lambaré	12,33	61,09 A	29,44	9,40
EEMAC	12,66	60,08 AB	28,96	10,30
Mott	12,34	55,60 B	27,44	11,50

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticas (P<0,05).

Cuadro No. 24: Valores medios de proteína cruda (PC), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) y cenizas, expresados como porcentaje de MS del estrato superior para tallo+vaina.

Material	Tallo+Vaina			
	PC %	FDN %	FDA %	Cenizas %
INIA Lambaré	5,04 B	64,88	34,20 A	10,23
EEMAC	6,37 AB	63,60	33,22 A	10,92
Mott	7,84 A	61,27	28,47 B	7,56

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticas (P<0,05).

En los cuadros No. 23 y No. 24 se observa que no existieron diferencias entre los materiales de porte alto en ninguno de los parámetros de calidad, para ninguna de las dos fracciones. Cuando se compararon los materiales altos y el bajo solo hubo diferencia en FDA en tallo. Además, INIA Lambaré con respecto al cv. Mott presenta diferencias en PC para tallo y FDN en lámina.

Los valores encontrados en este trabajo para cv. Mott fueron menores a los encontrados por Almeida (1997), (FDN: 58,4 y 63,8; FDA: 36,2 y 40,8; PC%:14,1 y 11,3 para lámina y tallo respectivamente en cada caso), mostrando mayor calidad en cuanto a fibra celular y menor contenido de proteína.

En el cuadro No. 25 se muestra los valores medios en porcentajes de PC, FDN, FDA y Cenizas resultantes del análisis de laboratorio del estrato superior ponderado entre las producciones de tallo y lámina respectivas.

Cuadro No. 25: Valores medios de PC, FDN, FDA y Cenizas en el estrato superior.

Material	Estrato superior			
	PC %	FDN %	FDA %	Cenizas %
INIA Lambaré	9,77 B	62,42 A	31,11 A	9,69
EEMAC	10,52 B	61,28 A	30,41 A	10,51
Mott	12,23 A	55,71 B	27,46 B	11,42

Letras distintas dentro de columnas indican diferencias estadísticas ($P < 0,05$).

Cuando se realizó el análisis de calidad de la MS ofrecida compuesta (ponderando cada parámetro de calidad por su respectiva producción de hoja y tallo), se observó claramente una superioridad en calidad del cv. Mott ante los materiales de porte alto, presentando mayor %PC, menor %FDN y %FDA. Entre los materiales altos, al igual que para las fracciones separadas, no se observaron diferencias en calidad. En cenizas no se observaron diferencias en ninguno de los tres materiales.

Las diferencias observadas en el cuadro No. 22 y No. 25 son consecuencias de la diferente proporción de lámina y tallo en el estrato superior, resultado de las distintas morfologías de plantas.

Para el cultivar INIA Lambaré los valores de %PC se encontraron por debajo de los obtenidos por Bemhaja (2000); también fueron inferiores los tres materiales con respecto al promedio de los 17 materiales (15,5%) evaluados por esta autora. Cabe destacar que las alturas de corte y remanentes aquí comparados fueron diferentes, por lo tanto también fue diferente la relación hoja/tallo, afectando esto claramente al %PC.

Santos et al. (2003) evaluaron el cv. Mott en cortes cada 35 días, con un remanente de 40 cm, y obtuvieron en promedio para seis cortes, 8,5 % PC; 69,6 % de FDN y 36,9% de FDA; los resultados hallados en este experimento indican una mayor calidad que éstos, siendo mayor el PC% y menores los valores de FDN y FDA.

Según Van Soest (1965) el valor de FDN% que limita el consumo es 60% y con respecto a éste, el cv. Mott se encontró por debajo y los materiales altos cercanos a éste. El material Mott no limitaría la producción de ninguna de las categorías vacunas en ganado de carne, mientras para los materiales altos puede existir alguna limitante (Rovira, 1996).

5. CONCLUSIONES

Estos materiales pueden brindar una solución a las problemáticas planteadas en la introducción del presente trabajo.

Los tres materiales resultaron promisorios en cuanto a producción de materia seca.

En cuanto a la calidad del forraje, los tres materiales presentaron valores en los distintos parámetros analizados, aceptables para la producción de carne o leche.

5.1 CONSIDERACIONES FINALES

Es de destacar que los datos presentados anteriormente surgen de un solo año de evaluación y éste coincide con el año de plantación, para una pastura perenne. Esto sugiere la necesidad de continuar con la investigación en esta especie, ya que seguramente las producciones aumenten y mejore el nivel de la información ya que se disminuiría el efecto año. Los resultados obtenidos en producción y calidad justificarían una futura evaluación en producción animal.

La adopción por parte de productores de este tipo de especies presenta la desventaja de la forma de plantación, además de una marcada producción estacional y un descenso del valor nutritivo con el avance de la madurez de la pastura (Salerno et al., citados por Mistura et al., 2000). En las condiciones locales, la plantación de este tipo de materiales no parece una problemática de importancia debido al conocimiento en la plantación de mudas. En cuanto a la estacionalidad de la producción existen alternativas como el diferimiento de forraje (Do Nascimento et al., 2002) y la asociación con especies de ciclo contrastante (Bemhaja, 2000) para contrarrestar este efecto. En tanto la disminución de la calidad manejada por estos autores se acepta para la especie en crecimiento libre, ya que con el manejo del pastoreo o cortes es posible disminuir este efecto presente en todas las pasturas. Un manejo adecuado para esta especie debe tener en cuenta maximizar la producción sin perjudicar la calidad y garantizar la persistencia de la pastura (Veiga, citado por Lopes et al., 2002). Los resultados obtenidos en producción y calidad de este experimento demuestran que las alturas de entrada y los remanentes dejados cumplen con este objetivo, a pesar de los diferentes manejos en materiales altos y bajos, del total de materia seca producida la utilización resulto ser un 50 % aproximadamente para todos los materiales.

