

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
CAMPUS JATAÍ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ESTRUTURA DO DOSSEL, INTERCEPTAÇÃO DE LUZ E  
MASSA DE FORRAGEM EM CAPIM-MARANDU SUBMETIDO  
A ESTRATÉGIAS DE PASTEJO INTERMITENTE  
E ADUBAÇÃO NITROGENADA

**Marcelo Barcelo Gomes**  
Engenheiro Agrônomo

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL  
Julho de 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
CAMPUS JATAÍ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

ESTRUTURA DO DOSSEL, INTERCEPTAÇÃO DE LUZ E  
MASSA DE FORRAGEM EM CAPIM-MARANDU SUBMETIDO  
A ESTRATÉGIAS DE PASTEJO INTERMITENTE  
E ADUBAÇÃO NITROGENADA

**Marcelo Barcelo Gomes**

**Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia Banyas**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Goiás – UFG, *Campus Jataí*, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia (Produção Vegetal).

JATAÍ – GOIÁS – BRASIL

Julho de 2010

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
CAMPUS JATAÍ  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

Dissertação defendida e aprovada em 05 de julho de 2010 pela Banca Examinadora constituída pelos seguintes membros:

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia Banys  
Orientadora

---

Dr. Daniel Rume Casagrande  
Membro

---

Dr. Flávio Faria de Souza  
Membro

## DADOS CURRICULARES DO AUTOR

**MARCELO BARCELO GOMES** – filho de Vilmar Gonçalves Gomes e Ana Maria Barcelo Gomes nasceu aos 30 de julho de 1981, em Jataí, Goiás, Brasil. É Engenheiro Agrônomo, formado pela Universidade Federal de Goiás/*Campus Jataí* no ano de 2005. Atuou no ano de 2006 na área de comercialização de insumos para as culturas de soja, milho, arroz e feijão em Balsas, Maranhão. Do final do ano de 2006 até a metade do ano de 2008 atuou na área de produção e comercialização de sementes forrageiras em Jataí, Goiás. Em agosto de 2008 ingressou no Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Federal de Goiás/*Campus Jataí*, em nível de mestrado, na linha de pesquisa em Forragicultura e Pastagens sob a orientação da Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia Banys. Desenvolveu projeto de dissertação no Instituto de Zootecnia, em Nova Odessa, São Paulo, sob orientação do Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva do Departamento de Ciência Animal e Pastagens da ESALQ, submetendo-se à defesa da dissertação em 05 de julho de 2010.

“Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode  
começar agora e fazer um novo fim”

(Chico Xavier)

## OFEREÇO

Aos meus pais, *Vilmar Gonçalves Gomes e Ana Maria Barcelo Gomes*,  
pelo amor e dedicação à minha formação como pessoa, mostrando os exemplos do  
bem e dos princípios de vida que trago em mim.

## DEDICO

Aos meus irmãos, Fernando e Alessandra, pelo companheirismo e carinho.  
Aos meus familiares em nome do vovô Nondes e vovó Vicência e vovô Afonso e  
vovó Ana (*in memoriam*), pelos exemplos de vida.  
À minha noiva Thaís, por sua dedicação, amor e compreensão.

“Vós sois o grão de areia, mas sem grãos de areia  
não haveria montanhas”  
(Fenelon, Poitiers, 1861)

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me guiar e me abençoar com a família e amigos que tenho.

À Universidade Federal de Goiás, *Campus* Jataí, por me acolher e proporcionar a possibilidade de desenvolver o mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia Banys pelos ensinamentos e paciência durante o exercício de sua orientação. Pelo seu profissionalismo e dedicação ao desenvolvimento da ciência e formação das pessoas, meus sinceros agradecimentos e admiração.

Ao Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva, por ceder este projeto e valiosa contribuição à minha formação, meus sinceros agradecimentos e admiração.

À Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Márcia Dias pela grandiosa contribuição à análise dos dados do experimento.

Ao Dr. Flávio Faria de Souza, por suas sugestões ao trabalho.

Ao Dr. Daniel Rume Casagrande, por valiosas sugestões ao trabalho.

A todos os professores da Universidade Federal de Goiás/*Campus* Jataí, em especial ao Prof. Dr. Marco Aurélio Carbone Carneiro, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Luisa Aguiar de Castro, Prof. Dr. Edgar Alain Collao Saenz e Prof. Dr. Hildeu Ferreira Assunção.

À pesquisadora Flávia Gimenes, que se dedicou ao desenvolvimento do experimento de forma que tudo saísse como planejado.

À Cleunice Fialho, aluna de Pós-graduação da ESALQ, pela amizade e companheirismo durante o experimento.

Ao Dr. Alexandre Berndt, pela presteza e seriedade na condução do experimento.

À Dr<sup>a</sup>. Luciana Gerdes, pela amizade e alegria passada a todos nós.

À Dr<sup>a</sup>. Maria Tereza Colozza, por sua dedicação ao projeto.

Ao Dr. Joaquim Carlos Werner, por sua grande contribuição ao desenvolvimento do projeto com conselhos e riqueza de histórias.

Ao Sr. Marcos, funcionário do Instituto de Zootecnia, por sua educação e presteza à execução das avaliações em campo.

Ao Sr. Flavio, funcionário do Instituto e Zootecnia, por sua presteza e colaboração às avaliações de campo.

Ao Rafael, estagiário, por sua amizade.

Ao João, estagiário, violeiro, por sua amizade.

À Daiana, estagiária, por sua educação e amizade.

Ao Moacir, estagiário, por seu companheirismo e amizade.

Ao Júnior (Boi), estagiário, por sua amizade.

Ao Juliano, Técnico Agrícola, por sua amizade e presteza.

Ao Deived, estagiário, por seu caráter.

Ao Seu Zé Louco, funcionário do Instituto de Zootecnia, por seu trabalho e amizade, que em sua sabedoria disse: “O capim cresce mesmo, com esse brejo e calorão”.

À minha família, pela fraternidade e união.

Aos meus sobrinhos, Kauê, Amanda, Maria Antônia e Alanis, pela alegria e belos momentos de pureza.

Ao José Acácio Silva Neto, pelo companheirismo.

Ao Grupo de Produção Animal (GPA), pelo convívio produtivo e amistoso.

A todos que aqui não mencionei, mas que contribuíram para que este trabalho fosse executado.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	ii
LISTA DE TABELAS.....	iv
RESUMO .....	vii
ABSTRACT.....	ix
1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
2.1 Estrutura do dossel forrageiro como elo das respostas de plantas e animais no ecossistema pastagem .....	3
2.2 Manejo do pastejo.....	6
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	15
3.1 Local, espécie vegetal e solo da área do experimento.....	15
3.2 Clima e dados climáticos durante o experimento.....	16
3.3 Animais.....	19
3.4 Tratamentos e delineamento experimental.....	19
3.4.1 Instalação das condições experimentais e imposição dos tratamentos.....	22
3.4.2 Monitoramento das condições experimentais e adubação.....	23
3.5 Avaliação de campo.....	24
3.5.1 Distribuição vertical dos componentes.....	24
3.5.2 Interceptação luminosa, índice de área e ângulo de forragem.....	26
3.5.3 Massa de forragem.....	27
3.6 Processamentos dos dados e análise estatística.....	29
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4.1 Número de ciclos de pastejo.....	30
4.2 Dias de ocupação e descanso.....	32
4.3 Interceptação luminosa.....	35
4.4 Índice de área de folhagem.....	37
4.5 Ângulo da folhagem.....	40
4.6 Massa de forragem.....	41
4.6.1 Pré-pastejo.....	41
4.6.2 Pós-pastejo.....	45
4.7 Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel forrageiro.....	50
4.8 Densidade volumétrica da forragem.....	53
4.8.1 Densidade volumétrica total.....	53
4.8.2 Densidade volumétrica de folha.....	55
4.9 Taxa de acúmulo total de forragem.....	56
5 CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIA BILIOGRÁFICA.....	59

## LISTA DE FIGURAS

		Página
Figura 1.	Modelo conceitual das relações planta-animal no ecossistema pastagem .....	5
Figura 2.	Média mensal de precipitação e temperatura do ar no período de janeiro de 2009 a março de 2010 .....	17
Figura 3.	Radiação solar no período de janeiro de 2009 a fevereiro de 2010 .....	17
Figura 4.	Extrato do balanço hídrico das normais climatológicas no período de 1968 a 1990 e do período experimental de janeiro de 2009 a março de 2010 .....	18
Figura 5.	Áreas com encharcamento por excesso de chuva e reboleiras com plantas mortas .....	18
Figura 6.	Parte dos animais utilizados nas unidades experimentais .....	19
Figura 7.	Imagem de satélite da delimitação da área total (unidades experimentais e reserva) correspondente ao experimento e a disposição dos tratamentos .....	20
Figura 8.	Vista parcial da área experimental com animais em pastejo .....	21
Figura 9.	Monitoramento da altura dos pastos com a utilização do bastão medidor ( <i>sward stick</i> ) .....	23
Figura 10.	Adubação nitrogenada em pós-pastejo (resíduo de 15 cm) .....	23
Figura 11.	Avaliação da estrutura do dossel forrageiro com a “armação de ponto inclinado” .....	24
Figura 12.	Determinação da interceptação de luz, índice de área e ângulo da folhagem .....	26
Figura 13.	Amostragem da massa de forragem em pré-pastejo (25/200 bloco II) .	27
Figura 14.	Componentes morfológicos separados (colmo+bainha, lâmina foliar e material morto) .....	28
Figura 15.	Altura média (cm) de pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada nas épocas verão I (dezembro de 2009 a janeiro de 2010) e verão II (fevereiro a março de 2010) .....	34
Figura 16.	Altura média (cm) dos pastos de capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado e adubação nitrogenada nas épocas verão I (dezembro de 2009 a janeiro de 2010) e verão II (fevereiro a março de 2010) .....	39
Figura 17.	Presença de hastes reprodutivas em pastos submetidos à altura de entrada de 35 cm durante a época verão II .....	44
Figura 18.	Resíduo (15 cm) pós-pastejo de pastos submetidos à altura de entrada de 25 cm (a) e de 35 cm (b) .....	47
Figura 19.	Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada durante o verão I .....	51
Figura 20.	Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao	

	longo do perfil vertical do dossel de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada durante o verão II .....	52
Figura 21.	Taxa de acúmulo total de forragem (kg de MS/ha) de pastos do capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	57

## LISTA DE TABELAS

		Página
Tabela 1 –	Época e taxa de aplicação de fertilizantes no capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado de janeiro de 2009 a abril de 2010 .....	22
Tabela 2 –	Número de ciclos de pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	30
Tabela 3 –	Dias de ocupação e dias de descanso dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	32
Tabela 4 –	Interceptação luminosa (%) em pré-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada .....	36
Tabela 5 –	Índice de área de folhagem (IAF) em pré-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	37
Tabela 6 –	Ângulo da folhagem (°) em pré-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	41
Tabela 7 –	Massa de forragem total, de folha e haste (kg de MS/ha) em pré-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	42
Tabela 8 –	Relação folha/haste em pré-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias dos pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	43
Tabela 9 –	Massa de forragem total (kg de MS/ha) em pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	45
Tabela 10 –	Massa de forragem de folha (kg de MS/ha) em pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	46
Tabela 11 –	Massa de forragem de folha (kg de MS/ha) em pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	46

Tabela 12 –	Massa de forragem de haste (kg de MS/ha) em pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	48
Tabela 13 –	Massa de forragem de material morto (kg de MS/ha) em pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	49
Tabela 14 –	Massa de forragem de material morto (kg de MS/ha) em pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	49
Tabela 15 –	Relação folha/haste em pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	50
Tabela 16 –	Densidade volumétrica total (kg de MS/ha/cm) em pré-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	55
Tabela 17 –	Densidade volumétrica de folha (kg de MS/ha/cm) em pré-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010 .....	56

## RESUMO

### **ESTRUTURA DO DOSSEL, INTERCEPTAÇÃO DE LUZ E MASSA DE FORRAGEM EM CAPIM-MARANDU SUBMETIDO A ESTRATÉGIAS DE PASTEJO INTERMITENTE E ADUBAÇÃO NITROGENADA**

Objetivou-se com o presente experimento avaliar combinações de dois intervalos de pastejo intermitente, correspondentes ao período de tempo necessário para que o dossel atingisse as alturas de 25 e 35 cm e duas doses de aplicação de nitrogênio (50 e 200 kg N/ha/ano) sobre a estrutura do dossel, interceptação de luz e produção de forragem em pastos de capim-marandu. O experimento foi conduzido no IZ - Instituto de Zootecnia, situado no Município de Nova Odessa, SP. Os tratamentos denominados pela relação altura/dose de nitrogênio 25/50, 25/200, 35/50 e 35/200 foram alocados às unidades experimentais constituídas por conjuntos de seis piquetes de 0,5 ha cada segundo um arranjo fatorial 2 x 2 (duas alturas e duas doses de N) em delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições, totalizando a área de 48 ha. Foram avaliadas as variáveis número de ciclo pastejo, dias de ocupação, dias de descanso, interceptação de luz, área da folhagem, ângulo da folhagem, massa de forragem em matéria seca (MS), relação folha:haste, distribuição espacial dos componentes morfológicos ao longo do perfil vertical dos pastos, densidade volumétrica da forragem total e dos componentes morfológicos e taxa de acúmulo de forragem. Os dados foram analisados em parcela subdividida em modelo misto, considerando como efeito aleatório o bloco e os erros associados a cada parcela. Na parcela considerou-se o efeito da época (verão I – período de dezembro de 2009 a janeiro de 2010 e verão II – período de fevereiro a março de 2010) e do bloco, na subparcela o efeito da altura e das interações e na subdividida o efeito da dose de nitrogênio e das interações. As médias foram estimadas pelo método dos mínimos quadrados com a comparação dos tratamentos pelo teste “t” de “Student” usando o programa SAS v.9.0 a 5% de significância. Houve maior número de ciclos de pastejo (1,82) no tratamento 25/200. Houve efeito de altura e dose de N sobre as variáveis dias de ocupação (sete dias para o tratamento 25/200) e dias de descanso (34 e 36 dias para altura 25 cm e dose 200 kg de N/ha, respectivamente). Houve efeito de altura e dose de N para a interceptação luminosa (96,03 e 98,10% para as alturas de 25 e 35 e 96,62 e 97,51% para as doses de 50 e 200 kg de N/ha, respectivamente). Houve efeito da interação época x altura x dose de N, sendo que os tratamentos 35/50 e 35/200 apresentaram os maiores valores de índice de área de folhagem (IAFolhagem) tanto na época verão I quanto na época verão II. Observou-se, sobre o ângulo da folhagem, efeito da época (41,77 e 44,91° para a época verão I e verão II, respectivamente) e da interação altura x dose de N (sendo observado menor valor - 41,78° - para o tratamento 35/50). Houve efeito da altura sobre a massa de forragem em pré-pastejo que, apresentou maiores valores de massa de forragem total (12356 kg de MS/ha), massa de forragem de folha (4668,76 kg de MS/ha) e massa de forragem de haste (3553,69 kg de MS/ha) para a altura de 35 cm. Houve efeito de época (1,66 e 1,30 para época verão I e verão II) e da altura (1,61 e 1,35

para 25 e 35 cm) sobre a relação folha:haste. Houve efeito de dose de N sobre a matéria seca total em pós-pastejo, sendo que a dose de 200 kg de N/ha apresentou maior valor (8103,58 kg MS/ha). A massa de forragem de folha em pós-pastejo foi afetada pela altura (1141,87 e 669,14 kg de MS/ha para 25 e 35 cm) e pela interação época x dose de N apresentando diferença entre as épocas verão I e verão II para a dose de 50 kg de N/ha (709,71 e 1076,10 kg de MS/ha para época verão I e verão II). A massa de forragem de haste em pós-pastejo foi afetada pela interação época x altura apresentando diferença entre as alturas de 25 e 35 cm na época I (1730,67 e 2372,04 kg de MS/ha para 25 e 35 cm) e aumento do valor entre a época verão I e verão II para a altura de 25 cm (1730,67 para 2340,10 kg de MS/ha). A massa de forragem de material morto em pós-pastejo foi afetada pela altura (4114,36 e 4936,97 kg de MS/ha para 25 e 35 cm) e pela interação época x dose de N havendo variação entre a dose de 50 kg de N/ha e as épocas verão I e verão II (5015,49 e 3654,76 kg de MS/ha para época verão I e verão II) e entre as doses de N na época verão II (3654,76 e 4541,94 kg de MS/ha para 50 e 200 kg/ha). A relação folha:haste em pós-pastejo foi afetada pela interação época x dose de N x altura, apresentando maiores valores para os tratamentos 25/50 e 25/200. A estrutura do dossel na condição de pré-pastejo apresentou cerca de 50% de sua porção superior composta por lâminas foliares independentemente da época do ano e do tratamento. A densidade volumétrica total foi afetada pela interação época x dose de N x altura, apresentando maiores valores durante a época verão I. A densidade volumétrica de folha foi afetada pela interação época x dose x altura apresentando variação entre as épocas verão I e verão II. Não houve efeito de época, dose de N e altura sobre a taxa de acúmulo total de forragem. É recomendada a estratégia de pastejo com altura de entrada de 25 cm combinada com adubação de 200 kg de N/ha para o melhor controle da estrutura dos pastos visando à produção animal.