En un trabajo realizado por Fonseca et al. (1998) con similares valores de calidad de hoja y tallo, y de producción de materia seca, obtuvieron producciones de

leche de 4600 kg/ha/año. Por su parte Townsend et al. (1994) con producciones de 6000 kg/MS/ha y menores valores de proteína cruda lograron ganancias de 940 g/día con una carga animal de 2475 kg de peso vivo/ha/día. Estos mismos autores señalan que el forraje recogido manualmente simulando lo cosechado por el animal, presenta mejor calidad que el muestreado, esto es demostrado por Almeida (1997) quien realizando un manejo para proporcionar como fracción pastoreable únicamente la lámina, encontró ganancias próximas a 1 kg por animal/día. Como señalan estos autores y por lo encontrado en este experimento, es posible obtener una buena producción animal, con una pastura de pasto elefante.

Otras ventajas accesorias que puede tener esta especie, son la perennidad que disminuye el tiempo de suelo desnudo, labores anuales y por ende la erosión y degradación del suelo (Bemhaja, 2000), y su potencial de fijar CO₂. Además, la relación encontrada entre disponibilidad de materia seca y altura al cartucho se presenta como una práctica sencilla para cuantificar el forraje producido por la pastura. Actualmente se está evaluando en el país al pasto elefante como abono verde y para la producción de etanol.

6. RESUMEN

En la producción pecuaria nacional, en general y de la zona de Bella Unión, en particular, existe una problemática en la producción de forraje estival, debido a episodios de déficit hídrico y estrés térmico, existiendo pocas alternativas adaptadas a estas condiciones. Algunas características de *Pennisetum purpureum* Schum, como su alta producción, presencia en la zona, perennidad, sumado al conocimiento de los productores en plantar especies que se reproducen vegetativamente, hacen a ésta una interesante alternativa. Con el fin de evaluar producción y calidad del forraje de *Pennisetum purpureum* Schum se instaló un experimento en Bella Unión. Los tratamientos consistieron en tres materiales: el cv. Mott, de porte bajo, el cv. INIA Lambaré y el material EEMAC, estos últimos de porte alto. El diseño experimental fue de bloques completos al azar con 3 repeticiones. El tamaño de parcela fue 6 x 4 m (total 9 parcelas de 24 m² cada una). El período experimental abarcó desde el 3 de diciembre del 2009 hasta el 11 de mayo del 2010. Se realizaron cuatro fertilizaciones: una inicial con 63 kg N/ha y 48 kg P₂O₅ y K₂O/ha y tres refertilizaciones con dosis de 100 kg N/ha cada una. El forraje se cosechó mediante cortes cuando los materiales altos alcanzaban 110 a 120 cm. La altura de corte fue de 70 cm para los cultivares altos y 40 cm para el bajo. Se determinó: materia seca (planta entera y estrato superior e inferior para total, lámina y tallo), altura (total y del cartucho), índice de área foliar (IAF) y calidad (FDN, FDA, PC y cenizas). Para el total del período, las producciones de MS acumulada de planta entera fueron 14315, 13323 y 6933 kg MS/ha para INIA Lambaré, EEMAC y cv. Mott respectivamente y las diferencias fueron significativas (P<0,05) entre INIA Lambaré y EEMAC con respecto al cv. Mott, resultado que estuvo asociado a la producción de tallo (P<0,05). La producción de MS del estrato superior durante todo el período fue mayor para los materiales altos (P<0,05) y no hubo diferencias en producción de lámina. Se encontró una relación significativa (P<0,05) entre altura total y al cartucho con MS del estrato superior para los materiales EEMAC e INIA Lambaré. En IAF no se encontraron diferencias entre materiales pero su evolución en planta entera mostró diferencias (P<0,05) entre períodos para los cultivares INIA Lambaré y Mott. En calidad, hubo diferencias entre los materiales altos y el cv. Mott en el porcentaje de FDA en tallo. Además, INIA Lambaré con respecto al cv. Mott presentó diferencias en PC para tallo y FDN en la lámina. La MS del estrato superior, ponderada por la de cada una de sus fracciones, en cv. Mott presentó un porcentaje mayor de PC y menor de FDN y FDA (P<0,05) que en los materiales de porte alto. Las producciones de forraje de estos tres materiales evaluados se consideran promisorias al compararlas con otras opciones forrajeras. Todos presentaron valores en los distintos parámetros de calidad analizados, aceptables para la producción de carne o leche.

Palabras clave: Gramíneas estivales; *Pennisetum purpureum*; INIA Lambaré;

cv. Mott; Producción de forraje; Calidad de forraje.