## ABSTRACT

### **SWARD STRUCTURE, LIGHT INTERCEPTION AND FORAGE MASS OF MARANDU PALISADEGRASS SUBJECTED TO STRATEGIES OF INTERMITTENT STOCKING AND NITROGEN FERTILISATION**

The objective of this experiment was to evaluate combinations of two intermittent grazing intervals that corresponding to the time required for the sward reached 25 and 35 cm heights and two nitrogen application doses (50 and 200 kg N/ha/year) on the sward structure, light interception and forage production of Marandugrass pastures. The experiment was conducted at IZ - Institute of Animal Science, located in Nova Odessa, SP. Treatments which were denominated like their heights and dose relations by 25/50, 25/200, 35/50 and 35/200 were allocated at experimental units constituting sets of six paddocks of 0.5 ha each in a 2 x 2 (two heights and two doses) factorial arrangement in randomized complete block design, with four replications, totaling an area of 48 ha. The variables were the number of cycle grazing, grazing days, rest days, light interception, leaf area, foliage angle, herbage dry matter (DM), leaf:stem ratio, morphological components spatial distribution along the grass vertical profile, bulk density, total herbage and morphological components and herbage accumulation rate. The data were analyzed in split split plot in a mixed model, considering random and block errors effects. In the plot were considered the time effect (summer I – from December 2009 to January 2010 and summer II – from February to March 2010) and the block, in the subplot were considered the height and the interactions and in the subsubplot the N doses and their interactions. Means were estimated by the least squares comparing the treatments by t-test of "Student" using SAS v.9.0 program at 5% of significance. The greatest number of grazing cycles (1.82) were observed in treatment 25/200. There was an effect of height and N dose on the variable grazing days (seven days for treatment 25/200) and rest days (34 and 36 days for height 25 cm and dose 200 kg N/ha, respectively). There was an effect of height and N dose for light interception (96.03 and 98.10% for heights of 25 and 35 and 96.62 and 97.51% for dose of 50 and 200 kg N/ha, respectively). A significant interaction between time x height x N dose where the treatments 35/50 and 35/200 showed the highest values of foliage area index (FAI) to the both time, summer I and summer II. The values of foliage angle were significant for the time (41.77 and 44.91° for summer I and summer II, respectively) and the interaction time x dose of N (41.78 value being lower for the treatment 35/50). There was effect of height on pre-grazing herbage dry matter when the height 35 cm showed the highest total herbage dry matter (12356 kg DM/ha), leaf dry matter (4668.76 kg DM/ha) and stem dry matter (3553.69 kg DM/ha). Significant effect of time (1.66 and 1.30 for summer I and summer season II) and height (1.61 and 1.35 for 25 and 35 cm) was observed to leaf:stem ratio. There was effect of N dose on post-grazing total dry matter, and 200 kg N/ha dose showed the highest value (8103.58 kg DM/ha). Post-grazing leaf dry matter was affected by height (1141, 87, and 669.14 kg DM/ha for 25 and 35 cm heights) and by interaction time x N dose with significant difference between summer time I and II for 50 kg N/ha dose (709.71

and 1076.10 kg DM/ha for summer time I and II). Post-grazing stem dry matter was affected by interaction time x height with significant difference between 25 and 35 cm heights at time I (1730.67 and 2372.04 kg DM/ha for 25 and 35 cm heights) and increase value between summer time I and II to 25 cm height (1730.67 to 2340.10 kg DM/ha). Post-grazing dead material dry matter was affected by height (4114.36 and 4936.97 kg DM/ha for 25 and 35 cm height) and interaction time x N dose changing between 50 kg N/ha dose and summer time I and II (5015.49 and 3654.76 kg DM/ha for summer I and II) and between N doses in summer II (4541 and 3654.76, 94 kg DM/ha for 50 and 200 kg N/ha). Post-grazing leaf:stem ratio was affected by the interaction time x N dose x height with higher values for treatments 25/50 and 25/200. Pre-grazing sward structure showed about 50% of its upper portion composed of leaf lamina regardless summer time and treatment. The total volume density was affected by the interaction time x N dose x height with higher values during the summer season I. The leaf volume density was affected by the interaction time x dose x height with changes between summer time I and II. There was no effect of time, height and N dose on herbage accumulation rate. It is recommended like a grazing strategic combined 25 cm sward height with fertilization of 200 kg N/ha dose for better control of sward structure to production animal on pastures.

## 1 INTRODUÇÃO

A produção animal em pastagens tem se mostrado como a alternativa de menor custo de produção em relação a outros sistemas que têm como premissa o suprimento das necessidades de nutrientes dos animais por meio do fornecimento de alimentos concentrados. Com a valorização da terra e a necessidade de alcançar elevadas produtividades, a intensificação dos sistemas de produção em pastagens ganhou importância para que a produção animal (carne, leite, lã etc.) venha a ser competitiva com as demais culturas (cana-de-açúcar, eucalipto, café, soja, milho, citrus dentre outras; Da Silva & Sbrissia, 2001). Contudo, o processo de intensificação deve estar mais associado ao nível de intensidade e abrangência dos conhecimentos aplicados no gerenciamento do sistema de produção do que ao nível de investimento financeiro ou de utilização de recursos externos (Carvalho, 2005; Da Silva & Nascimento Júnior, 2006), fato que exige atenção de técnicos e produtores para a exploração racional e sustentável do ecossistema pastagem. Nesse contexto, melhorias na utilização da forragem produzida têm grande impacto na produtividade animal sem que haja a necessidade da aplicação de maior quantidade de insumos ou equipamentos, revelando-se alternativa bastante atrativa para a intensificação do processo de produção de maneira equilibrada, sustentável e econômica.

Nos últimos anos a pesquisa com plantas forrageiras tem evoluído em busca de um enfoque mais ecológico do processo de produção (Nascimento Júnior et al., 2004). Por isso, estudos que há muito tempo são desenvolvidos com espécies de clima temperado, caracterizados pela busca do entendimento de como variações no estado ou condição do pasto afetam tanto as respostas de plantas como de animais, passaram a ser realizados no país e o conceito de metas de altura (Hodgson & Da Silva, 2002) ou controle da estrutura dos pastos passou a ser adotado e utilizado nos protocolos experimentais.

Estudos baseados na avaliação dos impactos que estratégias de manejo têm sobre a estrutura do dossel e das variações sobre as respostas das plantas e animais são fundamentais para a determinação de práticas de manejo do pastejo (Hodgson, 1985), particularmente, no caso das espécies forrageiras mais utilizadas nas áreas de pastagens plantadas do país, como as do gênero *Brachiaria*.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Estrutura do dossel forrageiro como elo das respostas de plantas e animais no ecossistema pastagem**

A estrutura do dossel tem sido usualmente definida como a “distribuição e o arranjo da parte aérea das plantas numa comunidade” (Laca & Lemaire, 2000), resultado da dinâmica de crescimento de suas partes no tempo e no espaço. Várias são as características utilizadas para descrevê-la. Dentre elas podem ser citadas a altura do dossel (cm), a massa de forragem (kg MS/ha) a densidade volumétrica (kg MS/ha/cm), a densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m<sup>2</sup>), a distribuição da fitomassa por estrato, o ângulo da folhagem, o índice de área foliar, a relação folha/haste etc.

A estrutura pode ser descrita de forma vertical ou horizontal (Carvalho et al., 2001). Tradicionalmente, em estudos conduzidos sob condições de crescimento livre ou pastejo, maior ênfase é dada para a caracterização vertical da estrutura devido à sua melhor correlação com o consumo. No entanto, enquanto a estrutura vertical é importante em escalas maiores da interação planta-animal, a horizontal é importante em todas as escalas, já que ela se cria com o passar do tempo pela ação do animal, uma vez que alguns locais da pastagem apresentam frequência de pastejo maior do que outros (Stuth, 1991). Nos locais de preferência dos animais, a vegetação é, em geral, verde, baixa e composta essencialmente por lâminas foliares, enquanto que naqueles de menor preferência a vegetação é mais alta e possui participação elevada de material senescente.

A estrutura do dossel é uma característica central e possui papel determinante sobre o tipo e a ordem de grandeza das respostas produtivas de plantas e animais na pastagem (Hodgson, 1985). Isso ocorre porque a estrutura tem relação direta com o tamanho, qualidade e eficiência do aparato fotossintético da comunidade de plantas determinantes da produtividade primária (produção de forragem), e da forma como a forragem é apresentada ao animal em pastejo, sua apreensibilidade, facilidade de colheita e consumo, determinantes da produtividade secundária do sistema (produção animal; Briske & Heitschmidt, 1991). Como

exemplo, o arranjo espacial (estrutura) do dossel afeta tanto a distribuição da luz dentro da população de plantas como a circulação de ar e a temperatura, afetando os processos de fixação do CO<sub>2</sub> e evapotranspiração (Loomis & Willians, 1969). Portanto, a arquitetura do dossel é fundamental para o uso eficiente da radiação fotossinteticamente ativa disponível. Por isso, a altura pode ser o atributo mais importante e determinante da habilidade competitiva das plantas pela luz incidente. Diferenças mínimas em altura podem ter grandes efeitos na competição por luz facilitando a sobreposição de uma folha sobre a outra.

Segundo Hodgson & Da Silva (2002) em um ambiente de pastagem as respostas tanto de plantas forrageiras como dos animais em pastejo são condicionadas e determinadas por variações em estrutura e condição do dossel forrageiro. A estrutura do dossel forrageiro é definida por um conjunto de características genéticas da planta forrageira denominadas morfogênicas, as quais são condicionadas por fatores do ambiente como luz, temperatura umidade e outros (Lemaire & Chapman, 1996). Dessa maneira, como as variáveis climáticas afetam essas características, a estrutura do dossel é, em parte, reflexo das condições de clima e de suas variações. Em pastos de gramíneas de clima temperado em estádios vegetativos, as três características morfogênicas são o aparecimento, o alongamento e a longevidade das folhas. Essas variáveis são responsáveis e determinantes das características estruturais do pasto, definidas pelo comprimento final da folha, a densidade populacional de perfilhos e o número de folhas vivas por perfilho. O produto dessas três características determina diretamente o índice de área foliar (IAF) do dossel. A partir dos conhecimentos gerados para espécies de clima temperado (Chapman & Lemaire, 1993; Lemaire & Chapman, 1996) foi possível, em anos mais recentes, o desenvolvimento de um novo modelo conceitual para o estudo e a pesquisa com plantas forrageiras de clima tropical (Da Silva & Nascimento Júnior, 2006), no qual além das características morfogênicas e estruturais listadas para plantas de clima temperado foram introduzidos o alongamento de colmo e a relação folha:colmo, respectivamente (Figura 1). Segundo Da Silva & Nascimento Júnior (2006) nesse novo modelo, o produto animal passou a ser considerado como sendo o resultado da interação entre solo, clima, planta e animal. Esse modelo é baseado na hipótese de que os recursos tróficos

disponibilizados pelo meio (CO<sub>2</sub>, N, água, radiação solar e temperatura) ou por práticas de manejo (adubação e/ou fertilização) alteram as características morfogênicas do pasto que, por sua vez, alteram as características estruturais, condicionando assim a taxa de lotação e o comportamento ingestivo dos animais.

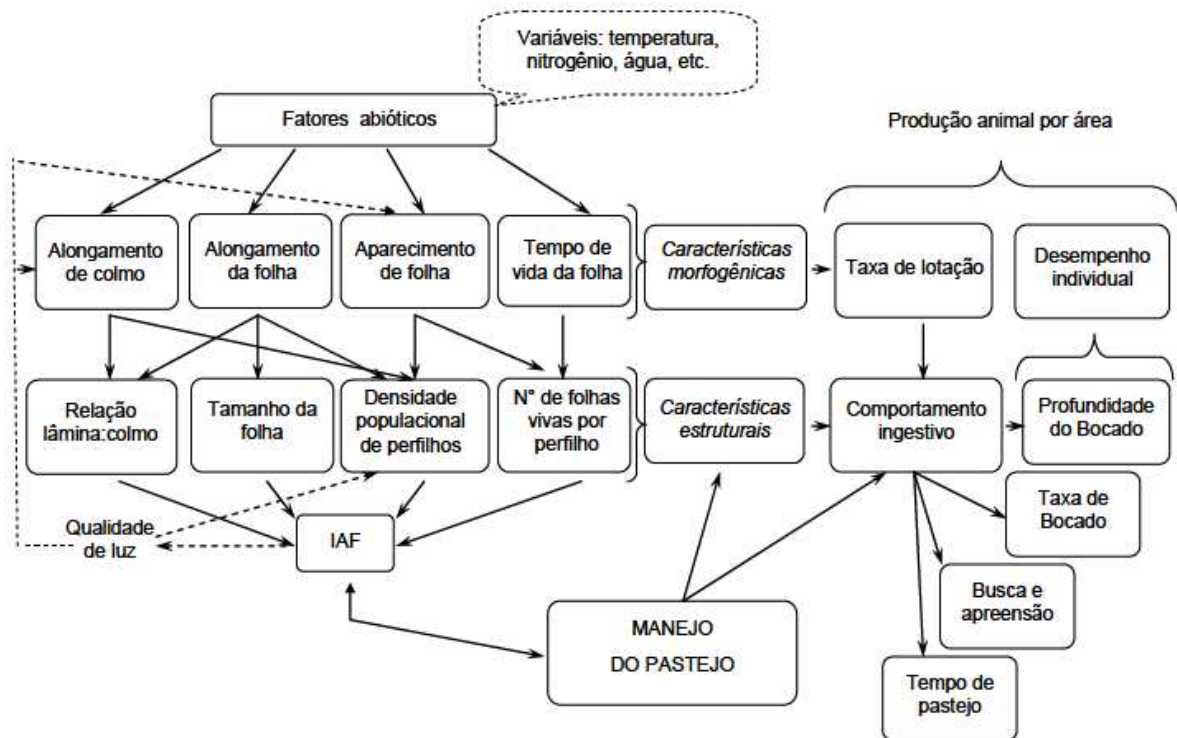


Figura 1. Modelo conceitual das relações planta animal no ecossistema pastagem (Da Silva & Nascimento Júnior, 2006)

Plantas submetidas a regimes de desfolhação alteram a expressão das características morfogênicas, mudando forma e função (estrutura) para se adaptar ao novo ambiente e continuar produzindo folhas. Essa capacidade de alteração de forma e função em resposta a práticas de desfolhação é conhecida como plasticidade fenotípica, definida como sendo a mudança progressiva e reversível nas características morfogênicas de plantas individuais objetivando otimizar o IAF e assegurar a persistência e a produção (Lemaire & Agnusdei, 1999). Por essa razão, pastagens podem ser consideradas sistemas altamente regulados onde qualquer mudança estrutural determina respostas na morfogênese das plantas que, por sua

vez, modificam a estrutura do pasto (Sbrissia & Da Silva, 2001) e o principal componente estrutural do pasto sensível a essas adaptações é o IAF (Lemaire & Chapman, 1996).

## 2.2 Manejo do pastejo

A manipulação do processo de utilização da forragem produzida é feita por meio do manejo do pastejo, o qual faz parte de um sistema de produção bastante complexo, no qual existem interações entre componentes bióticos e abióticos correspondentes aos recursos físicos, vegetais e animais arranjados em um funcionamento compreendido pelo crescimento, utilização e conversão da produção. O manejo do pastejo, caracterizado pela intensidade e frequência de desfolhação imposta ao pasto, deve ser dimensionado para cada planta forrageira, respeitando as exigências nutricionais e de resistência ao pastejo (Briske, 1996). Características estruturais do dossel forrageiro como altura, massa de forragem e índice de área foliar têm elevada correlação com as respostas tanto de plantas quanto de animais. Por essa razão, permitem que metas de pasto definidas a partir dessas características estruturais possam ser utilizadas para o controle e o monitoramento do processo de pastejo em condições de campo, respeitando o ritmo morfogênico das plantas e o potencial de produção de determinada espécie forrageira em uma localidade específica (Hodgson & Da Silva, 2002; Da Silva & Corsi, 2003).

Plantas forrageiras de clima temperado já têm sido estudadas com sucesso segundo esse enfoque há mais de 50 anos. Nascimento Júnior et al. (2003) revisaram o avanço científico na área de pastagens e perceberam que esse posicionamento também se estendeu às plantas forrageiras de clima tropical/subtropical, particularmente gramíneas, como cultivares de *Cynodon* (Fagundes et al., 1999a; Fagundes et al., 1999b; Fagundes et al., 2001; Carnevalli et al., 2001a; Carnevalli et al., 2001b; Carnevalli et al., 2006; Carvalho et al., 2000a; Carvalho et al., 2000b; Pinto et al., 2001; Sbrissia et al., 2001), de *Panicum*, como o Mombaça (Uebele, 2002; Bueno, 2003; Carnevalli, 2003; Cândido et al., 2005) e o Tanzânia (Barbosa, 2004; Difante, 2005), *Pennisetum* (Voltolini, 2006) e, braquiárias, como a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (Fagundes et al., 2005) e a

*Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob lotação contínua (Lupinacci, 2002; Gonçalves, 2002; Sarmiento, 2003; Andrade, 2003; Molan, 2004; Sbrissia, 2004) e sob lotação intermitente (Zeferino, 2006; Souza Jr., 2007; Sarmiento, 2007; Trindade, 2007; Giacomini, 2007).

Hodgson & Da Silva (2002) apontaram algumas alternativas de manejo para plantas forrageiras tropicais, dos gêneros anteriormente citados, com base no conceito de “*sward target*”, ou seja, alvo de manejo, comumente utilizado em pastagens de clima temperado. Para tanto, a elaboração de um banco de dados com informações sobre características ecofisiológicas e respostas funcionais de plantas e de animais na pastagem torna-se necessária (Nascimento Júnior et al., 2003). Esse banco de dados deve contemplar tanto as espécies já utilizadas em grande escala por produtores rurais como as *Brachiarias*, como forma de evitar o processo de degradação, quanto de espécies ainda em fase de experimentação para fins de lançamento comercial. Em sistemas de produção animal em pasto onde se busca o equilíbrio entre adaptação e persistência da planta forrageira e elevados níveis de produtividade animal, as plantas forrageiras preconizadas seriam aquelas de elevado acúmulo de matéria seca, possibilitando altas taxas de lotação e produção de forragem de elevado valor nutritivo, além da ampla capacidade de adaptação às condições de ambiente variáveis. Para tanto, o acúmulo de forragem deve ser, preferencialmente, de folhas relativamente a hastes e material morto, favorecendo o consumo voluntário e, conseqüentemente, o desempenho animal. As plantas forrageiras do gênero *Brachiaria* se encaixam nesse perfil, pois têm boa adaptação a solos ácidos e de média fertilidade e possuem capacidade para elevada produção de forragem.

O capim-marandu, de acordo com Nunes et al. (1985) é um ecotipo originário de regiões vulcânicas da África tropical que, durante muitos anos, foi cultivado no Brasil, na região do Município de Ibirarema, Estado de São Paulo. Em 1977 a Estação de Pesquisas em Pastagens de Marandela - Zimbábue, na África, enviou amostras do material vegetal para a EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. No ano de 1984 houve o lançamento oficial do cultivar, servindo como alternativa aos pecuaristas brasileiros (Nunes et al., 1985; Renvoize et al., 1996). Segundo Santos Filho (1996) é uma das plantas forrageiras mais

utilizadas em todo o país, perfazendo mais de 20% de todas as pastagens cultivadas (Macedo, 1995). Soares Filho (1994) mencionou que esse cultivar adapta-se a condições de até 3.000 m de altitude, precipitação anual ao redor de 700 mm e cerca de cinco meses de seca no inverno. No entanto, não suporta solos encharcados. O cultivar é recomendado para áreas de média à boa fertilidade, embora tolere acidez no solo. A temperatura ótima para seu desenvolvimento está entre 30 e 35°C, sendo a mínima para crescimento de 15°C, embora tolere geada. Apresenta reduzida tolerância ao sombreamento, desenvolvendo-se abundantemente a sol pleno e suportando bem o fogo (Ghisi & Pedreira, 1987).

Apesar da existência de muitos estudos realizados com o capim-marandu no meio científico nacional, ainda prevalecem, nos dias atuais, recomendações muito generalistas de uso e manejo do pastejo resumindo-o a um período de descanso de 28 a 42 dias (4 a 6 semanas; Gerdes et al., 2000a; Gerdes et al., 2000b; Oliveira et al., 2005; Braga et al., 2006; Braga et al., 2007) e resíduo de 10 a 30 cm quando sob lotação intermitente (pastejo rotativo). Independente do uso de adubação nitrogenada e das condições ambientais, os trabalhos de pesquisa com o capim-marandu utilizaram número de dias fixos de descanso (Gerdes et al., 2000a; Gerdes et al., 2000b; Oliveira et al., 2005; Braga et al., 2006; Braga et al., 2007), o que pode gerar variações na altura do dossel por ocasião da entrada dos animais nos pastos, ou seja, na condição pré-pastejo, de 67 cm na primavera a 26 cm no inverno (Gerdes et al., 2000a), ou de 30 e 70 cm correspondendo as ofertas diárias de forragem de 5 e 20%, respectivamente (Braga et al., 2006). Variações na estrutura dos pastos dessa magnitude afetam sobremaneira as respostas dos animais em pastejo, além de comprometerem a estabilidade e a estrutura dos mesmos ao longo do tempo (Da Silva & Carvalho, 2005; Da Silva & Nascimento Júnior, 2007). Contudo, essas recomendações generalistas de manejo do pastejo têm gerado melhoria nos índices de produção e produtividade dessas pastagens, mas, mesmo assim, aquém daquilo que seria possível de se obter relativamente ao potencial de produção e qualidade da forragem produzida (Da Silva, 2004).

É durante a rebrotação que os pastos recuperam a área foliar e se preparam para o novo pastejo. O intervalo de pastejo, contudo, é função da disponibilidade de fatores ambientais de crescimento, uma vez que estes determinam o ritmo de

crescimento e a velocidade de recuperação das plantas após o pastejo. Dessa forma, como a disponibilidade desses fatores varia ao longo do ano, com a estratégia de adubação utilizada e com a altura de resíduo deixada após o pastejo, o uso de um valor fixo e pré-determinado de dias para definir esse intervalo apresenta limitações, uma vez que, dependendo da velocidade de crescimento das plantas, vai implicar em desfolhação das mesmas em estádios variáveis de desenvolvimento fenológico. Segundo Da Silva (2004) no início do processo de rebrotação das gramíneas forrageiras tropicais o processo predominante é o acúmulo de folhas, sendo o acúmulo correspondente de hastes e senescência muito baixos. No entanto, a partir do momento em que o dossel intercepta 95% da luz incidente, ocorre a estabilização de acúmulo das frações e, em seguida, redução da taxa de acúmulo de folhas e aumento expressivo na taxa de acúmulo de hastes e da senescência, de forma que a prorrogação do período de rebrotação além dessa condição resulta em aumento da massa de forragem dos pastos, porém com significativa redução da proporção de folhas e aumento da proporção de hastes e de material morto. Por outro lado, períodos de descanso muito curtos reduzem a produção de forragem e, conseqüentemente, a produção animal (Barbosa, 2004; Dale et al., 2008). Essa condição em que o pasto intercepta 95% da luz incidente tem apresentado elevada correlação com certas características estruturais do dossel, particularmente, com a altura pré-pastejo. A manipulação da frequência de desfolhação por meio do uso de intervalos de pastejo variáveis é, portanto, a forma mais efetiva de promover ajustes na composição morfológica e no valor nutritivo da forragem produzida (Da Silva & Corsi, 2003).

Carnevali (2003) e Barbosa (2004) utilizaram esse conceito trabalhando com *Panicum maximum* cultivares Mombaça e Tanzânia, respectivamente. Ambos concluíram que a meta de 95% de interceptação de luz pelo dossel durante a rebrotação esteve, consistentemente, relacionada com a altura pré-pastejo do dossel e correspondeu a 90 cm de altura para o capim-mombaça e a 70 cm para o capim-tanzânia, independentemente do resíduo pós-pastejo adotado resultando em maior produção de forragem, com elevada proporção de folhas e maior valor nutritivo da forragem produzida (Bueno, 2003), além de alta eficiência de pastejo (Carnevali, 2003; Difante, 2005). Para o capim-marandu as metas de 95 e 100% de IL pelo

dossel estiveram relacionadas, independentemente da altura do resíduo, às alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm, respectivamente. As diversas variáveis morfogênicas da estrutura do dossel forrageiro e de comportamento ingestivo dos animais em pastejo em capim-marandu sob pastejo rotativo, porém as respostas animais relacionadas ao ganho em peso, taxa de lotação e produção por área não puderam ser mensuradas devido às restrições de tamanho da área experimental utilizada (Zeferino, 2006; Souza Jr., 2007; Sarmiento, 2007; Trindade et al., 2007; Giacomini, 2007).

Por outro lado, a manipulação da intensidade de desfolhação que pode ser descrita por características estruturais do dossel, como a altura pós-pastejo, é a maneira mais efetiva de promover ajustes na massa de forragem colhida (remoção de forragem) e na eficiência de pastejo (perdas de pastejo; Da Silva, 2004). A variação na intensidade, por sua vez, pode não causar diferenças em acúmulo de forragem (Marcelino et al., 2006; Souza Jr., 2007), porém, afeta a composição morfológica e o valor nutritivo da forragem produzida. Cortes mais intensos proporcionaram maior renovação de tecidos (aparecimento e morte de perfilhos), e corte menos intensos geram pequena variação na densidade populacional de perfilhos proporcionando maior florescimento, acúmulo de colmos e de material morto em experimentos que utilizaram 10 e 20 cm (Marcelino et al., 2006) e 15 e 30 cm de altura de corte – resíduo (Difante et al., 2008). Sob condições de pastejo, experimentos com o uso de 10 e 15 cm de altura pós-pastejo para o capim-marandu mostraram que o resíduo de 15 cm proporcionou maior taxa de consumo de forragem durante o período de rebaixamento dos pastos (Trindade et al., 2007). Resultou, também, em maior ganho em peso diário dos novilhos de corte (Costa 2007), sugerindo ser essa a altura mais adequada de resíduo para a produção animal em capim-marandu manejado de forma rotativa. Contudo, dados originados em experimento na escala de sistema de produção ainda não foram gerados e seriam muito importantes para a ratificação das inferências feitas a partir de resultados de experimentos de menor escala.

A adubação nitrogenada aumenta o acúmulo de forragem, pois afeta o ritmo morfogênico das gramíneas (Lemaire & Chapman, 1996), principalmente, das tropicais, como o capim-mombaça (Lavres & Monteiro, 2003), capim-aruaana (Lavres

et al., 2004), capim-xaraés (Martuscello et al., 2005) e o capim-marandu (Alexandrino et al., 2004; Batista & Monteiro, 2007; Rodrigues et al., 2008). A elevação da dose de N aplicada eleva o comprimento médio das folhas, devido à maior taxa de alongamento foliar (Alexandrino et al., 2004; Martuscello et al., 2005; Rodrigues et al., 2008), o número de folhas vivas por perfilho (Alexandrino et al., 2004; Martuscello et al., 2005), o número de perfilhos (Lafarge, 2006; Batista & Monteiro, 2007) e também o peso dos perfilhos (Alexandrino et al., 2004).

A densidade populacional de gramíneas aumenta por meio do maior aparecimento de perfilhos, pois o número de gemas axilares cresce e o N estimula os pontos de crescimento (Jewiss, 1972). No entanto, existem situações experimentais em que o incremento em densidade populacional de perfilhos com aumentos nas doses de N não é identificado, normalmente, quando o intervalo de corte ou pastejo utilizado é longo e resulta em competição intra-específica por luz e pelos demais fatores de ambiente (Sarmiento et al., 2005; Hennessy et al., 2008). O peso dos perfilhos é, no longo prazo, o principal componente do aumento da produção de matéria seca do capim-marandu (Alexandrino et al., 2004). Se o manejo do pastejo for mantido constante, o incremento do suprimento de N pode, também, ocasionar a ocorrência de maior proporção de perfilhos reprodutivos (Sarmiento et al., 2005; Lafarge, 2006) dependendo do intervalo de pastejo utilizado.

Com o aumento das doses de N e o aumento das taxas de acúmulo de folhas pode haver aumento das taxas de senescência correspondentes, principalmente, no final do período de rebrotação (Alexandrino et al., 2004; Martuscello et al., 2005), o que reduz os ganhos em produção advindos da fertilização nitrogenada. Portanto, para que o aumento em produção de forragem seja revertido em aumentos na produção animal, o intervalo de desfolhação deve ser reduzido para ajustar a colheita à precocidade de desenvolvimento da forragem adubada com nitrogênio (Alexandrino et al., 2004; Sarmiento et al., 2005).

Cadish et al. (1994) estimaram que o déficit anual de N em gramíneas tropicais cultivadas em solos de Cerrado (Latosolos) varia de 60 a 100 kg/ha. Werner et al. (1996) propuseram adubações nitrogenadas de manutenção de 40 a 80 kg de N, variando conforme a planta forrageira. Para o capim-tanzânia a dose de 50 kg/ha/ano de N foi suficiente para manter a produção de forragem estável por três

anos e, após esse período, tornou-se necessária a elevação da dose para 100 kg/ha/ano de N (Euclides et al., 2007). O nitrogênio é também o principal nutriente cujo suprimento adequado pode evitar a degradação das pastagens e realizar sua recuperação. Isto porque a reciclagem deste nutriente no sistema é comprometida pela distribuição desuniforme e pelas elevadas perdas ocorridas nas dejeções dos animais, esgotamento do N do sistema, elevado requerimento associado ao elevado custo de aquisição, perdas por volatilização de amônia, lixiviação e custos envolvidos na aplicação (Oliveira et al., 2005). Aumentos nas doses de N de 75 a 300 kg/ha/ano para o capim-braquiária (Fagundes et al., 2005) e de 70 a 210 kg/ha/ano para o capim-marandu (Oliveira et al., 2005) resultaram em aumento do acúmulo de forragem segundo uma função linear, revertendo o processo de degradação das pastagens. Dentre os macronutrientes, aqueles que mais afetam a produção de forragem do capim-marandu são o nitrogênio e o fósforo (Monteiro et al., 1995). Costa et al. (2000) em experimento com pastagem degradada de capim-marandu, avaliaram doses de P e N (50 e 100 kg/ha/ano de N) e constataram que, independentemente do uso de fósforo, as maiores produções foram obtidas com a aplicação da maior dose de N e que a dose de 50 kg/ha/ano de N promoveu aumento significativo da produção de forragem.

Quando a estrutura do dossel é mantida sob controle (relativamente estável) não é esperada diferença significativa no ganho em peso diário dos animais, pois este é função do consumo que, por sua vez, é influenciado pela massa do bocado, variável sensível as alterações da estrutura, principalmente altura do dossel forrageiro (Stobbs 1973ab; Cosgrove, 1997). Nos trabalhos realizados em pastos de azevém perene (Maxwell et al., 1998) e pastos consorciados de azevém e trevo-branco (Johnson & Morisson, 1997; Sibbald et al., 2004) o aumento das doses de nitrogênio não resultou em elevação do ganho em peso diário (kg/animal/dia) dos animais em pastejo, no entanto, a maior quantidade de nitrogênio causou maior acúmulo de forragem o que possibilitou aumento na taxa de lotação, resultando em maior produtividade animal (kg/ha).

O padrão de aplicação de N durante a estação de crescimento influencia a distribuição do suprimento de forragem ao longo do ano, alterando a necessidade do uso de suplementos, o desempenho individual dos animais e a produção total do

sistema. Aplicações de N no outono podem elevar a produção animal (Werner et al., 1996; Maxwell et al., 1998) e/ou melhorar a sincronia entre o suprimento e a demanda animal por forragem (Euclides et al., 2007; Hennessy et al., 2008) apesar da menor eficiência agrônômica de utilização do fertilizante aplicado nessa época (Fagundes et al., 2005). No entanto, Ferris et al. (2008) apontaram para a tendência de redução no número de aplicações de nitrogênio ao longo da estação de crescimento, reduzindo assim o custo e a mão-de-obra empregada. Esses autores mostraram, em experimento conduzido com azevém perene pastejado por vacas em lactação, que a redução de três para uma aplicação de N por ciclo de pastejo não reduziu a produção de forragem e nem a produção de leite.

O intervalo de pastejo (ou tempo de rebrotação) e a adubação nitrogenada são componentes importantes que afetam o crescimento da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e, por isso, devem ser considerados na determinação das estratégias de manejo de pastos formados por essa planta forrageira (Alexandrino et al., 2004). Contudo, as informações relativas às respostas de plantas e animais a estratégias de pastejo para essa planta forrageira caracterizadas por controle estrito da estrutura do dossel por meio do uso do conceito de alvo de manejo (Hodgson & Da Silva, 2002), particularmente com relação ao desempenho animal, são ainda escassas, razão pela qual mais estudos são necessários como forma de permitir a geração do conhecimento e favorecer o planejamento de estratégias de pastejo eficientes e sustentáveis.

Assim, conhecer como a estrutura do capim-marandu é afetada por estratégias de pastejo e ritmos de crescimento regulados por meio da adubação nitrogenada passa a ser importante, uma vez que permitirá que ajustes finos às atuais práticas de manejo possam ser planejados com o objetivo de assegurar estabilidade da população de plantas, longevidade dos pastos e propiciar condições favoráveis para maior produção de forragem de elevado valor nutritivo.

Por isso, objetivou-se com o presente experimento avaliar o efeito de dois intervalos de pastejo intermitente (correspondentes ao período de tempo necessário para que o dossel atinja alturas de 25 e 35 cm) e duas doses de aplicação de nitrogênio (50 e 200 kg/ha/ano) sobre a estrutura do dossel, interceptação de luz e produção de forragem em pastos de capim-marandu.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local, espécie vegetal e solo da área do experimento

O experimento foi conduzido no Instituto de Zootecnia – IZ, situado no Município de Nova Odessa, Estado de São Paulo, inserido na Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios – APTA, órgão subordinado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo. A área situa-se nas coordenadas geográficas aproximadas de 22°42' latitude Sul, 47°18' longitude Oeste a 528 m de altitude.