7. SUMMARY

In domestic livestock production, in general and in Bella Union region, in particular, there is a problem in summer forage production due to water deficit and heat stress, and there are few alternatives to deal with these conditions. Some features of *Pennisetum purpureum* Schum, as its high production, presence in the region, durability, combined with farmer's knowledge about how to reproduce vegetatively this kind of species, make it an interesting alternative. In order to evaluate forage production and quality of *Pennisetum purpureum* Schum it was installed an experiment in Bella Union, 30 ° 20'33, 47" South and 57 ° 36'13, 54" West. Treatments consisted of three materials: the cv. Mott, of short height, cv. INIA Lambaré and EEMAC material, the latter both tall grasses. The experimental design was a complete randomized block with 3 replications. The plot size was 6 x 4 m (total 9 plots of 24 m² each). The experimental period was from December 3, 2009 until May 11, 2010. There were four fertilization events: an initial one with 63 kgN/ha and 48 kg P₂O₅ and K₂O and three refertilizations with 100 kg N/ha each. The forage was harvested by cutting the materials when reached 110 to 120 cm height. The cutting height was 70 cm for tall cultivars and 40 cm for the short one. It was determined: dry matter (DM) (whole plant and upper and lower layer for total, blade and stem), height (total and cartridge), leaf area index (LAI) and quality (NDF, ADF, CP and ash). For the whole period, the cumulative DM yield of whole plant were 14315, 13323 and 6933 kg DM/ha for INIA Lambaré, EEMAC and cv. Mott respectively and the differences were significant (P <0.05) between INIA Lambaré and EEMAC compared to cv. Mott, a result that was associated with the production of stem (P <0.05). Dry matter production of the upper layer over the entire period was higher for tall materials (P <0.05) and there were no difference in blade production. It was found a significant relationship (P <0.05) between total and cartridge height with DM of the upper layer for EEMAC material and INIA Lambaré. In IAF there were no differences between materials, but its evolution for the whole plant showed significant differences (P <0.05) between periods for INIA Lambaré and cv. Mott. In quality, there were differences between the highest materials and cv. Mott for the percentage of ADF in the stem. In addition, INIA Lambaré with respect to cv. Mott showed differences in CP for stem and NDF in the blade. In DM of the upper layer, weighted by each of its fractions, cv. Mott had a higher percentage of CP and lower NDF and ADF (P <0.05) than tall materials. The forage yields of these three materials tested are considered promising when compared with other forage options. All values presented in the various quality parameters analyzed, were acceptable to meat or milk production.

Keywords: Summer grasses; *Pennisetum purpureum*; INIA Lambaré;

cv. Mott; Forage production; Forage quality.

8. BIBLIOGRAFÍA

1. ALCANTARA, P.B.; BUFARAH, G. 1983. Plantas forrageiras; gramíneas e leguminosas. 2ª.ed. São Paulo, Nobel. 150 p.
2. ALMEIDA, E.X. 1997. Oferta de forragem de capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* SCHUM. cv. Mott), dinâmica da pastagem e sua relação com o rendimento animal no alto Vale do Itajaí. Tese Doutorado em Zootecnia. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 112 p.
3. _____.; SETELICH, E.A. 1998. Definição do tipo adequado de muda de capim elefante anão cv. Mott para plantio. (en línea). In: Reunión Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (35ª., 1998, Botucatu). Anais. Botucatu, Sociedad Brasileira de Zootecnia. pp. 131-133. Consultado 6 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
4. _____.; MARASCHIN, G.E.; HARTHMANN, O.E.L.; RIBEIRO, H.M.N.; SETELICH, E.A. 2000a. Oferta de forragem de capim-elefante anão "Mott" e a dinâmica da pastagem. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29 (5): 1281-1287.
5. _____.; _____.; _____.; _____.; _____. 2000b. Oferta de forragem de capim-elefante anão "Mott" e o rendimento animal. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29 (5): 1288-1295.
6. ANDRADE, A.C.; DA FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; ALVAREZ, V.H.; MARTINS, C.E.; DE SOUZA, D.P.H. 2000. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 29 (6): 1589-1595.
7. _____.; _____.; LOPES, R.D.S.; GOMIDE, J.A.; CECON, P.R.; QUEIROZ, D.S.; DE CARDOSO, R.C. 2002. Análise de crescimento do capim-elefante napier adubado e irrigado. (en línea). In: Reuniao Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia (39ª., 2002, Recife). Anais. Campo Grande, SBZ. Consultado 18 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
8. _____.; _____.; QUIROZ, D.S.; SALGADO, L.T.; CECON, P.R. 2003. Adubação nitrogenada e potássica em capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). *Ciência e Agrotecnologia. Lavras (ed. Especial):* 1643-1651.

9. ANDRADE, M.; FERREIRA, M.; CARACIOLO, R.; VIEIRA, A.; MESQUITA, L.; CAVALCANTI, J.; VIANA, E.; BATISTA, J. 2004 Avaliação de caracteres morfológicos para identificação de acessos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* schum) na zona da mata de pernambuco. (en línea). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (41^a., 2004, Campo Grande). Anais. Campo Grande, SBZ. Consultado 3 abr. 2010. Disponible en: http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html

10. BARRETO, G.P.; ANDRADE, M.L.; FERREIRA, V.F.; BATISTA, J.C. 2000. Produção total de matéria seca e taxa de sobrevivência de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum.) e de um híbrido, submetidos a stresse hídrico. (en línea). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (37^a., 2000, Viçosa) Anais. Viçosa, SBZ. Consultado 15 jul. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html

11. BEMHAJA, M. 2000. Pasto elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) INIA Lambaré. Montevideo, INIA. 14 p. (Boletín de Divulgación no. 72).

12. BRAGA, A.; UCHOA, H.; BATISTA, S.; BATISTA, P.; LOPES, S. 2000. Avaliação das silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv Cameron, em diferentes idades de corte. (en línea). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (37^a., 2000, Viçosa). Anais. Viçosa, SBZ. Consultado 23 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html

13. BROUGHAM, R.W. 1958. Interception of light by the foliage of pure and mixed stands of pasture plants. Australian Journal of Agricultural Research. 9 (1): 39-52.

14. BROWN, R.H.; BLASER, R.E. 1968. Leaf area index in pasture growth. Herbage Abstracts. 38 (1): 1-9.

15. CARAMBULA, M. 2007. Verdeos de verano. Montevideo, Hemisferio Sur. 240 p.

16. CARNEIRO, H.; PEREIRA, A.V.; BOTREL, M.A.; LÉDO, F.J.S.; DE LIMA, R.A. 2002. Variabilidade no germoplasma de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) para caracteres associados à qualidade nutricional. (en línea). In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (39^a., 2002, Recife). Anais. Recife, SBZ. Consultado 11 abr. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html

17. CARVALHO, M.M.; DE MOZZER, O.L. 1971. Efeito do sistema de plantio sobre o custo de formacao de produtividade de uma capineira com capim elefante (*Pennisetum purpureum*). Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 6: 307-313.
18. COELHO, R.W.; MISTURA, C.; HOLZ, R.; SIEWERDT, L.; ZONTA, E.P. 2002. Influência da adubação nitrogenada e fosfatada na produção de matéria seca do capim-elefante-anão. (en línea). In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (39^{a.}, 2002, Recife). Anais. Recife, SBZ. Consultado 15 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
19. COSER, A.C.; MARTINS, C.E.; ALVIM, M.J.; TEIXEIRA, F.V. 1998. Altura da planta e cobertura do solo como estimadores de produção de forragem de capim elefante. Revista Brasileira de Zootecnia. 4: 676-680.
20. CREMPIEN, C.L. 2008. Antecedentes técnicos y metodología básica para utilizar en presupuestación en establecimientos ganaderos. Bovinos para carne y ovinos. 2^{a.}ed. Montevideo, Hemisferio Sur. 72 p.
21. DA COSTA, J.A.A. 1997. Caracterização ecológica de ecótipos de *Paspalum notatum* flügge var. *notatum* naturais do rio grande do sul e ajuste de um modelo de estimação do rendimento potencial. Tesis Maestria Zootecnia. Porto Alegre, Brasil. Universidad Federal do Rio Grande do Sul. 98 p.
22. DA SILVA, M.M.P.; M.M.; VASQUEZ, H.M.; D'ÁVILA, E.; DA SILVA, S.; MORAES, L.; SOARES, C. 2000a. Composição bromatológica de quinze clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum.) sob pastejo, em campos dos Goytacazes, RJ. (en línea). In: Reunión Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (37^{a.}, 2000, Viçosa). Anais. Viçosa, SBZ. Consultado 23 abr. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
23. _____.; MALDONADO, H.; COELHO, J.F.; BRESSAN, R.E.; D'ÁVILA, E.; DA SILVA, S.; DA SILVA, C. 2000b. Disponibilidade de forragem e índice de área foliar de quinze clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* schum.) sob pastejo, em campos dos. Goytacazes, RJ. (en línea). In: Reunión Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (37^{a.}, 2000, Viçosa). Anais. Viçosa, SBZ. Consultado 23 abr. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
24. DE CARVALHO, C.A.B.; ROSSIELLO, R.O.P.; PACIULLO, D.S.C.; SBRISSIA, A.F.; DERESZ, F. 2007. Classes de prefilhos na composição do índice de

área foliar em pastos de capim-elefante. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 42 (4): 557-563.

25. DE LIMA, H.L.; FARIAS, N.L.B. 2002. Curva de crescimento e valor nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) na região de Juazeiro-ba. (em línea). In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (39^{a.}, 2002, Recife). Anais. Recife, SBZ. Consultado 10 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
26. DE MELLO, A.C.L.; LIRA, M.A.; DE LIMA, G.S.; BATISTA, A.M.V. 1998. Relação folha/colmo e digestibilidade “*in-situ*” de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). (em línea). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (35^{a.}, 1998, Botucatu). Anais. Botucatu, Sociedade Brasileira de Zootecnia. pp. 239-241. Consultado 6 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
27. DE QUIROZ, J.L.; DA SILVA, D.S.; DO NASCIMENTO, I.S.; DOS SANTOS, E.A.; DE OLIVEIRA, J.J. 1998. Produção de matéria seca e qualidade de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). Revista Brasileira de Zootecnia. 27 (2): 262-266.
28. DE SOUZA, G. 1991. Capim elefante. (em línea). In: Curso de Atualização em Pastagens (1991, Cascaver). Anais. Cascaver, Organização das Cooperativas do Estado do Parana. pp. 153-164.
29. DESCHAMPS, F.C.; EMMEL, A.; RAMOS, L.P. 1998. Modificações químicas observadas na parede celular do capim-elefante ao longo de 126 dias. (em línea) In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (35^{a.}, 1998, Botucatu) Anais. Botucatu, Sociedade Brasileira de Zootecnia. Consultado 2 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
30. _____; ALVES, C.J. 2001. Qualidade da forragem e participação relativa na produção de matéria seca de diferentes frações de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schumach.). Revista Brasileira de Zootecnia. 30 (5): 1418-1423.
31. DO NASCIMENTO, I.S.; LIMA, P.; SIEWERDT, L.; FREITAS, R. 2002. Diferimento outonal do capim-elefante: rendimento e qualidade da forragem colhida no inverno. (em línea). In: Reuniao Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia (39^{a.}, 2002, Recife). Anais. Recife, SBZ. Consultado 8 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html