A espécie estudada foi a *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) cv. Marandu, também conhecida por outras denominações regionais como brizantão, brizantha, braquiarão, Marandu e capim-marandu (Renvoize et al., 1998). Os pastos de capim-marandu foram formados em 1995 e a pastagem foi, inicialmente, dividida em 48 piquetes de aproximadamente 1 ha cada, sendo utilizados sob lotação contínua desde 2006 com alta massa de forragem, composta de grandes proporções de haste e material morto. Antes do início do experimento, quatro blocos com 12 piquetes foram identificados aleatoriamente e a preparação da área iniciou-se em setembro de 2008, com a remoção parcial da massa de forragem por meio de pastejo. Após esse manejo os piquetes foram roçados a altura de 20 cm do solo, ao longo do período de outubro a dezembro de 2008. Os piquetes foram subdivididos em duas metades, resultando em 24 piquetes/bloco totalizando 96 piquetes de aproximadamente 0,5 ha cada.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (Embrapa, 1999) e apresentou as características químicas, para a camada 0-20 cm, pH em CaCl<sub>2</sub>: 4,5; MO: 37,2 mg/dm<sup>3</sup>, P (troca iônica método de extração de resina): 1,6 mg/dm<sup>3</sup>; Ca: 14,9 mmolc/dm<sup>3</sup>, Mg: 10,4 mmolc/dm<sup>3</sup>, K: 2,1 mmolc/dm<sup>3</sup>, H+Al: 40,7 mmolc/dm<sup>3</sup>; soma de bases: 27,4 mmolc/dm<sup>3</sup>; capacidade de troca catiônica: 68,1 mmolc/dm<sup>3</sup> e saturação por bases: 39,7%, indicando baixo pH, fósforo e potássio em relação às exigências nutricionais da planta (Werner et al., 1996). O Calcário foi aplicado na quantidade de 1,5 t/ha, em junho de 2008 com o objetivo de aumentar a saturação por bases para 50%. O fósforo e o potássio foram

aplicados juntamente com o nitrogênio de acordo com as especificações dos tratamentos durante o verão (janeiro-abril de 2009 e 2010).

### **3.2 Clima e dados climáticos durante o experimento**

De acordo com o sistema Köppen, o clima da região de Nova Odessa é caracterizado como mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco, classificado como Cwa, com temperaturas médias inferiores a 18°C no mês mais frio e superiores a 22°C na época mais quente do ano (Brasil, 1960). A precipitação pluviométrica média anual no Município é de 1270 mm sendo que 30% ocorre no período de maio a setembro.

Os dados climáticos para a área experimental durante a realização do experimento foram coletados por meio do IAC – Instituto Agrônomo – Seção de Climatologia Agrícola, de janeiro de 2009 a março de 2010 (Figuras 2, 3 e 4). O extrato do balanço hídrico foi calculado considerando-se a capacidade de armazenamento de água (CAD) de 100 mm e apresenta o excedente hídrico durante os períodos de 1969 a 1990 e janeiro de 2009 a março de 2010. Nota-se que o excedente médio das normais climatológicas durante o período em que foi realizado o experimento atinge 100 mm, enquanto que o excedente no ano de 2010 foi duas vezes e meia maior do que esse valor.

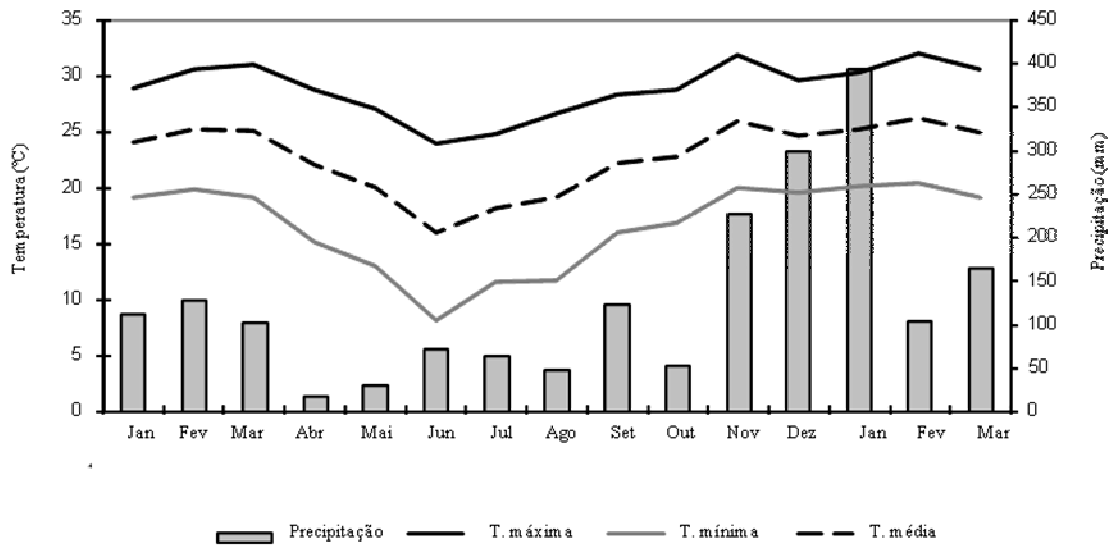


Figura 2. Média mensal de precipitação e temperatura do ar no período de janeiro de 2009 a março de 2010  
(Fonte: IAC, 2010)

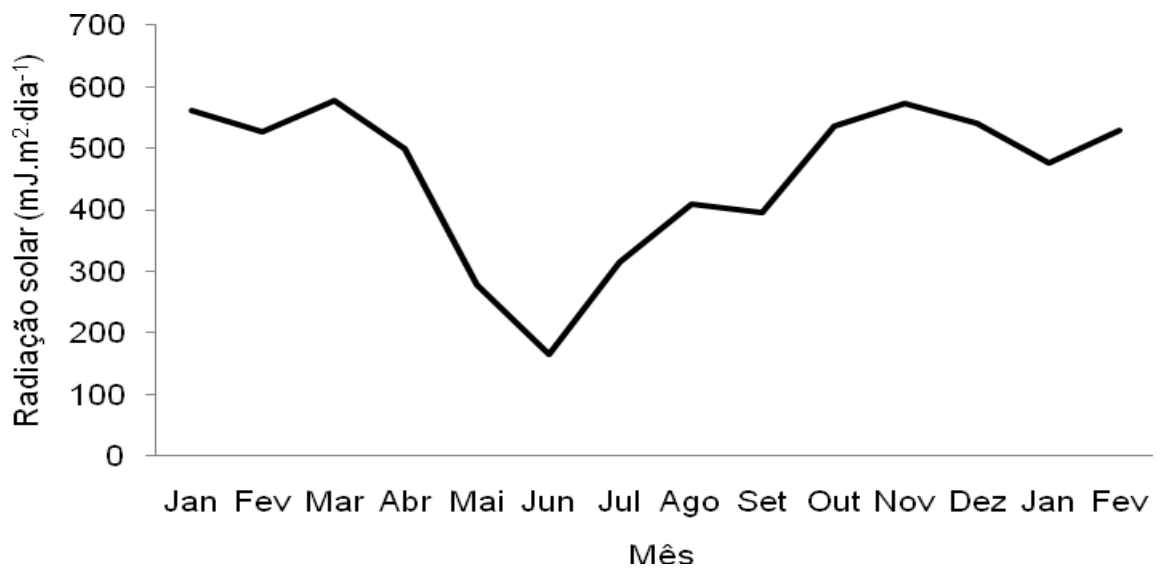


Figura 3. Radiação solar no período de janeiro de 2009 a fevereiro de 2010  
(Fonte: IAC, 2010)

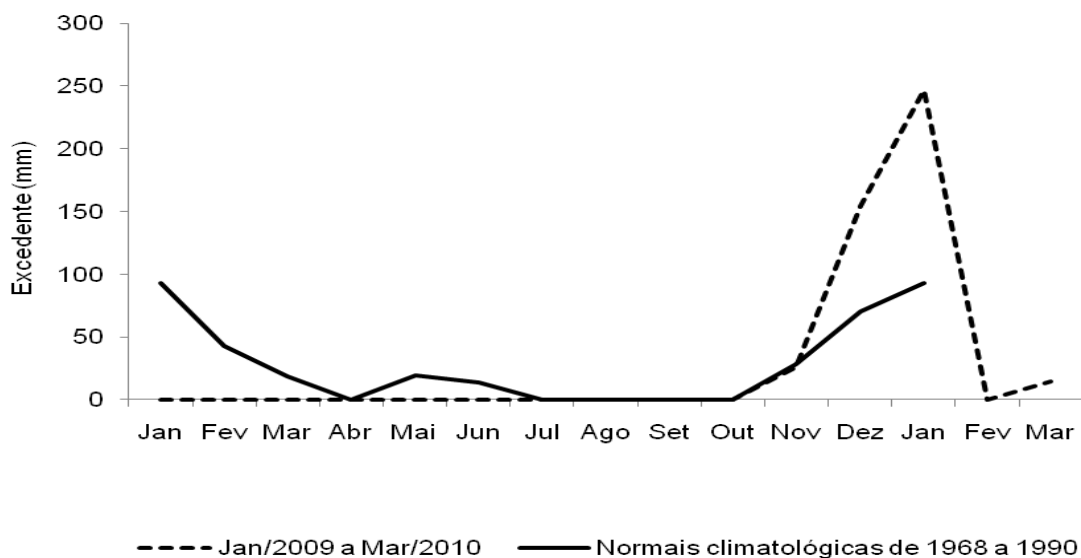


Figura 4. Extrato do balanço hídrico das normais climatológicas no período de 1968 a 1990 e do período experimental de janeiro de 2009 a março de 2010 (Fonte: IAC, 2010)

Durante os meses de dezembro de 2009 a janeiro de 2010 ocorreu excesso de chuva na área experimental e, por isso, alguns pastos apresentaram pontos de encharcamento (Figura 5).

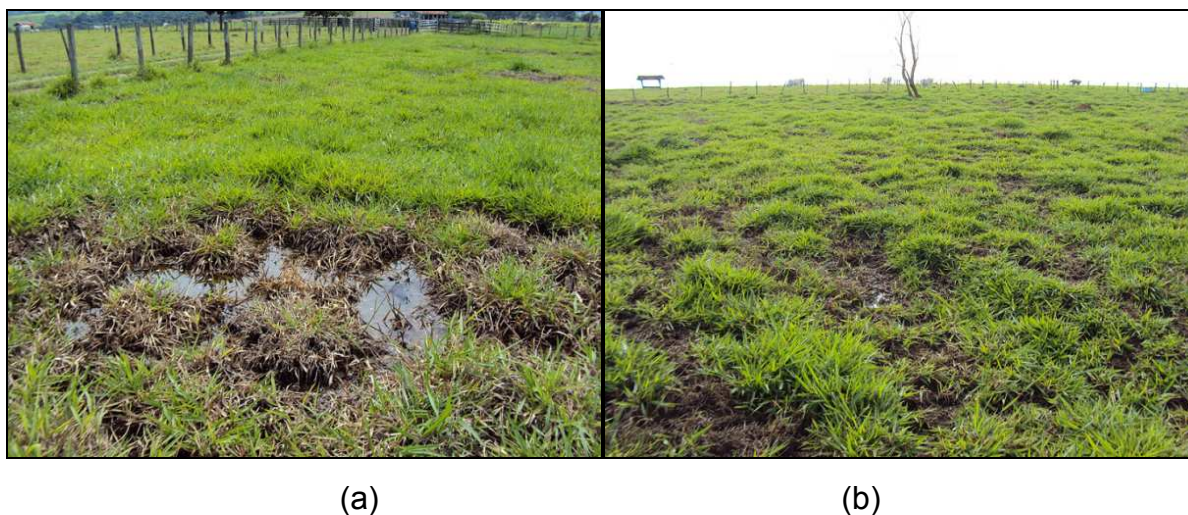


Figura 5. Áreas com encharcamento por excesso de chuva e reboleiras com plantas mortas  
(a) tratamento 25/50 bloco III e (b) tratamento 25/200 bloco II

### 3.3 Animais

Foram utilizados bovinos machos em crescimento da raça Nelore oriundos do plantel da APTA e de fazendas de parceiros, com aproximadamente doze meses de idade e peso médio inicial de 330 kg (Figura 6). Foram selecionados 48 animais que distribuídos aleatoriamente, em número de três/unidade experimental (módulos de seis piquetes), permaneceram no ensaio durante todo o período experimental. O restante do lote inicial foi mantido na área reserva com pasto do mesmo cultivar e foi utilizado para o fornecimento de animais reguladores de carga todas as vezes que houve a necessidade de ajuste na taxa de lotação.



Figura 6. Parte dos animais utilizados nas unidades experimentais

### 3.4 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos corresponderam às combinações de dois intervalos de pastejo e duas doses de aplicação de nitrogênio. Os intervalos de pastejo

corresponderam ao período de tempo necessário para o dossel atingir as alturas de 25 e 35 cm determinadas por resultados de outros experimentos, onde a relação interceptação de luz pelo dossel e altura dos pastos foi avaliada (Trindade et al., 2007). As doses de aplicação de nitrogênio foram 50 e 200 kg/ha/ano (designadas 25/50, 25/200, 35/50 e 35/200). Os tratamentos foram alocados às unidades experimentais segundo um arranjo fatorial 2x2 em delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições, totalizando 16 unidades experimentais. Cada unidade experimental (unidades auto-contidas de manejo) foi composta de um módulo de seis piquetes de 0,5 ha cada, nos quais o lote de três animais-teste permaneceu em pastejo durante todo o período experimental. Dessa maneira, cada unidade experimental representou uma área total de 3,0 hectares (Figuras 7 e 8), correspondendo ao gerenciamento de uma mini-fazenda. Assim, considerando-se os quatro tratamentos e as quatro repetições (blocos), a área experimental apresentou o total de 48 ha divididos em 96 piquetes. A área reserva ocupou 20 ha e abrigou os animais reguladores de carga quando estes não foram necessários nas unidades experimentais para o ajuste da taxa de lotação.



Figura 7. Imagem de satélite da delimitação da área total (unidades experimentais e reserva) correspondente ao experimento e a disposição dos tratamentos (Fonte: Google® Earth, 2009)



Figura 8. Vista parcial da área experimental com animais em pastejo

#### **3.4.1 Instalação das condições experimentais e imposição dos tratamentos**

A meta de altura pós-pastejo foi fixada em 15 cm tendo como foco a manutenção das condições pré-pastejo pela taxa de lotação e tempo de ocupação dos piquetes. Priorizou-se o manejo pelo ajuste na taxa de lotação e quando esta não foi suficiente a rotação dos animais foi acelerada pelo encurtamento do período de ocupação, o que resultou em resíduo pós-pastejo acima dos 15 cm preconizados.

Para a realização dos ajustes os pastos foram monitorados semanalmente e as tomadas de decisão consideraram a condição do piquete em pastejo no momento da avaliação e a condição dos próximos dois piquetes a serem pastejados.

O nitrogênio foi aplicado em parcelas durante o verão (janeiro-abril de 2009 e 2010), juntamente com fósforo e potássio (Tabela 1).

Tabela 1. Época e taxa de aplicação de fertilizantes no capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado de janeiro de 2009 a abril de 2010

Mês	Taxa de aplicação de N (kg/ha)		Fertilizante
	50	200	
Janeiro	50	50	20:2:17*
Fevereiro	-	75	Uréia
Março	-	75	Uréia

\* Fórmula comercial N:P:K.

### 3.4.2 Monitoramento das condições experimentais e adubação

O monitoramento das condições experimentais foi feito por meio de avaliações periódicas de altura do dossel forrageiro, utilizando-se um bastão medidor (*sward stick*; Barthram, 1985) e da interceptação de luz correspondente, como forma de avaliar a consistência das metas de altura (25 e 35 cm) com as condições de 95 e 100% de interceptação luminosa (IL). O acompanhamento da altura do dossel forrageiro foi realizado nos 96 piquetes, quando os animais saíam dos piquetes, no resíduo pós-pastejo e antes dos animais entrarem no piquete em pré-pastejo, em caminhamento zigzague tomando 100 leituras por piquete para avaliar, desta forma, toda a área (Figura 9). Além dessas medições, durante o intervalo de rebrotação a altura do dossel forrageiro foi mensurada uma vez por semana nos piquetes sem animais em todos os módulos.

As medições foram realizadas durante o período experimental dividido em verão I (dezembro de 2009 e janeiro de 2010) e verão II (fevereiro e março de 2010).

Admitiu-se variação de 5% para mais ou para menos (23,75 e 26,25 cm; 33,75 e 36,75 cm) sobre a altura média dos pontos amostrais em cada piquete para a tomada de decisão sobre o manejo.

A interceptação de luz foi mensurada em pré-pastejo nos 16 piquetes de avaliação por meio de um analisador de dossel da marca LI-COR modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA).

As unidades experimentais receberam as doses de nitrogênio conforme a determinação do tratamento (Tabela 1) e após o pastejo dos piquetes (Figura 10).

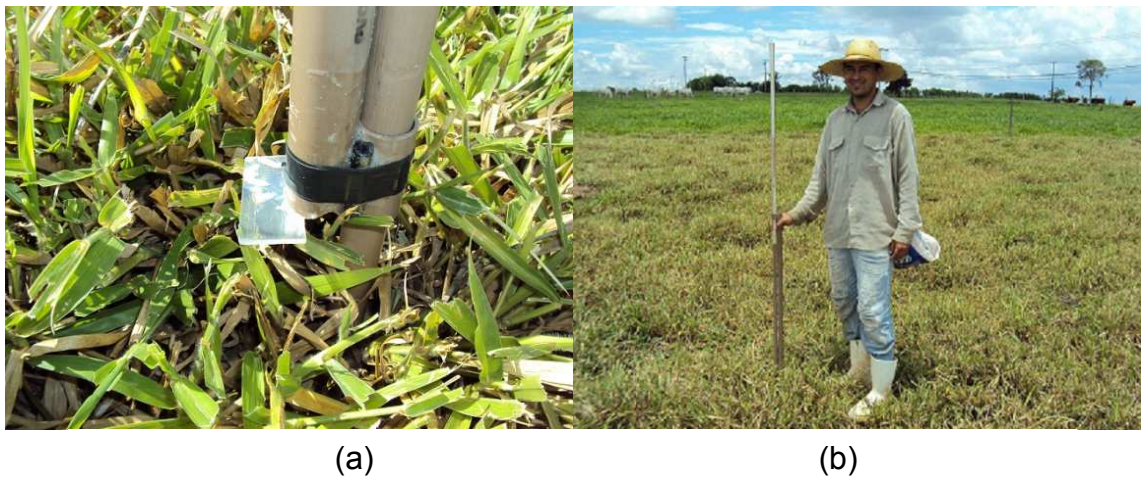


Figura 9. Monitoramento da altura dos pastos com a utilização do bastão medidor (*sward stick*)  
(a) detalhe do referencial de toque no dossel e (b) bastão medidor



Figura 10. Adubação nitrogenada em pós-pastejo (resíduo de 15 cm)  
tratamento 35/200 bloco IV

### 3.5 Avaliação de campo

#### 3.5.1 Distribuição vertical dos componentes

A estrutura do dossel forrageiro foi avaliada utilizando-se um equipamento chamado “armação de ponto inclinado” (ou “*inclined point quadrat*”; Laca & Lemaire, 2000; Warren-Wilson, 1960; Molan, 2004; Souza Jr., 2007), tendo sua haste montada com a inclinação de  $32,5^\circ$  entre o plano de penetração no perfil do dossel e a perpendicular observada em relação ao solo (Figura 11).

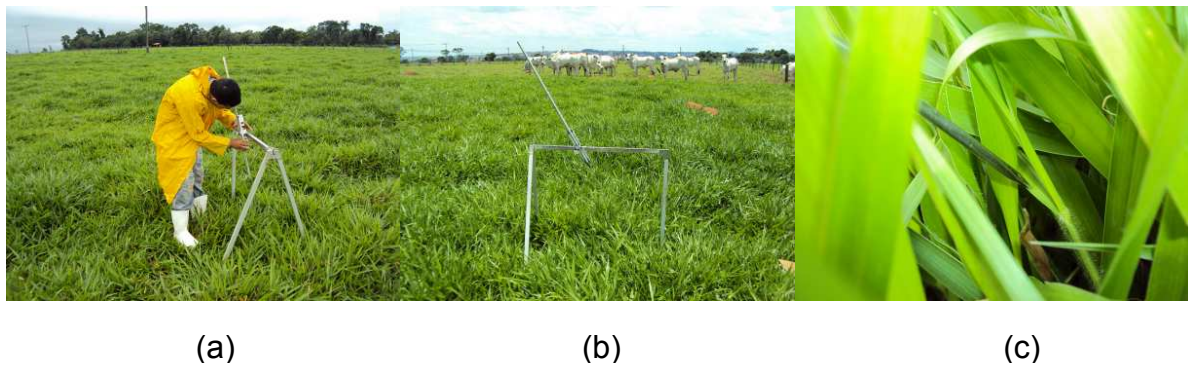


Figura 11. Avaliação da estrutura do dossel forrageiro com a “armação de ponto inclinado”  
 (a) leitura da altura do toque; (b) aparelho montado e (c) demonstração de toque em uma folha

O equipamento foi posicionado em pontos que representaram a altura média da unidade experimental no momento das avaliações, permitindo a descrição do posicionamento vertical dos componentes morfológicos da massa de forragem à medida que sua haste graduada foi introduzida no perfil do dossel forrageiro e sua ponta tocava diferentes estruturas e tecidos vegetais. Essas estruturas foram classificadas da seguinte maneira:

- folha: tecido da lâmina foliar completamente verde;
- haste: colmo e bainha das folhas de um perfilho com ou sem emissão de inflorescência;

- material morto: tecido necrosado em folha aderida ao perfilho e todo material completamente necrosado não visivelmente aderido a um perfilho.

Cada estrutura foi identificada e a altura em que os toques ocorreram registrada a partir da haste do aparelho graduada em centímetros. Após cada toque, o componente tocado era cuidadosamente retirado da ponta da haste para que fosse possível dar continuidade ao processo de avaliação, introduzindo-se a haste no perfil do dossel até que novo toque ocorresse. Esse procedimento foi repedido até que a ponta da haste tocasse o solo, ponto onde foi gerada a última leitura de altura da haste que serviu de referência para o cálculo das alturas efetivas dos toques realizados em relação ao solo. Foi realizado um mínimo de 100 toques por unidade experimental, o que correspondeu a um número variável de estações de leitura (média de 13 para 25/50, 12 para 25/200, 10 para 35/50 e 11 para 35/200). Essas avaliações foram realizadas após o início da adubação nitrogenada e toda a vez que os diferentes tratamentos atingiam as condições de pré-pastejo.

Os dados obtidos pelo método do ponto inclinado foram processados somando-se o total de toques registrados a intervalos de 1 cm de altura do dossel, o que correspondeu a 100%. O percentual de toques em cada intervalo foi desmembrado nos percentuais dos diferentes componentes morfológicos e, com base nesses dados, foram gerados gráficos para descrever a estrutura do dossel forrageiro.

### **3.5.2 Interceptação luminosa, índice de área e ângulo de folhagem**

As avaliações de interceptação luminosa, índice de área e ângulo da folhagem do dossel foram realizadas utilizando um analisador de dossel marca LICOR® modelo LAI 2000 (Figura 12). Como o sensor do equipamento registra todo o material presente no dossel e que bloqueia a passagem da luz (folhas, hastes e material morto), os valores obtidos são referentes à folhagem como um todo e não apenas às folhas. As medições foram realizadas na condição de pré-pastejo no piquete de avaliação por unidade experimental, sempre ao entardecer ou

amanhecer, em seis pontos representativos da condição média do piquete no momento da amostragem, e consistiram de uma leitura acima e cinco abaixo do dossel forrageiro (realizadas no nível do solo), totalizando 30 pontos de leitura por unidade experimental. A partir dessas leituras o aparelho estimou a interceptação luminosa, o índice de área e o ângulo de folhagem, que foram constituíram o índice de área da folhagem (IAFg) dos pastos. O ângulo é o valor que indica a orientação da folhagem, assim, quando toda folhagem estiver na posição horizontal o valor do ângulo é  $0^\circ$  e quando toda folhagem estiver em posição vertical esse valor é  $90^\circ$ .



(a)

(b)

Figura 12. Determinação da interceptação de luz, índice de área e ângulo da folhagem

(a) leitura acima do dossel e (b) leitura abaixo do dossel

### 3.5.3 Massa de forragem

Para a avaliação da massa de forragem (kg/ha de MS) as amostras foram colhidas quando o dossel forrageiro de um determinado piquete atingiu a altura pré-determinada de entrada dos animais ( $MF_{\text{pré-pastejo}}$ ). Foi cortada toda a forragem ao nível do solo em seis áreas de  $1 \text{ m}^2$  dentro de cada piquete com o auxílio de uma cortadora (Figura 13). Para a avaliação de massa seca (MS) de forragem, cada

amostra foi sub-amostrada em 50% (peso verde conhecido), acondicionadas em sacos de papel e secas em estufas de ventilação forçada de ar a 65°C até peso constante, quando foram novamente pesadas. Para a avaliação dos componentes morfológicos foi retirada uma sub-amostra representativa de cada amostra colhida e desta separadas, manualmente, as frações folha (lamina foliar), haste (colmo+bainha) e material morto (Figura 14). Após a separação, os componentes foram pesados e secos em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante. A massa de forragem em pós-pastejo ( $MF_{\text{pós-pastejo}}$ ) e a composição morfológica foram avaliadas com amostragens análogas às realizadas no pré-pastejo imediatamente após a saída dos animais. Os valores de massa de forragem foram convertidos em kg de MS/ha e os componentes morfológicos expressos em percentagem (%) da massa de forragem. Adicionalmente, dividiu-se o valor de massa de forragem pela altura do dossel correspondente, determinando-se a densidade volumétrica da forragem, expressa como kg de MS/ha/cm.

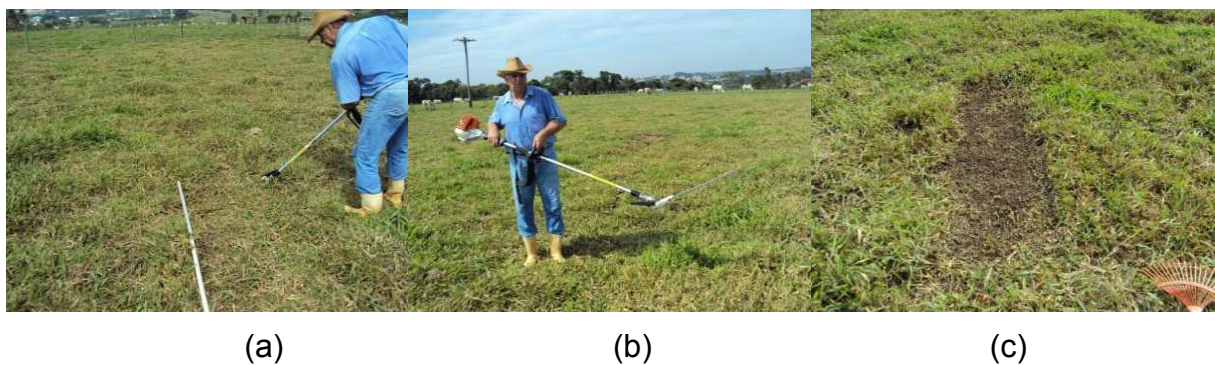


Figura 13. Amostragem da massa de forragem em pré-pastejo (25/200 bloco II)  
(a) corte da forragem, (b) visualização do equipamento utilizado no corte e (c) área  
(0,5 x 2,0 m) delimitada pelo corte



Figura 14. Componentes morfológicos separados (colmo+bainha, lâmina foliar e material morto)

### 3.6 Processamento dos dados e análise estatística

O processamento dos dados teve como referência o início das avaliações da estrutura do dossel no mês de dezembro de 2009. Para as variáveis interceptação luminosa, ângulo, índice da área de folhagem, densidade volumétrica total e densidade volumétrica de folhas os dados foram organizados em pré-pastejo. Para as variáveis número de pastejo, dias de ocupação, dias de descanso, matéria seca total, matéria seca de folha, haste e material morto, relação folha/haste, os dados foram organizados em pré e pós-pastejo. Tanto em pré como em pós-pastejo, os dados foram organizados de acordo com a divisão do verão: verão I (dezembro de 2009 e janeiro de 2010) e verão II (fevereiro e março de 2010).

Os dados foram analisados em parcela subdividida em modelo misto, considerando efeito aleatório o bloco e os erros. Na parcela considerou-se o efeito

da época e do bloco, na subparcela da altura e as interações entre fatores e na subsubparcela da dose e suas interações. No modelo apresentado foram consideradas todas as matrizes de covariância utilizadas e a escolha da melhor matriz foi realizada pelo critério de informação de Akaike (AIC), conforme Littell et al. (1998). As médias foram estimadas pelo método dos mínimos quadrados com a comparação dos tratamentos pelo teste “t” de “Student”. Todas as análises foram realizadas no programa SAS v.9.0 (Littell et al., 2002) a 5% de significância.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em virtude da natureza dos tratamentos avaliados e consequentes respostas morfofisiológicas do capim-marandu, variáveis como número de pastejo realizado durante o período experimental, intervalo médio de descanso e período médio de ocupação dos pastos foram mensuradas como variável-resposta enquanto que a altura foi avaliada como variável-controle.

### 4.1 Número de ciclos de pastejo

Houve efeito da interação altura x dose de N ( $P < 0,05$ ) sobre o número de ciclos de pastejo, não havendo efeito de época ( $P > 0,05$ ). Pastos submetidos à pastejos com altura de entrada de 25 cm combinada com as doses de N apresentaram maior número de ciclos de pastejos ( $1,38 \pm 0,06$  e  $1,82 \pm 0,06$ ) com as doses de 50 e 200 kg/ha de N, respectivamente, do que aqueles com altura de 35 cm ( $1,00 \pm 0,06$  e  $1,13 \pm 0,06$ ). Sendo que o tratamento 25/200 resultou no maior número de ciclos de pastejos em relação aos demais tratamentos avaliados (Tabela 2).

Tabela 2. Número de ciclos de pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010

Dose de Nitrogênio (kg/ha)	Altura (cm) <sup>1</sup>	
	25	35
50	$1,38 \pm 0,06$ Ba	$1,00 \pm 0,06$ Ab
200	$1,82 \pm 0,06$ Aa	$1,13 \pm 0,06$ Ab

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste t ( $P < 0,05$ ).

O número de ciclos de pastejo em pastos submetidos à altura de entrada de 25 cm apresentou maior frequência de utilização pelos animais da forragem produzida em relação aos pastos submetidos à entrada de 35 cm. Essa maior frequência é diretamente determinada pelo intervalo de pastejo uma vez que, quanto

menor o período de descanso, maior é a frequência de utilização dos pastos. Souza Jr. (2007) avaliando o capim-marandu sob pastejo rotativo submetido à combinação de duas intensidades (altura pós-pastejo de 10 e 15 cm) e dois intervalos de pastejos determinados pelo período de tempo necessário para o dossel atingir de 95 a 100% de interceptação da luz incidente durante a rebrotação, verificou que os tratamentos de 95% de interceptação luminosa, assim como aqueles de altura pós-pastejo de 15 cm, apresentaram maior número de ciclos de pastejo (7,7) quando comparados àqueles de 100% de interceptação luminosa e 10 cm de altura de pós-pastejo. Os dados deste experimento corroboram com os resultados acima citados, pois a meta de altura pós-pastejo foi de 15 cm e a altura de entrada de 25 cm corresponde à interceptação luminosa de 95% para o capim-marandu.

A condição em que o pasto intercepta 95% da luz incidente tem apresentado elevada correlação com certas características estruturais do dossel forrageiro, particularmente a altura pré-pastejo (Carnevali, 2003; Barbosa, 2004). Pedreira (2006) avaliando o capim-xaraés observou que os piquetes manejados a 95% de interceptação luminosa durante o período experimental foram pastejados mais vezes do que os piquetes manejados a 100% de interceptação luminosa. Carnevali (2003) avaliando o capim-mombaça, observou que o número de ciclos de pastejo no ano foi influenciado apenas pela interceptação de luz pelo dossel na condição pré-pastejo, quando pastos manejados a 95% de IL apresentaram maior número de ciclos (7,6) do que aqueles manejados a 100% de IL (5,9). Barbosa (2004) observou que as metas de interceptação luminosa em pré-pastejo também influenciaram o número de ciclos de pastejo do capim-tanzânia, sendo registrados 6,5; 5,5 e 4,5 ciclos para os tratamentos de 90, 95 e 100% de IL, respectivamente, ao final do experimento.

Da mesma forma, a adubação nitrogenada proporcionou maior frequência de pastejo. Experimentos têm demonstrado (Martuscello et al., 2006; Andrade et al., 2005) que plantas adubadas com N atingem número máximo de folhas por perfilho mais precocemente, resultante de ritmo morfogênico mais acelerado, o que, em princípio, possibilitaria o uso de práticas de manejo caracterizadas por maiores frequências de desfolhação. Para um dado tempo de vida das folhas, essa maior frequência de desfolhação representaria maior número de eventos de desfolhação por folha, o que resultaria em maior eficiência de colheita dos tecidos produzidos

(Mazzanti & Lemaire, 1994), uma vez que maior proporção do tecido foliar seria colhida antes de entrar em processo de senescência.

#### 4.2 Dias de ocupação e descanso

Houve efeito da altura e da dose de N sobre o período de ocupação e o período de rebrotação dos pastos (Tabela 3), não havendo efeito da época ( $P > 0,05$ ). Para o período de ocupação o efeito da altura resultou em menor ( $P < 0,05$ ) número de dias de ocupação para a meta de 25 cm em relação à altura de 35 cm. O período de ocupação foi menor ( $P < 0,05$ ) em pastos submetidos à adubação de 200 kg/ha de N em relação à adubação nitrogenada de 50 kg/ha.

O efeito da altura sobre o período de descanso proporcionou valor de intervalo de pastejos menor ( $P < 0,05$ ) para a altura de 25 cm em relação à altura de 35 cm. O efeito da dose de N apresentou período de descanso menor ( $P < 0,05$ ) para a adubação de 200 kg/ha de N em relação à adubação de 50 kg/ha.

Tabela 3. Dias de ocupação e dias de descanso dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010<sup>1</sup>

Variável	Altura (cm)		Dose de Nitrogênio (kg/ha)		Época <sup>2</sup>	
	25	35	50	200	Verão I	Verão II
Dias de ocupação	7±0,27b	10±0,27a	9±0,27a	7±0,27b	9±0,27a	8±0,27a
Dias de descanso	34±1,58b	48±1,58a	45±1,58a	36±1,58b	44±1,69a	37±1,58a

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúsculas na linha, não diferem entre si pelo teste t ( $P < 0,05$ ); <sup>2</sup>Verão I – dez/09-jan/10 Verão II – fev-mar/10.