32. DOS SANTOS, A.L.; PEREIRA, M.L.; BERCHIELLI, T.T.; LEME, P.R.; BRAGA, E.; NOGUEIRA, J.R.; DA GRAÇA, M.; LIMA, N.C.; SIMILI, F.F. 2005. Efeito do dia de ocupação sobre a produção leiteira de vacas mestiças em pastejo rotacionado de forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 34(3): 1051-1059.
33. ERBESDOBLER, E.; DE ALENCAR, A.; QUEIROZ, D.S.; MALDONADO, H.; PEREIRA, M.M.; LADEIRA, A.C.; DE FREITAS, J.A. 2002. Avaliação do consumo e ganho de peso de novilhos em pastejo rotacionado de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Napier, na estação chuvosa. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 31 (5): 2123-2128.
34. FERREIRA, H.V.; MARTINS, C.E.; CÓSER, A.C.; SALVATI, J.A.; TOGASHI, C.K.; VÁSQUEZ, H.M. 2002. Efeito de quatro níveis de adubação nitrogenada sobre a produção de matéria seca e a qualidade capim-elefante cv. napier sob pastejo. (en línea). *In: Reuniao Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia (39ª., 2002, Recife). Anais. Recife, SBZ. Consultado 4 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html*
35. FONSECA, D.M.; SALGADO, L.T.; QUEIROZ, D.S.; CÓSER, C.; MARTINS, C.E.; BONJOUR, S.C. 1998. Produção de leite empastagem de capim-elefante sob diferentes períodos de ocupação dos piquetes. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 27 (5): 848-856.
36. FREITAS, E.V.; LIRA, M.A.; DUBEUX, J.C.B.; TABOSA, J.N. 2002a. Avaliação da qualidade da forragem do capim elefante anão cv. mott com doses crescentes de nitrogênio e fósforo. (en línea). *In: Reuniao Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia (39ª., 2002, Recife). Anais. Recife, SBZ. Consultado 10 jun. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html*
37. _____.; SIEWERDT, L.; COELHO, R.; ZONTA, E.P.; DO NASCIMENTO, I.; LAUZ, O.G. 2002b. Efeito de doses de nitrogênio e fósforo no rendimento do capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. mott . (en línea). *In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (39ª., 2002, Recife). Anais. Recife, SBZ. Consultado 7 jun. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html*
38. _____.; LIRA, M.A.; DUBEUX, J.C.B.; TABOSA, J.N.; DOS SANTOS, M.V.; DA SILVA, E.M.; DE HOLANDA, M.C. 2000c. Produtividade de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) avaliados sob pastejo na zona-da-mata de pernambuco. (en línea). *In: Reunião Anual da Sociedade*

Brasileira de Zootecnia (37^a., 2000, Viçosa). Anais. Viçosa, SBZ. Consultado 27 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html

39. GABARD, L.; RUSSI, I. 2005. Efecto de la intensidad de pastoreo en la dinámica poblacional de *Sorghum sudanense* var. Comiray. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 123 p.
40. GAVILLON, O.; QUADROS, A.T. 1969. Variações no teor de potássio nas pastagens nativas do Rio Grande Do Sul. Governo do estado do Rio Grande do Sul. Secretaria da Agricultura. Departamento da Produção Animal. Boletim Técnico no. 14. 13 p.
41. GOMIDE, J.A.; NOLLER, C.H.; MOTT, G.O.; CONRAD, J.H.; HILL, D.L. 1969. Effect of plant age and nitrogen fertilization on the chemical composition and *in vitro* cellulose digestibility of tropical grasses. *Agronomy Journal*. 61 (1): 116-120.
42. _____. 1990. Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: Simpósio sobre Capim-Elefante (1990, Coronel Pacheco). Anais. Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL. pp.59-87.
43. _____. 1993. Produção de leite em regime de pasto. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 22 (4): 591-613.
44. HERRERA, J.; GONZÁLEZ, F.; ZAMORA, E. 2010. Coeficientes de cultivo (Kc) del King grass para diferentes épocas del año y edad de la planta. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*. 19 (1): 44-49.
45. INSTITUTO NACIONAL DE INVESTAGACIÓN AGROPECUARIA; GRAS. 2010. Caracterización agroclimática del Uruguay 1980-2009. (en línea). Montevideo. Consultado 15 oct. 2010. Disponible en http://www.inia.org.uy/gras/agroclima/cara_agro/index.html
46. _____. 2010. Resultados experimentales de la evaluación nacional de cultivares de sorgo forrajero, moha y mijo, período 2009. (en línea). Montevideo. Consultado 3 set. 2010. Disponible en http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/publicacionsorgomohaymijo2009.pdf

47. JACQUES, A.V.A. 1990. Fisiologia do crescimento do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). In: Simpósio sobre Capim-Elefante (1990, Coronel Pacheco). Anais. Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL. pp. 23-33.
48. LAWLOR, D.W. 1995. Photosynthesis, productivity and environment. *Journal of Experimental Botany*. 46: 1449-1461.
49. LEBORGNE, R. 2008. Antecedentes técnicos y metodología para presupuestación en establecimientos lecheros. 2ª.ed. Montevideo, Hemisferio Sur. 54 p.
50. LEMAIR, G.; CHAPMAN, D. 1996. Tissue flows in grazed plant communities. In: Hodgson, J.; Illius, A. W. eds. *The ecology and management of grazing systems*. Oxon, CAB International. pp. 3-36.
51. LEMAIR, G.; GOSSE, G.; CHARTIER, M. 1984. Mise au point d'un modele de prevision de production pour une culture de Luzerne. *Comptes Rendus Académie Sciences*. 3 (18): 541-544.
52. LIRA, A.M.; DOS SANTOS, F.M.V.; FERREIRA, R.L.C.; VASCONCELOS, V.A.G.; CAVALCANTI, M.L.F.; FREITAS, V.E.; DUBEUX, B.J.E. 2002. Avaliação de caracteres morfológicos para identificação de acessos de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) na zona da mata de pernambuco. (en línea). In: Reuniao Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia (39ª., 2002, Recife). Anais. Recife, SBZ. Consultado 10 jun. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
53. LISTA, F.N.; SILVA, J.F.C.; MALDONADO, H.V.; DO CARMO, S.A.; DE SOUZA, P.R.; BORGES, B. 2008. Produção de matéria seca e altura das plantas de genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). (en línea). In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (45ª., 2008, Labras). Anais. Labras, SBZ. Consultado 29 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
54. LOPES, F.C.F.; DERESZ, F.; RODRIGUEZ, N.M.; AROEIRA, L.J.M.; MATOS, L.L.; VITTORI, A. 2002. Disponibilidade e perdas de matéria seca em pastagem de capim-elefante manejado em pastejo rotativo com diferentes períodos de descanso. (en línea). In: Reuniao Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia (39ª., 2002, Recife). Anais. Recife, SBZ. Consultado 2 abr. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
55. LOPES, B.A. 2004. O capim-elefante. (en línea). In: Seminário Apresentado à Disciplina ZOO 645 (Viçosa, 2004). Métodos nutricionais e alimentação de