Neste experimento o período de ocupação foi resultado da taxa de lotação, do monitoramento da altura dos piquetes a serem pastejados após o piquete que estava em utilização e, em particular, da condição climática, principalmente, da chuva (Figura 2). O processo de pastejo em pastos com altura de entrada de 25 cm, que apresentaram menor período de ocupação, pode ser explicado pela menor massa de forragem em relação aos pastos com entrada de 35 cm (Tabela 7). De

forma semelhante ao que ocorreu na avaliação do número de ciclos de pastejo a adubação nitrogenada modificou o ritmo de respostas morfogênicas das plantas acelerando o processo de crescimento e de utilização. A dose de 200 kg/ha de N proporcionou redução de 22,22% no período de ocupação dos pastos em relação à dose de 50 kg/ha de nitrogênio.

O menor período de ocupação, com intensidade de pastejo (Figura 15), representada pela altura residual no momento da saída dos animais, que em geral, ficou muito próxima à meta estabelecida de 15 cm em pastos submetidos à altura de 25 cm, proporcionou maior frequência de pastejo. Enquanto que, os pastos submetidos à altura de 35 cm apresentaram, em média, resíduo pós-pastejo acima da meta estabelecida e com relação folha/haste baixa (Tabela 15). Com isso, o intervalo de pastejos foi maior na altura de entrada de 35 cm, demonstrando a variação de resposta existente na pastagem devido a alteração na condução do padrão de desfolha do dossel.

No Brasil, o manejo do pastejo realizado sob lotação intermitente tem sido tradicionalmente baseado no uso de uma escala temporal cronológica, caracterizada por períodos de descanso e/ou rebrotação fixos entre desfolhações sucessivas. Apesar das facilidades práticas associadas a essa técnica, como fácil determinação do número de ciclos de pastejo a serem realizados e programação das atividades de troca e rodízio dos pastos ao longo das semanas e dos meses do ano, ela desconsidera a resposta da cultura forrageira aos fatores edafo-climáticos e às condições de crescimento disponíveis no meio. Nessa condição, por vezes o período de descanso utilizado é inadequado, geralmente mais longo do que o necessário, especialmente quando as condições de crescimento existentes são favoráveis e melhoradas por meio de adubação e irrigação, resultando em elevados valores de massa de forragem na entrada e na saída dos animais dos pastos caracterizada por acúmulo excessivo de colmos e material morto, baixo valor nutritivo e baixa eficiência de pastejo (Da Silva & Corsi, 2003; Da Silva, 2004).

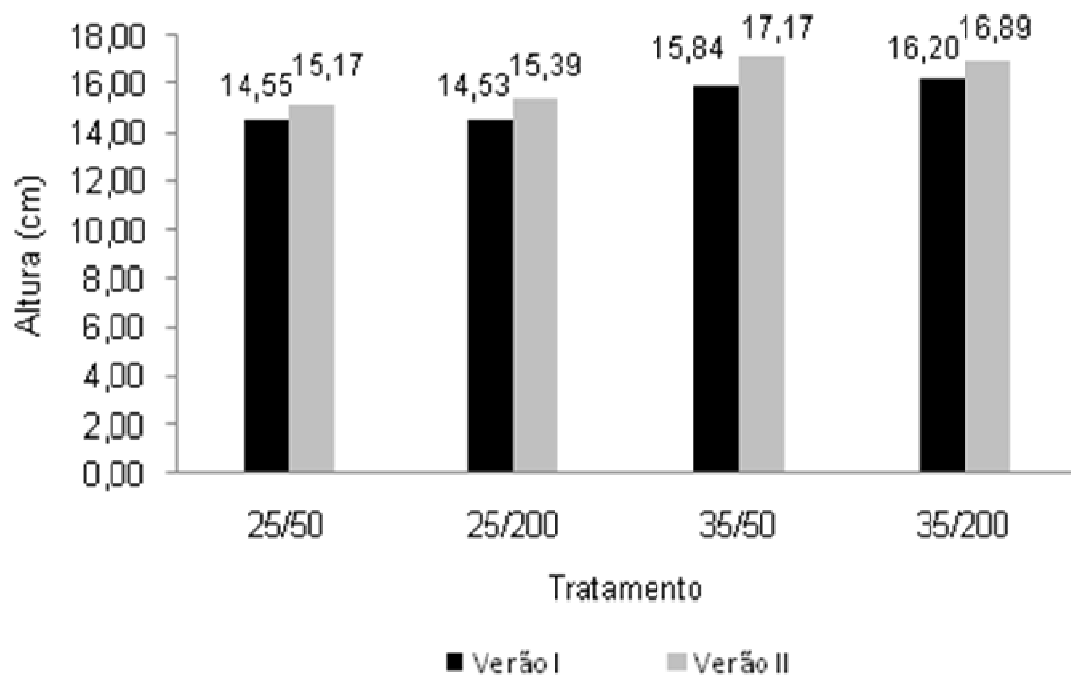


Figura 15. Altura média (cm) de pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada nas épocas verão I (dezembro de 2009 a janeiro de 2010) e verão II (fevereiro a março de 2010)

Pastos submetidos à altura de entrada de 25 cm apresentaram período de descanso menor do que aqueles submetidos à altura de entrada de 35 cm. O fato destes pastos serem submetidos a mesma intensidade de pastejo, representada pela altura pós-pastejo de 15 cm e, considerando, teoricamente, a mesma taxa de crescimento, proporciona período de descanso menor aos pastos submetidos a altura de entrada de 25 cm, uma vez que a meta de pastejo de 95% de IL é alcançada antes do que a meta de 100% de IL. Ao mesmo tempo a altura pré-pastejo de 25 cm, proporciona rebrotação mais rápida em relação à altura de 35 cm resultando em período de descanso mais curto o que resultou em maior número de ciclos de pastejo (Tabelas 2 e 3).

Carnevali (2003) avaliando capim-mombaça submetido a regimes de lotação intermitente observou que os menores intervalos de pastejos durante as épocas de primavera e verão foram registrados para os pastos de 95% de IL (22 a 25 dias) comparativamente àqueles de 100% de IL (31 a 40 dias). Barbosa (2004) obteve,

com capim-tanzânia, variação nos intervalos de pastejos resultantes dos tratamentos de pastejo impostos, os quais corresponderam a 24, 27 e 38 dias para os tratamentos de 90, 95 e 100% de IL, respectivamente, durante a época da primavera. O período de descanso mais longo pode ter conseqüências sobre a estrutura do dossel forrageiro e o valor nutritivo da forragem produzida, uma vez que pode propiciar maior acúmulo relativo de hastes e material morto na massa de forragem existente, além de tecido vegetal de idade mais avançada (Bueno, 2003).

É durante a rebrotação que os pastos recuperam sua área foliar e se preparam para o novo pastejo. O intervalo de pastejo, contudo, é função da disponibilidade dos fatores ambientais de crescimento, que determinam o ritmo de crescimento e a velocidade de recuperação das plantas após o pastejo. Neste aspecto, o nitrogênio é essencial, pois afeta o ritmo morfogênico das gramíneas (Lemaire & Chapman, 1996). No presente experimento a dose de 200 kg de N/ha proporcionou redução no período de descanso dos pastos de capim-marandu em relação à dose de 50 kg de N/ha. Nota-se que a dose de 50 kg de N/ha proporcionou menor número de ciclos de pastejo e menor período de ocupação.

### **4.3 Interceptação luminosa**

Os valores de interceptação luminosa na condição de pré-pastejo foram afetados pela altura ( $P < 0,05$ ) e pela dose de N ( $P < 0,05$ ), não havendo efeito da época ( $P > 0,05$ ). Menor valor de interceptação luminosa foi obtido na altura de 25 cm e maior valor na altura de 35 cm (Tabela 4). Para a dose de N o dossel interceptou menor luz com a adubação de 50 kg de N/ha em relação à dose de 200 kg de N/ha. Pastos manejados a 25 cm de altura e com adubação de 50 kg/ha de N apresentaram menores variações entre os valores de interceptação luminosa.

Os pastos manejados com altura de entrada de 25 cm apresentaram valor médio de interceptação luminosa de 96,03% durante o período estudado, valor este, muito próximo ao encontrado por Souza Jr. (2007), que avaliou o capim-marandu sob pastejo intermitente onde a interceptação luminosa de 95% correspondeu à altura de 25 cm mantendo a correspondência entre a altura do dossel forrageiro e a interceptação luminosa. Já a altura de entrada de 35 cm apresentou interceptação

luminosa de 98,10%, corroborando com os valores de interceptação luminosa (97,4 a 98,2%), encontrados por Souza Jr. (2007) para os tratamentos de 100% de IL, os quais corresponderam à altura de 35 cm. Esse fato reforça a importância da relação entre IL e altura do pasto como recomendação de meta de pastejo.

Tabela 4. Interceptação luminosa (%) em pré-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010<sup>1</sup>

Altura	Dose de Nitrogênio (kg/ha)		Média
	50	200	
25	95,57	96,49	96,03 ± 0,26B
35	97,65	98,55	98,10 ± 0,27A
Média	96,62 ± 0,26b	97,51 ± 0,26a	-

<sup>1</sup>Médias seguidas de letra diferente minúscula na linha e maiúscula na coluna, diferem entre si pelo teste t (P<0,05)

O efeito da dose de N sobre os valores de interceptação luminosa mostra que a dose de 50 kg de N/ha apresentou interceptação (96,62%) próxima ao valor determinado por Souza Jr. (2007) de 95% de interceptação luminosa. Esta condição se correlaciona com a altura de 25 cm de pré-pastejo, uma vez que até este ponto as taxas de crescimento e senescência são crescentes e, neste momento, o balanço entre crescimento e senescência apresenta maior acúmulo de forragem (Hodgson, 1990).

As plantas submetidas à dose de 50 kg de N/ha apresentaram, em média, ângulo de folhagem menor e índice de área de folhagem também menor (P<0,05) quando comparados àqueles submetidos à adubação de 200 kg de N/ha. Esta maior área de folhagem pode ter sido a condição necessária para que a maior dose de nitrogênio interceptasse maior incidência de luz (97,51%). Desta forma, a adubação nitrogenada alterou as características estruturais dos pastos independentemente da meta de altura pré-pastejo.

#### 4.4 Índice de área de folhagem (IAFolhagem)

Houve efeito da interação época x altura x dose de N ( $P < 0,05$ ) sobre o índice de área de folhagem (Tabela 5). Durante a época verão I os pastos manejados na altura de 35 cm com a adubação de 200 kg de N/ha apresentaram os maiores valores médios de índice de área de folhagem ( $5,37 \pm 0,21$ ). Para a mesma altura de entrada (35 cm) durante a época verão II, não foi observada ( $P > 0,05$ ) diferença significativa ( $5,09 \pm 0,18$  e  $5,15 \pm 0,18$ ) para as doses 50 kg/ha e 200 kg de N/ha, respectivamente. Pastos manejados com a altura de entrada de 35 cm apresentaram maiores valores de IAFolhagem durante as duas épocas em relação aos pastos manejados a altura de 25 cm, que não apresentaram diferença ( $P > 0,05$ ) de IAFolhagem entre as duas épocas na dose de 50 kg de N/ha, tendo aumento médio no valor de IAFolhagem com a elevação da dose de N para 200 kg/ha de 6,74% nos dois períodos considerados (verão I e II). Já para a altura de entrada de 35 cm o aumento médio do IAFolhagem da dose de 50 kg de N/ha para a dose de 200 kg de N/ha foi de 13,33%.

Tabela 5. Índice de área de folhagem (IAF) em pré-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010<sup>1</sup>

Dose de Nitrogênio (kg/ha)	Época <sup>2</sup>			
	Verão I		Verão II	
	Altura (cm)		Altura (cm)	
	25	35	25	35
50	$3,94 \pm 0,18c$	$4,28 \pm 0,28bc$	$3,93 \pm 0,18c$	$5,09 \pm 0,18a$
200	$4,10 \pm 0,18c$	$5,37 \pm 0,21a$	$4,30 \pm 0,18b$	$5,15 \pm 0,18a$

<sup>1</sup>Médias seguidas por mesma letra, não diferem entre si pelo teste t ( $P < 0,05$ ); <sup>2</sup>Verão I – dez/09-jan/10 Verão II – fev-mar/10.

O índice de área foliar do pasto é o resultado de relações dinâmicas entre as características morfogenéticas e estruturais das plantas (Lemaire & Agnusdei, 1999) e, para um dado genótipo, há relação constante entre a área da folha e o seu comprimento (Nabinger, 1997). Durante a época verão I os pastos manejados na altura de 35 cm com a adubação de 200 kg de N/ha apresentaram maiores valores médios de IAF (5,37). Gomes et al. (2009) avaliando o IAF da *Brachiaria ruziziensis*

submetida à adubação nitrogenada e potássica observaram que a dose de 200 kg de N /ha proporcionou o maior IAF (3,53).

O fato do aparelho utilizado interceptar todo o material acima do solo e, portanto, depender das características do dossel dos pastos, pode explicar o maior valor de IAFolhagem à altura de 35 cm juntamente com a adubação de 200 kg de N/ha. A taxa de crescimento da comunidade de plantas forrageiras é função do IAF e da eficiência fotossintética das folhas e, por isso, aumenta ao longo do período de rebrotação como consequência do aumento do IAF do dossel, resultando maior interceptação da luz incidente (Da Silva et al., 2008).

A não variação do IAFolhagem para a mesma altura de entrada (35 cm) durante a época verão II sob as doses de N pode ser explicada pela homogeneidade das alturas de entrada nos pastos submetidos a estes tratamentos e pela distribuição espacial dos componentes morfológicos ao longo do perfil do dossel.

Pastos manejados com a altura de entrada de 35 cm apresentaram maiores valores de IAFolhagem durante as duas épocas em relação aos pastos manejados a altura de 25 cm. Souza Jr. (2007) estudando o capim-marandu sob estratégias de manejo observou que os maiores valores de IAF encontrados foram na primavera (Out-Dez/04) e verão (Jan-Mar/04). Possivelmente, na primavera os maiores valores de IAF estiveram associados às maiores alturas dos pastos registradas no início do experimento. Já no verão os maiores valores de IAF podem ser explicados pela maior participação de folhas na massa de forragem, como consequência da maior densidade populacional de perfilhos.

Na condição do presente experimento os maiores valores de IAFolhagem foram encontrados durante o verão II. Os valores de IAFolhagem na altura de entrada de 25 cm apresentaram estabilidade e semelhança entre as épocas avaliadas, que pode ser devido à maior uniformidade da altura pré-pastejo observada nos pastos manejados com altura de entrada de 25 cm (Figura 16).

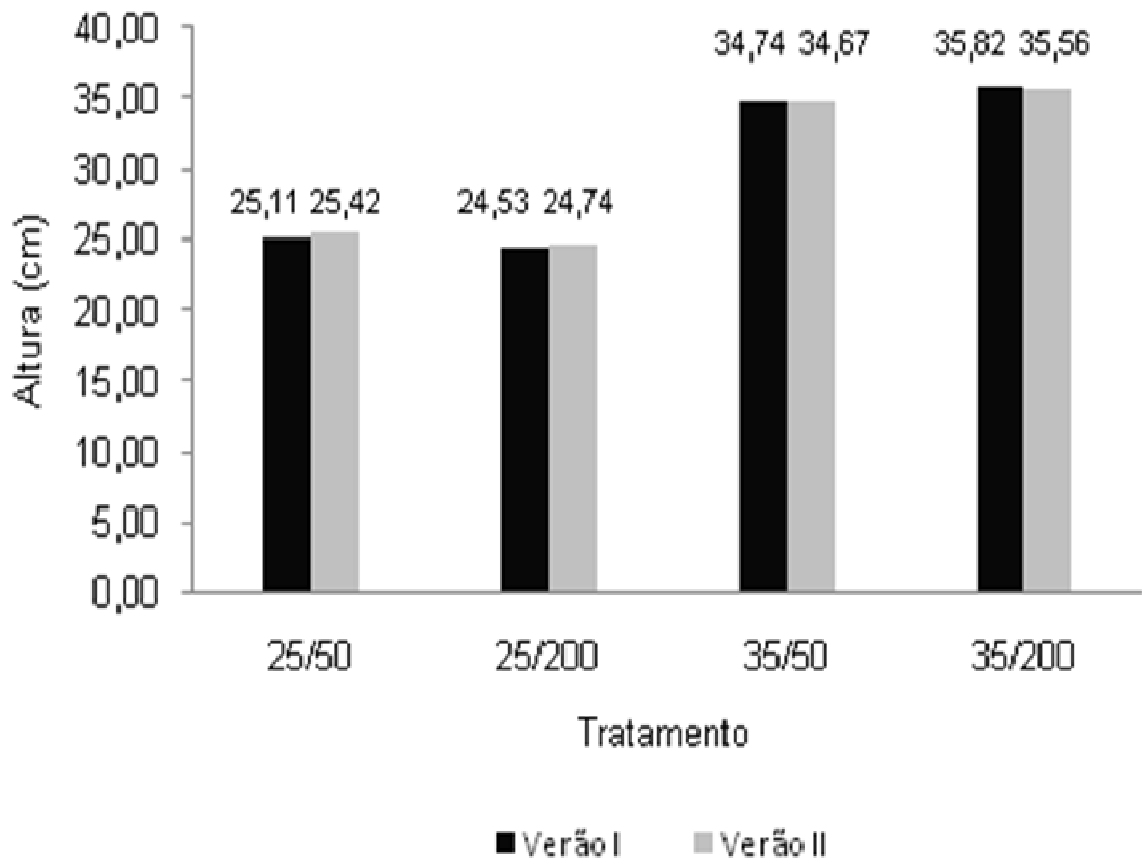


Figura 16. Altura média (cm) dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotacionado e adubação nitrogenada nas épocas verão I (dezembro de 2009 a janeiro de 2010) e verão II (fevereiro a março de 2010)

Os valores de IAF durante a época verão I dos tratamentos foram menores do que os da época verão II, com exceção do tratamento 25/50. Esta condição pode ser explicada pela alta precipitação pluviométrica durante o verão I (Figura 2). Marshall (1987) destacou a importância dos fatores ambientais, principalmente temperatura, fotoperíodo e luz, sobre a taxa de aparecimento de folhas, determinando, assim, um modelo estacional da dinâmica de crescimento do IAF. As mudanças no comportamento de IAF evidenciam a função da característica morfogênica alongamento de haste na promoção de alterações na estrutura dos pastos, particularmente, na determinação da altura do dossel e na densidade populacional de perfilhos. Aparentemente, neste experimento, a altura do dossel propiciou às

plantas maior flexibilidade de alteração do IAF na tentativa de buscar maior interceptação e uso da luz incidente.

#### 4.5 Ângulo da folhagem

A orientação da folhagem dos pastos de capim-marandu na condição avaliada de pré-pastejo foi influenciada pela época do ano ( $P < 0,05$ ), além da interação altura x dose de N ( $P < 0,05$ ; Tabela 6). O ângulo da folhagem foi menor (distribuição mais horizontal) durante a época verão I ( $41,77^\circ \pm 0,53$ ) em relação à época verão II ( $44,91^\circ \pm 0,50$ ). Souza Jr. (2007) avaliando o capim-marandu na condição de pré-pastejo observou que durante o verão o valor do ângulo da folhagem ( $45,2^\circ$ ) foi maior, não havendo diferença entre as demais estações. Semelhante ao índice da área de folhagem o ângulo da folhagem apresentou maiores valores durante a época verão II, período este em que a precipitação pluviométrica foi mais baixa do que no verão I. Esta mudança da disposição das folhas reflete na eficiência de captação da luz, uma vez que quanto maior esse valor do ângulo mais vertical torna-se a orientação do dossel.

Para a interação altura x dose de N, os pastos submetidos ao tratamento 25/50 apresentaram o maior ângulo da folhagem ( $44,81^\circ \pm 0,54$ ), enquanto que os pastos submetidos ao tratamento 35/50 apresentaram menor ângulo da folhagem ( $41,78^\circ \pm 0,60$ ). Com a elevação da adubação de 50 kg/ha de N para 200 kg/ha houve diminuição ( $P < 0,05$ ) no ângulo da folhagem para a altura de entrada de 25 cm, enquanto que na altura de entrada de 35 cm houve aumento no ângulo da folhagem. O ângulo de inserção foliar é importante, pois regula o grau de penetração da radiação solar do dossel (Bernardes, 1987), uma vez que quanto menor esse ângulo melhor são as respostas à captação de luz. Essas mudanças demonstram a plasticidade que o capim-marandu apresenta em alterar sua estrutura como forma de otimizar a utilização dos recursos do meio, principalmente neste experimento, em que a dose de 200 kg/ha de N proporcionou à altura de entrada de 25 cm distribuição mais horizontal propiciando melhor captação de luz incidente, em relação à dose de 50 kg/ha de N.

Tabela 6. Ângulo da folhagem (°) em pré-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010<sup>1</sup>

Verão <sup>3</sup>	Ângulo da folhagem	
	Época	
I	41,77 ± 0,53b	
II	44,91 ± 0,50 <sup>a</sup>	
Dose de Nitrogênio (kg/ha)	Altura (cm) <sup>2</sup>	
	25	35
50	44,81 ± 0,54Aa	41,78 ± 0,60Bb
200	42,81 ± 0,54Ba	43,95 ± 0,60Aa

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste t (P<0,05); <sup>2</sup>Médias seguidas de mesma letra minúsculas na linha e maiúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste t (P<0,05); <sup>3</sup>Verão I: dez/09-jan/10 Verão II: fev-mar/10

## 4.6 Massa de forragem

### 4.6.1 Pré-pastejo

A massa de forragem em pré-pastejo foi avaliada considerando a matéria seca total (MST), matéria seca da folha (MSF), matéria seca da haste (MSH), matéria seca do material morto (MSMM) e relação folha/haste.

Houve efeito da altura sobre a MST (P<0,05), MSF (P<0,05) e MSH (P<0,05) (Tabela 7), não havendo efeito de época e dose de N. A maior massa de forragem – MST, MSF e MSH - foi observada na altura de entrada de 35 cm em relação à altura de entrada de 25 cm. Não houve efeito (P>0,05) de altura e dose de N sobre a MSMM, sendo observadas as médias 3821,16 e 4162,54 kg de MS/ha, respectivamente, para as alturas de 25 e 35 cm.

Tabela 7. Massa de forragem total, de folha e haste (kg de MS/ha) em pré-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010<sup>2</sup>

Altura (cm)	Pré-pastejo <sup>1</sup>		
	MST	MSF	MSH
25	9035,22 ± 476,60b	3115,98 ± 273,68b	2030,35 ± 207,54b
35	12356,00 ± 490,25a	4668,76 ± 276,12a	3553,69 ± 213,10a

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste t (P<0,05); <sup>2</sup>MST – matéria seca total; MSF – matéria seca de folha; MSH – matéria seca de haste.

Os maiores valores de massa de forragem total em pastos submetidos à altura de entrada de 35 cm podem ser explicados pelo maior intervalo entre os pastejos dos tratamentos submetidos a essa altura de entrada comparativamente àqueles dos tratamentos de 25 cm de entrada (Tabela 3). Esses maiores intervalos podem ser associados com maiores taxas de alongamento de hastes (Zeferino, 2006), que resultam em mudanças nas características estruturais do dossel como altura, comprimento da lâmina foliar e IAF, revelando a estreita relação que existe entre as características estruturais e a massa de forragem dos pastos.

Sarmiento (2007) e Souza Jr. (2007) avaliando o capim-marandu e Pedreira (2006) e Nave (2007) avaliando o capim-xaraés observaram que na condição pré-pastejo, os tratamentos de 100% de IL apresentaram os maiores valores de massa de forragem relativamente aos tratamentos de 95% de IL. No entanto, devido ao menor intervalo entre pastejos para os tratamentos de 95% de IL, maior número de pastejos foi obtido durante todo o período experimental. Dessa maneira, houve compensação na massa de forragem (menor massa de forragem, porém maior número de pastejos ao longo do experimento), com massa de forragem diferenciada em relação à composição morfológica ofertada por ocasião da entrada dos animais nos pastos. Isso indica que, longos períodos de descanso não resultam, necessariamente, em elevado acúmulo de forragem e que, a forragem produzida sob essas condições pode apresentar menor valor nutritivo como resultado da alta participação de hastes e de material morto na matéria seca acumulada (Bueno, 2003; Carnevalli et al., 2006).

Para a matéria seca de folha a altura de entrada de 35 cm apresentou maior valor (4668,76 kg de MS/ha de MS) em relação à altura de entrada de 25 cm (3115,98 kg de MS/ha de MS). Pedreira (2006) avaliando o capim-xaraés observou que, em média, o tratamento 100% de IL apresentou os valores mais elevados de massa de folha no momento da entrada dos animais do que o tratamento 95% de IL.

A relação folha/haste em pré-pastejo foi afetada pela época ( $P < 0,05$ ) e altura de entrada ( $P < 0,05$ ; Tabela 8). Os pastos apresentaram maior relação folha/haste no verão I ( $1,66 \pm 0,08$ ) em relação ao no verão II e maior relação folha/haste ( $1,61 \pm 0,08$ ) na altura de entrada de 25 cm em relação à altura de entrada de 35 cm ( $1,35 \pm 0,08$ ) demonstrando a maior participação relativa de folhas na massa de forragem de pastos submetidos à altura de 25 cm. A massa de forragem de haste foi maior na altura de entrada de 35 cm em relação à altura de entrada de 25 cm. Pedreira (2006) observou, em média, em capim-xaraés, que o tratamento 95% de IL apresentou menor massa de haste do que o tratamento 100% de IL.

Tabela 8. Relação folha/haste em pré-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010<sup>1</sup>

Relação folha/haste		
Época <sup>2</sup>		
Verão I	Verão II	
1,66 ± 0,08a	1,30 ± 0,07b	
Altura (cm)		
25	35	
1,61 ± 0,08a	1,35 ± 0,08b	

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste t ( $P < 0,05$ ); <sup>2</sup>Verão I – dez/09-jan/10 Verão II – fev-mar/10

Durante o final da época verão II houve maior presença de hastes reprodutivas nos pastos submetidos à altura de entrada de 35 cm (Figura 17), enquanto que, nos pastos submetidos à entrada de 25 cm a maior frequência de

utilização controlou a emissão de hastas reprodutivas. Este fato pode ter influenciado na proporção de haste da produção de forragem destes tratamentos.



Figura 17. Presença de hastas reprodutivas em pastos submetidos à altura de entrada de 35 cm durante a época verão II  
Tratamento 35/200 bloco IV

Apesar dos valores de IAfolhagem dos tratamentos, em média, terem sido menores na época verão I do que na época verão II (Tabela 5), a maior relação folha/haste na primeira época pode ser uma resposta da produção de massa de forragem à condição de alta precipitação pluviométrica durante esse período. A baixa luminosidade e o excesso de água fizeram com que as plantas diminuíssem seu crescimento em alongamento de haste por não haver estímulo à competição por luz, assim a proporção relativa de folhas na condição dos pastos superou a proporção de hastas. Já o fato da altura de entrada de 25 cm ter apresentado maior

relação folha/haste (1,61) em relação à altura de entrada de 35 cm (1,35) pode ser explicado pelos valores de produção de massa de forragem dos componentes folha e haste dos tratamentos (Tabela 7).

#### 4.6.2 Pós-pastejo

A MST em pós-pastejo foi afetada pela dose de N ( $P < 0,05$ ) e não houve efeito de época e altura. Pastos submetidos à dose de 200 kg de N/ha apresentaram maior produção de forragem ( $8103,58 \pm 362,89$  kg/ha de MS) em relação aos pastos submetidos à dose de 50 kg de N/ha ( $7486,98 \pm 374,17$  kg de MS/ha; Tabela 9).

Tabela 9. Massa de forragem total (kg de MS/ha) em pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010

Dose de Nitrogênio (kg/ha)	MST em pós-pastejo <sup>12</sup>
50	$7486,98 \pm 374,17b$
200	$8103,58 \pm 362,89a$

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste t ( $P < 0,05$ ); <sup>2</sup>MST – matéria seca total.

Os valores de produção de matéria seca total em pós-pastejo podem ser explicados pela elevada participação de material morto na massa de forragem. Os pastos utilizados no experimento foram implantados em 1995 e, antes do início do experimento, havia grande quantidade de massa de forragem na área. Ainda no início da condução do ensaio e do emprego do manejo de pastejo proposto havia muito material morto rente ao solo. Além disso, a adubação nitrogenada acelerou os processos morfogênicos e o acúmulo de massa (balanço entre crescimento e senescência) sendo que, a dose de 200 kg de N/ha proporcionou maior acúmulo desse material.

Houve efeito da altura ( $P < 0,05$ ) sobre a MSF e efeito da interação época x dose de N ( $P < 0,05$ ). Pastos manejados à altura de entrada de 25 cm apresentaram maior quantidade de matéria seca de folha ( $1141,87 \pm 88,20$  kg de MS/ha) em

relação à altura de entrada de 35 cm ( $669,14 \pm 88,20$  kg de MS/ha; Tabela 10 e Figura 18). Com relação à interação época x dose de N não houve diferença entre as doses de 50 e 200 kg de N/ha durante verão I e verão II. No entanto, houve diferença de massa de folhas entre o verão I e verão II para pastos de capim-marandu submetidos à adubação de 50 kg de N/ha havendo maior valor de matéria seca de folha durante o verão II (Tabela 11), período em que as condições de crescimento foram melhores (Figura 2). A maior massa de forragem de folhas possibilitou rebrotação mais vigorosa dos pastos e maior número de ciclos de pastejo para a altura de entrada de 25 cm (Tabela 2).

Tabela 10. Massa de forragem de folha (kg de MS/ha) em pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010

Altura (cm)	MSF em Pós-pastejo <sup>12</sup>
25	$1141,87 \pm 88,20^a$
35	$669,14 \pm 88,20b$

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste t ( $P < 0,05$ ); <sup>2</sup>MSF – matéria seca de folha.

Tabela 11. Massa de forragem de folha (kg de MS/ha) em pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010<sup>1</sup>

Dose de Nitrogênio (kg/ha)	MSF em Época <sup>23</sup>	
	Verão I	Verão II
50	$709,71 \pm 106,61Ab$	$1076,10 \pm 106,61Aa$
200	$877,51 \pm 102,18Aa$	$958,69 \pm 102,18Aa$

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúsculas, na linha, e maiúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste t ( $P < 0,05$ ); <sup>2</sup>Verão I – dez/09-jan/10 Verão II – fev-mar/10; <sup>3</sup>MSF – matéria seca de folha.

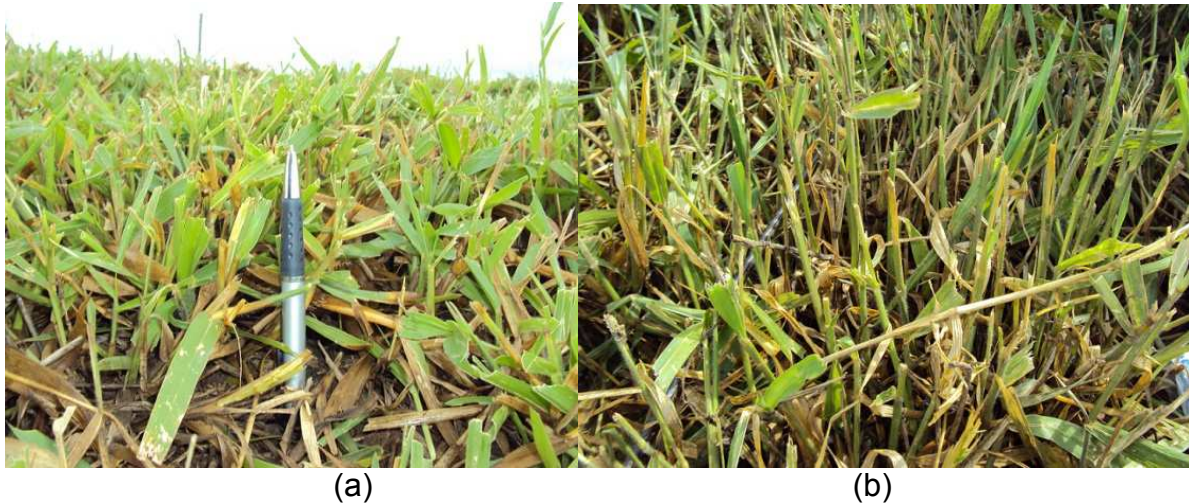


Figura 18. Resíduo (15 cm) pós-pastejo de pastos submetidos à altura de entrada de 25 cm (a) e de 35 cm (b)

Houve efeito da interação época x altura ( $P < 0,05$ ) sobre a matéria seca de haste (MSH) em pós-pastejo (Tabela 12). Durante a época verão I a altura de entrada de 35 cm apresentou maior valor de massa de forragem de haste ( $2372,04 \pm 152,42$  kg de MS/ha) em relação à altura de entrada de 25 cm ( $2372,04 \pm 152,42$  kg de MS/ha). Nave (2007) observou que o resíduo de 15 cm acompanhado de maior frequência de desfolhação (95% IL) proporcionou menor proporção de hastes (5%) em capim-xaraés. Na época verão II não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre a produção de massa de forragem de haste das duas alturas de entrada. Quando foi feita a comparação entre épocas, observou-se diferença na MSH nos pastos manejados na altura de entrada de 25 cm demonstrando que estes apresentaram aumento da participação de hastes na época verão II, porém, não diferiram da altura de 35 cm nesta época.

Tabela 12. Massa de forragem de haste (kg de MS/ha) em pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010<sup>1</sup>

Altura (cm)	MSH em Época <sup>23</sup>	
	Verão I	Verão II
25	1730,67 ± 148,35Bb	2340,10 ± 152,42Aa
35	2372,04 ± 152,42Aa	2261,43 ± 148,35Aa

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúsculas, na linha, e maiúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste t (P<0,05); <sup>2</sup>Verão I – dez/09-jan/10 Verão II – fev-mar/10; <sup>3</sup>MSH – matéria seca de haste.