ruminantes. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. pp. 1-55. Consultado 10 jun. 2010. Disponible en <http://www.forragicultura.com.br/arquivos/capimelefanteBruna.pdf>

56. MISTURA, C.; KROLOW, R.; COELHO, R.W.; SIEWERDT, L.; SILVEIRA, P.; ZONTA, E.P. 2000. Efeito de doses crescentes de nitrogênio e fósforo no índice de área foliar, percentagem de folha e peso de perfilhos do capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* schum.) cv. Mott. (en línea). In: Reuniao Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia (37^{a.}, 2000, Viçosa). Anais. Viçosa, SBZ. Consultado 15 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
57. MOLFINO, J.H. 2009. Estimación de agua disponible en los grupos CONEAT. Metodología empleada. Octubre (en línea). Montevideo, MGAP. Dirección General de Recursos Naturales Renovables. s.p. Consultado 15 oct. 2010. Disponible en <http://www.cebra.com.uy/renare/adjuntos/2009/12/Memoria-Explicativa-AD1.pdf>
58. MONTEIRO, F.A. 1990. Adubação para estabelecimento e manutenção de capim-elefante. In: Simposio sobre Capim-Elefante (1990, Coronel Pacheco). Anais. Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL. pp. 35-53.
59. MONTEJO, B.; MUSLERA, M.C.; DE LEÓN, I.P. 1995. Efecto de la suplementación proteica del ensilaje de Pasto Elefante en la evolución de peso de vaquillonas cruza Cebu por Hereford. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 70 p.
60. NETTO, A.S.; ALVES, F.; HERLING, V.R.; GONÇALVES, C. 2002. Efeito de aditivos e pré-emurchecimento na composição química de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier). (en línea). In: Reuniao Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia (39^{a.}, 2002, Recife). Anais. Recife, SBZ. Consultado 16 jun. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
61. PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; RIBEIRO, K.G. 1998. Adubação nitrogenada do capim-elefante cv. Mott. 1. Rendimiento forrageiro e características morfofisiológicas ao atingir 80 e 120 cm de altura. Revista Brasileira de Zootecnia. 27 (6): 1069-1075.
62. _____; DERESZ, F.; AROEIRA, L.J.M.; FERNANDES, A.D.F.; ARAÚJO, M.S.N. 2000. Características morfogênicas e estruturais e acúmulo de forragem em pastagem de capim-elefante manejado sob pastejo rotativo em

diferentes estações do ano. (en línea). In: Reuniao Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia (37ª., 2000, Viçosa). Anais. Viçosa, SBZ. Consultado 12 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html

63. PARSONS, A.J.; CHAPMAN, D.F. 2000. Grass its production y utilization. In: Hopkins, A. ed. The principles of pasture growth and utilization. 3rd. ed. Okehampton, Blackwell Science. pp. 31-89.
64. _____. 1988. The grass crop. In: Jones, M.B.; Lazenby, A. ed. The effects of season and management on the growth of grass swards. London, Chapman and Hall. pp. 129-178.
65. PASSOS, L.; VIDIGAL, M.C.; DE SOUSA, F.B.; DA SILVA, H.B.; DE PAIVA, A.F.; DOS SANTOS, A.R. 2002. Utilização de autoclave na determinação do teor de carboidratos solúveis em amostras de capim-elefante. (en línea). In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (39ª., 2002, Recife). Anais. Recife, SBZ. Consultado 20 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
66. PITTALUGA, O.; BEMHAJA, M. 2004. Aspectos relacionados con la cría vacuna en La Magnolia. Tacuarembó, INIA. pp. 30-31 (Actividades de Difusión no. 358).
67. PORTO, G.; ANDRADE, M.; FERREIRA, V.; BATISTA, J. 2000. Produção total de matéria seca e taxa de sobrevivência de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de um híbrido, submetidos a estresse hídrico. (en línea). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (37ª., 2000, Viçosa). Anais. Viçosa, SBZ. Consultado 10 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
68. RODRIGUES, A.L.R. 1984. Morphological and physiological responses of dwarf elephantgrass (*Pennisetum purpureum* (L.) Schum.) to grazing management. Tesis Doctorado. Florida, USA. University Florida. 192 p.
69. _____.; MONTEIRO, F.A.; RODRIGUES, D.J.T. 2000. Capim elefante. (en línea). In: Simpósio sobre Manejo do Pastagem (17º., 2000, Piracicaba). Anais. Piracicaba, FEALQ. pp. 203-224.
70. ROVIRA, J. 1996. Manejo nutritivo de los rodeos de cría en pastoreo. Montevideo, Hemisferio Sur. 276 p.

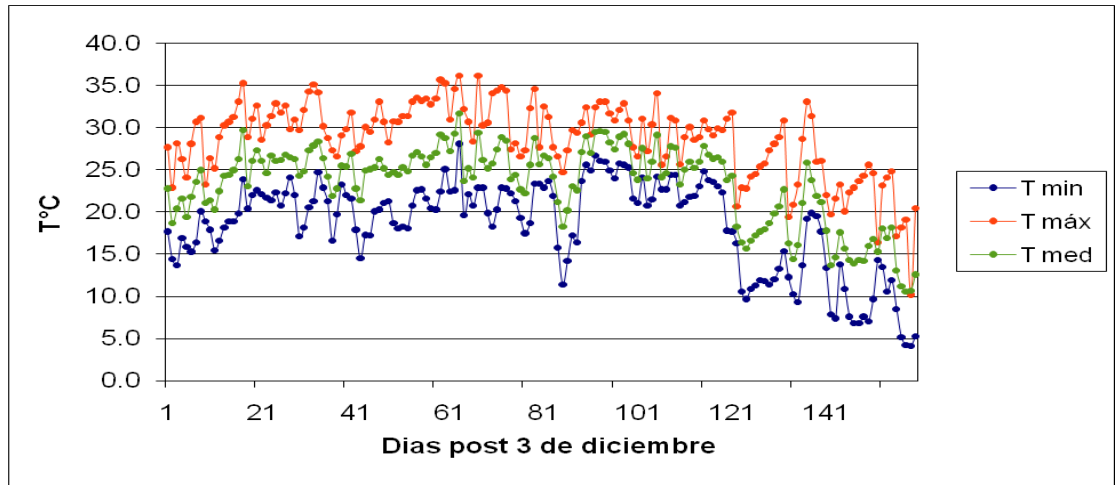
71. RUFINO, J.; MORAIS, M.V.; LOPES, C.A.; GALHARTE, T.A.; TEODORO, A.L.; RODRIGUES, G. 2008. Influência da altura de corte na qualidade nutritiva do capim elefante (*Pennisetum purpureum*)cv. Napier e da Leucena (*Leucaena leucocephala*) cv. Peru, na Região do Alto Pantanal Sul-Mato-Grossense, no Período das Águas. (em línea). In: Reuniao Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia (45^{a.}, 2008, Lavras). Anais. Lavras, SBZ. Consultado 2 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
72. SANTOS, F.M.; BATISTA, D.J.; CONCEIÇÃO, S.M.; DOS SANTOS, S.F.; CARACIOLO, F.R.; DE MELLO, A.L.; FARIAS, I.; DE FREITAS, E.V. 2003. Produtividade e composição química de gramíneas tropicais na zona da mata de pernambuco. Revista Brasileira de Zootecnia. 32 (4): 821-827.
73. SETELICH, E.A.; ALMEIDA, E.X.; MARASCHIN, G.E. 1998. Adubação nitrogenada e variáveis morfológicas em capim elefante anão cv. Mott, sob pastejo. (em línea) In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (35^{a.}, 1998, Botucatu.). Anais. Botucatu, SBZ. pp. 131-133. Consultado 12 de mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
74. _____. 1999. Resposta à adubação nitrogenada de capim elefante anão (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Mott), sob pastejo no alto do Itajai, Santa Catarina. Tese Doutorado em Zootecnia. Porto Alegre, Brasil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 104 p.
75. SILVA, L.F.A.; LEITE, G.G.; ARAÚJO, K.V. 2002. Energia digestível e digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro e em detergente ácido do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) por equinos. In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. (39^{a.}, 2002, Recife) Anais. Recife, SBZ. Consultado 27 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/reuniaoanual/anais/arq_reuniao_anual/sbz2002.rar
76. SOLLENBERGER, L.E.; PRINE, G.M.; OCUMPAUGH, W.R.; HANNA, W.W.; JONES, C.S.; SCHANK, S.C.; KALMBACHER, R.S. 1989. Registration of "Mott" dwarf elephantgrass. Crop Science. 29 (3): 827-828.
77. TOSI, H.; RODRIGUES, L.R.A.; JOBIN, C.C.; DE OLIVERA, M.S.; SAMPAIO, A.A.M.; ROSA, B. 1995. Ensilagem do capim-elefante cv. Mott sob diferentes tratamentos. Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 24 (6): 909-916.

78. TOWNSEND, C.R.; OLIVO, C.J.; RUVIARO, C.F.; NIEDERAUER, V.; QUADROS, F.L.F. 1994. Desempenho de bovinos de leite em cultivares de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) submetidas ao pastejo. Dissertação de mestrado pós-graduação em zootecnia. Santa Maria, Brasil. Universidade Federal de Santa Maria. 15 p.
79. URUGUAY. MINISTERIO AGRICULTURA Y PESCA. 1979. Carta de reconocimiento de suelos del Uruguay. Montevideo, Uruguay. t.3, 452 p.
80. _____.; MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. 1994. Índice de productividad grupos CONEAT. Montevideo. 182 p.
81. VALENTIM, J.; DA COSTA, J.; DE ANDREDE, C.M.; LUSTOSA, N. 2002. Introdução e avaliação de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) em rio branco, acre. (en línea). In: Reuniao Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia (39^a., 2002, Recife). Anais. Recife, SBZ. Consultado 3 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html
82. VAN SOEST, P.J. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. Journal of Animal Science. 24 (3): 834-843.
83. VEIGA, J.B.; MOTT, G.O.; RODRIGUES, L.R.A. 1985a. Capim-elefante año sob pastejo. Produção de forragem. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 20 (8): 929-936.
84. _____.; _____.; _____. 1985b. Capim-elefante año sob pastejo. Valor nutritivo. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 20 (8): 937-944.
85. _____. 1990. Utilização de capim-elefante sob pastejo. In: Simpósio de Capim-Elefante (1990, Coronel Pacheco). Anais. Coronel Pacheco, EMBRAPA-CNPGL. pp. 133-154.
86. VIANA, E.; DE ANDRADE, M.; DUBEUX, C.B.; DE PAULA, J.; DE LUCENA, E.; RAMOS, F.F.; DA SILVA, E.M.B. 2000. Caracteres morfofisiológicos de clones de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) avaliados sob pastejo na zona-da-mata de Pernambuco. (en línea). In: Reuniao Anual de Sociedade Brasileira de Zootecnia (37^a., 2000, Viçosa) Anais. Viçosa, SBZ. Consultado 20 mar. 2010. Disponible en http://www.sbz.org.br/2007/internas/cds_e_anais.html

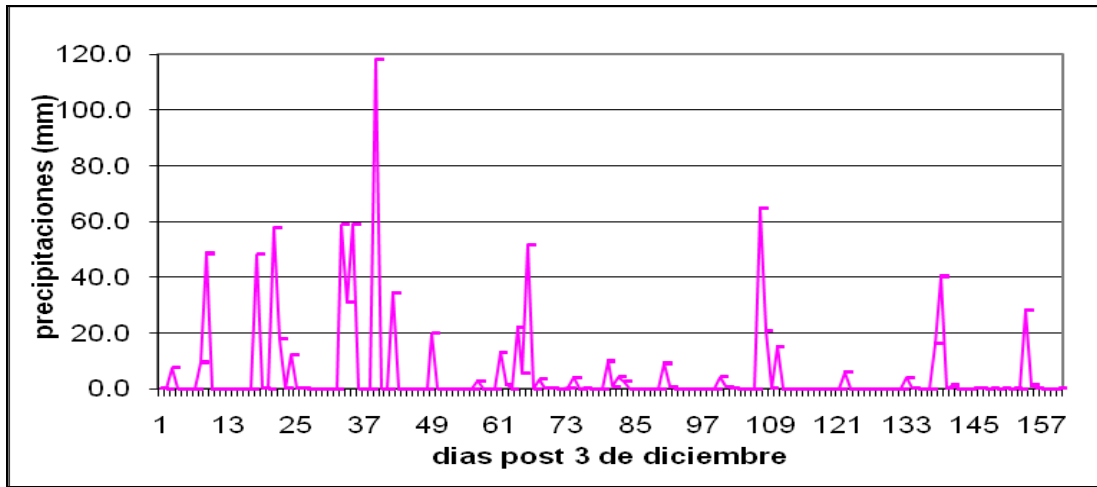
87. VOLTOLINI, T.V.; PORTELA, F.A.; MARTINEZ, J.C.; CLARINDO, R.L.; PENATI, M.A.; IMAIZUMI, H. 2010. Características produtivas e qualitativas do capim-elefante pastejado em intervalo fixo ou variável de acordo com a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa. *Revista Brasileira de Zootecnia*. 39 (5): 1002-1010.
88. WATSON, D.J. 1947. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. *Annals of Botany*. 11: 41-76.

9. ANEXOS

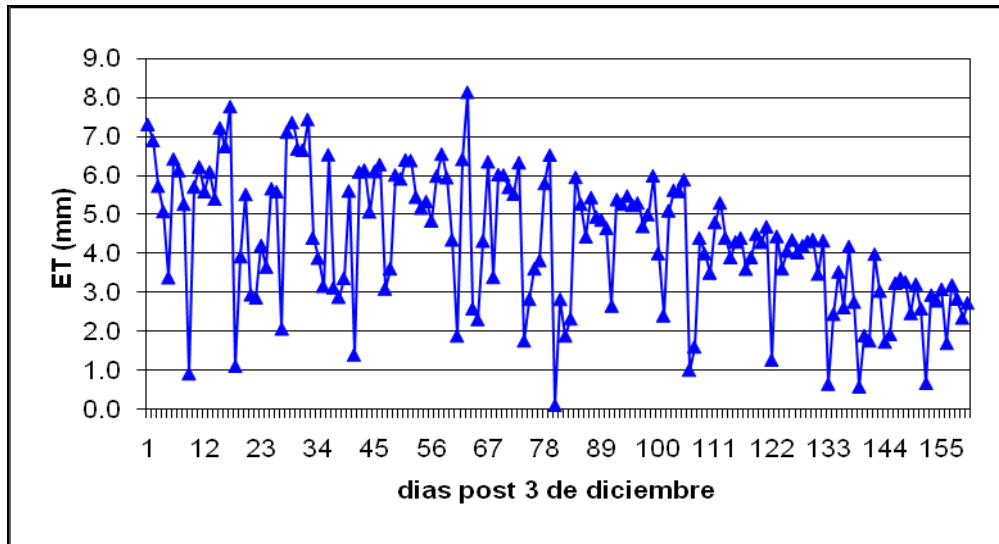
ANEXO No. I: Temperaturas mínimas, máximas y medias por día para todo el período experimental.



ANEXO No. II: Precipitaciones según día para el período de evaluación.



ANEXO No. III: ET por día para todo el período de evaluación



ANEXO No. IV: Insolación por día para el período de evaluación.