Houve efeito da altura (P<0,05) sobre a produção de matéria seca proveniente de material morto das pastagens e da interação época x dose de N (P<0,05; Tabelas 13 e 14). A altura de entrada de 35 cm apresentou maior valor de MSMM (4936,97 ± 209,87 kg de MS/ha) em relação à entrada de 25 cm (4114,36 ± 209,87 kg de MS/ha). Este fato pode ser explicado pela maior participação de hastes na produção de massa de forragem e pelo intervalo de pastejos. Quanto maior o intervalo de pastejos, mais tempo haverá para que a comunidade de plantas possa repor as reservas utilizadas na geração do novo dossel. Dependendo do quão maior for esse intervalo, permitindo que o dossel chegue a interceptar quase toda a luz incidente, principalmente em plantas forrageiras tropicais, pode ocorrer o alongamento de colmos, alterando a dinâmica de acúmulo e gerando aumento na massa de forragem do resíduo (Da Silva & Sbrissia, 2001).

Com relação à interação, não houve diferença entre as doses de N na época verão I, no entanto, na época verão II houve diferença entre as doses de N na produção de MSMM, provavelmente, pelo maior ritmo morfogênico proporcionado pela maior dose de nitrogênio. Entre a época verão I e verão II a dose de 50 kg/ha de N apresentou diferença na produção de massa de forragem de material morto com maior valor na época verão I (5015,49 ± 286,29 kg de MS/ha). Houve inversão na produção dos componentes morfológicos nos pastos submetidos à dose de 50 kg de N/ha durante as épocas avaliadas. A proporção de material morto diminuiu da época verão I para a época verão II, enquanto que a proporção de folha e o IAFolhagem aumentaram, provavelmente, pela maior participação de área foliar. Esse fato pode estar relacionado com a distribuição do nitrogênio, uma vez que, a dose de 50 kg de N/ha foi única e ocorreu no mês de janeiro, enquanto que a dose

de 200 kg de N/ha foi parcelada em três vezes, de janeiro a março (Tabela 1), proporcionando estímulo mais duradouro ao processo morfogenético. Apesar dos efeitos positivos da adequada disponibilidade de N sobre as variáveis morfogenéticas, altas disponibilidades desse nutriente podem determinar menor densidade populacional de perfilho na pastagem, devido ao mais rápido desenvolvimento do IAF e ao aumento na mortalidade dos perfilhos (Nabinger, 1997). Diante deste fato, provavelmente, os pastos submetidos à dose de 50 kg de N/ha, por apresentarem menor MSMM, na época verão II tiveram menor perda de forragem por senescência.

Tabela 13. Massa de forragem de material morto (kg de MS/ha) em pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010<sup>1</sup>

Altura (cm)	MSMM em Pós-pastejo <sup>23</sup>
25	4114,36 ± 209,87b
35	4936,97 ± 209,87a

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste t (P<0,05); <sup>2</sup>Verão I – dez/09-jan/10 Verão II – fev-mar/10; <sup>3</sup>MSMM – matéria seca de material morto.

Tabela 14. Massa de forragem de material morto (kg de MS/ha) em pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010<sup>1</sup>

Dose de Nitrogênio (kg/ha)	Época <sup>2</sup>	
	Verão I	Verão II
50	5015,49 ± 286,29Aa	3654,76 ± 286,29Bb
200	4890,48 ± 274,90Aa	4541,94 ± 274,90Aa

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra minúsculas na linha, e maiúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste t (P<0,05); <sup>2</sup>Verão I – dez/09-jan/10 Verão II – fev-mar/10; <sup>3</sup>MSMM - matéria seca de material morto.

A relação folha/haste em pós-pastejo foi afetada pela interação época x altura x dose de N (P<0,05; Tabela 15). Durante a época verão I a altura de entrada de 25 cm apresentou maior relação folha/haste na dose de 200 kg de N/ha (0,69 ± 0,04) em relação à dose de 50 kg de N/ha (0,51 ± 0,04). Esse fato pode ser explicado pela

maior participação do componente folha no resíduo pós-pastejo em pastos submetidos à dose de 200 kg/ha de nitrogênio. Já na época verão II a altura de entrada de 25 cm apresentou maior valor da relação folha/haste em pastos submetidos à dose de 50 kg/ha de N. Esse resultado corrobora com o aumento de massa de forragem de folha nesta dose (Tabela 11). Tanto dentro quanto entre as épocas verão I e verão II não houve diferença na relação folha/haste entre as doses de N na altura de entrada de 35 cm. Pastos submetidos a essa altura apresentaram menor produção de folha e não variaram a produção de haste entre as duas épocas avaliadas (Tabela 10 e 12), provavelmente, devido a estes fatores não houve diferença significativa na relação folha/haste nas pastagens mantidas nesta altura meta.

Tabela 15. Relação folha/haste em pós-pastejo dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010<sup>1</sup>

Dose de Nitrogênio (kg/ha)	Época <sup>2</sup>			
	Verão I		Verão II	
	Altura (cm)		Altura (cm)	
	25	35	25	35
50	0,51 ± 0,04cd	0,25 ± 0,08e	0,79 ± 0,04a	0,34 ± 0,05e
200	0,69 ± 0,04ab	0,28 ± 0,07e	0,66 ± 0,04b	0,28 ± 0,07de

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra diferente, não diferem entre si pelo teste t (P<0,05); <sup>2</sup>Verão I – dez/09-jan/10 Verão II – fev-mar/10.

#### 4.7 Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel forrageiro

A estrutura pré-pastejo foi modificada de acordo com as estratégias de manejo impostas. Como consequência, houve variação discreta na altura dos pastos com as épocas, assim como modificações na distribuição dos componentes morfológicos ao longo do perfil do dossel forrageiro (Figuras 19 e 20). No entanto, o tratamento 35/50 e 35/200 na época verão II apresentaram distribuição mais acentuada de material morto ao longo do perfil. Na condição avaliada, independentemente do tratamento e da época considerada, pelo menos cerca de

50% da porção superior da altura dos pastos foi ocupada e houve o predomínio do componente morfológico folha. De maneira consistente, no estrado inferior dos pastos predominaram as frações haste e material morto.

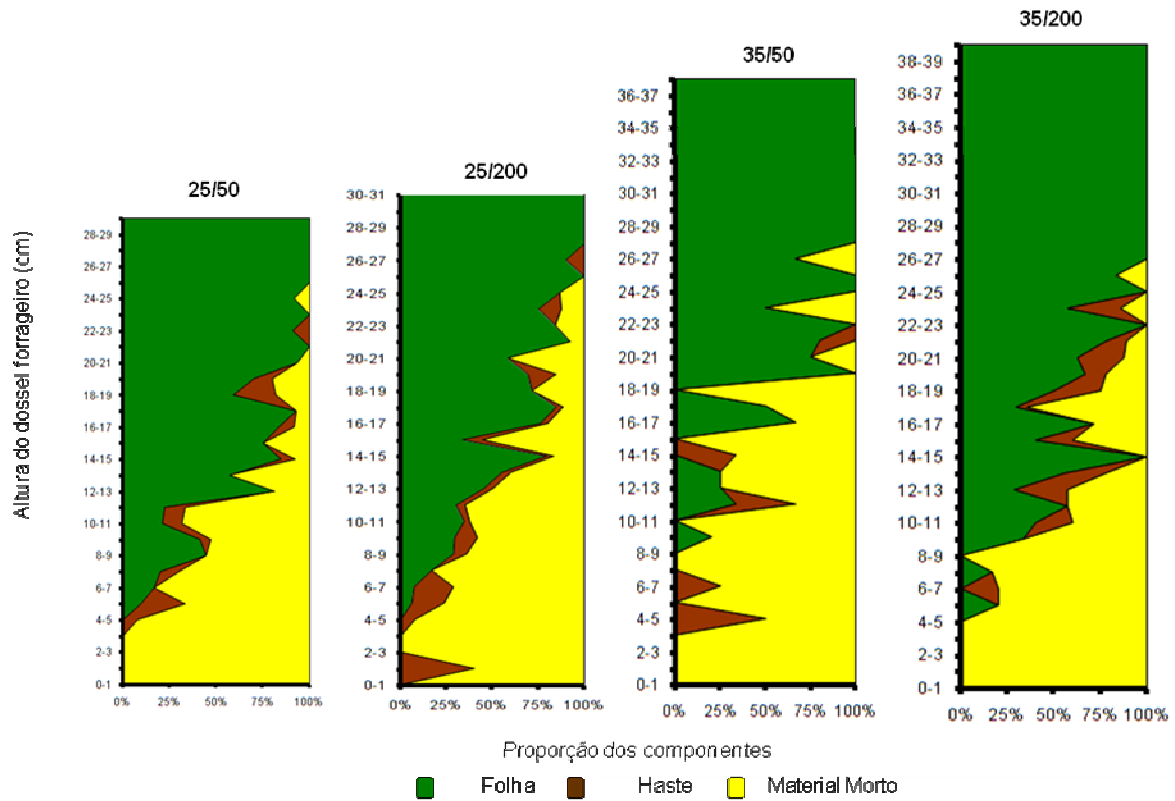


Figura 19. Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada durante o verão I

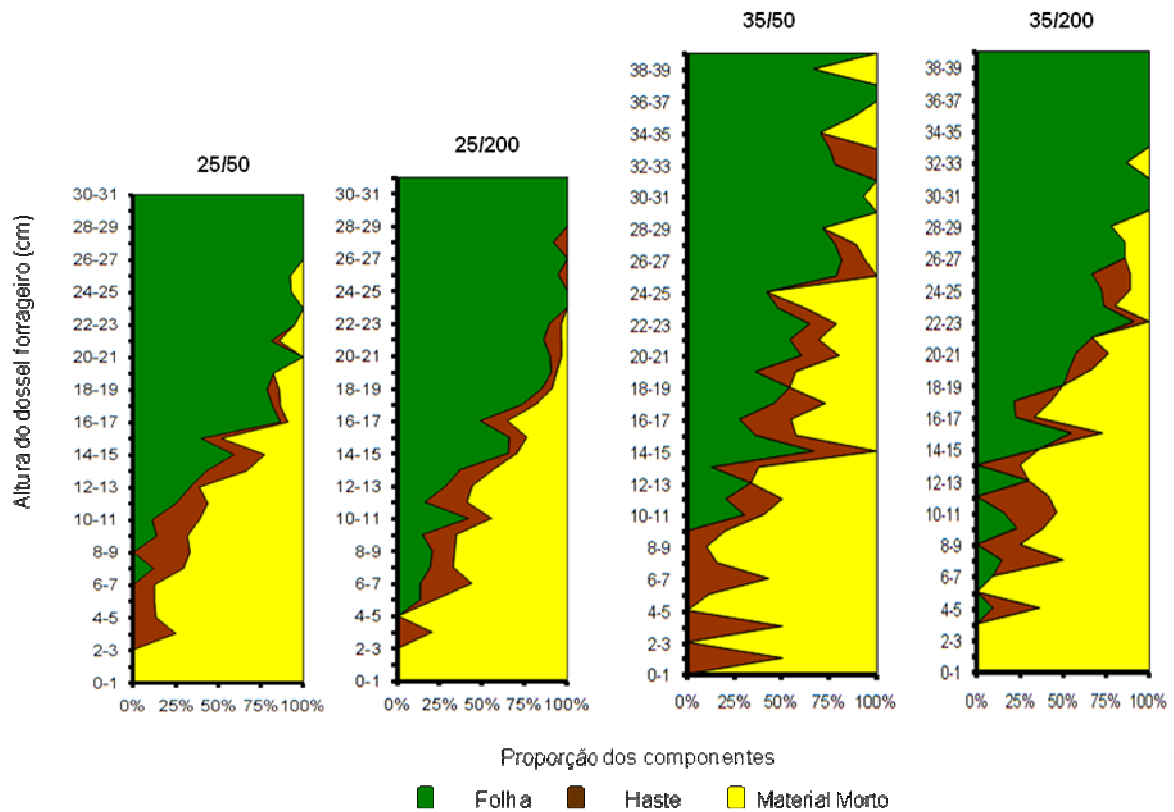


Figura 20. Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada durante o verão II

A estrutura do dossel é o resultado das alterações morfofisiológicas que ocorrem nos perfilhos em resposta aos distúrbios promovidos pelo manejo do pastejo e, na população por meio das variações nos padrões de aparecimento e morte dos perfilhos e de mecanismos desencadeados em resposta à competição por luz e outros fatores de crescimento no interior do dossel. Hodgson & Da Silva (2002) comentam que as estratégias de manejo do pastejo devem ser utilizadas de forma a gerar condição de estrutura do dossel que favoreça resposta positiva em relação ao acúmulo de forragem e ao desempenho animal. Observando a distribuição vertical dos componentes morfológicos do dossel (Figuras 19 e 20) é possível inferir que os pastos manejados na altura de entrada de 35 cm apresentaram massa de forragem com maior participação de hastes e de material morto relativamente àqueles manejados na altura de entrada de 25 cm. Esse fato é bastante sugestivo de um

menor valor nutritivo da forragem produzida nos pastos manejados na altura de entrada de 35 cm.

As maiores massas de forragem em pastos submetidos à altura de 35 cm podem ter sido consequência da maior participação de hastes e material morto, tanto na base quanto nos pontos mais altos do dossel forrageiro (Figuras 19 e 20).

Com relação à época verão I, o tratamento 35/50 apresentou maior participação de material morto no perfil, enquanto que o tratamento 35/200 apresentou haste acima da metade da altura do dossel forrageiro. Já na época verão II houve maior participação de haste e material morto no perfil do dossel dos tratamentos 25/50, 35/50 e 35/200, enquanto que o tratamento 25/200 manteve a distribuição dos componentes morfológicos ao longo do dossel.

Para plantas de clima temperado como o azevém perene parece existir proporcionalidade entre a altura do dossel forrageiro e a profundidade da camada de lâminas foliares passíveis de desfolhação, com valores girando em torno de 50% (Hodgson, 1990). No presente trabalho, esse padrão foi consistente na condição, onde, independentemente do tratamento e da época do ano considerada, pelo menos 50% da porção superior da altura dos pastos foi ocupada por folhas.

## **4.8 Densidade volumétrica da forragem**

### **4.8.1 Densidade volumétrica total**

Houve efeito da interação época x altura x dose de N ( $P < 0,05$ ) sobre a densidade volumétrica total (Tabela 16). Com exceção da dose de 50 kg de N/ha na época verão I na altura de entrada de 35 cm, pastos manejados na altura de entrada de 25 cm apresentaram densidade volumétrica total maior do que os pastos manejados na altura de entrada de 35 cm. Souza Jr. (2007) observou, avaliando o capim-marandu, que a densidade volumétrica pré-pastejo foi maior para os tratamentos com 95% de IL comparativamente aos tratamentos de 100% de IL, sendo que o tratamento 95 % de IL e 15 cm de altura pós-pastejo apresentou o maior valor de densidade volumétrica (308 kg/ha/cm de MS). Molan (2004) avaliando

o capim-marandu sob lotação contínua verificou que a densidade volumétrica total foi decrescente com o aumento em altura do dossel. Os resultados do presente experimento mostram que maior densidade foi observada na menor altura de entrada dos animais para o pastejo. Apesar dos tratamentos submetidos à altura de 35 cm terem apresentado maior produção de massa de forragem, esse maior valor de massa foi proporcionalmente menor do que o aumento correspondente em altura. Isso explica porque os tratamentos com a altura de entrada de 35 cm apresentaram menores valores de densidade volumétrica da forragem.

Segundo Hodgson (1990) os animais em pastejo respondem mais consistentemente a variações em altura do que as variações em massa de forragem. Porém, Stobbs (1973 a e b) postula que, ao contrário do que acontece em pastagens de clima temperado, a densidade volumétrica e a relação folha/haste seriam os principais componentes da estrutura do dossel a determinar o comportamento ingestivo dos animais sobre pastagens de clima tropical. Por outro lado, Da Silva e Carvalho (2005) apontaram que essa interpretação é dependente do estágio de desenvolvimento da planta (vegetativo vs. reprodutivo) e do controle do processo de pastejo. Nessa circunstância, o padrão de resposta à altura segue aquele originalmente descrito para plantas de clima temperado, passando a densidade e a relação folha/haste a serem mais importantes quando a participação de hastes e de material morto na massa de forragem do dossel é relativamente alta. Trabalhos recentes com capim-marandu mantido sob lotação contínua revelaram que os animais respondem de maneira mais consistente a variações em altura do dossel (Gonçalves, 2002; Andrade, 2003; Sarmiento, 2003; Molan, 2004).

Com relação à época verão I pastos submetidos à altura de entrada de 25 cm tiveram aumento de 15,81% na densidade volumétrica total (DVT) da dose de 50 para a de 200 kg de N/ha, enquanto que em pastos submetidos à altura de entrada de 35 cm houve a redução de 15,95% nos valores da densidade volumétrica com o aumento da adubação nitrogenada. Pereira (2009) avaliando o capim-marandu sob lotação contínua observou que os maiores valores de DVT foram registrados nos pastos adubados com 450 kg de N/ha, os quais diferiram dos pastos não adubados, com valores 21,20% superiores. Observou também que pastos adubados com 150

kg de N/ha apresentaram superioridade de 12,20% em relação àqueles não adubados.

Tabela 16. Densidade volumétrica total (kg de MS/ha/cm) em pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010<sup>1</sup>

Dose de Nitrogênio (kg/ha)	Época <sup>2</sup>			
	Verão I		Verão II	
	Altura (cm)		Altura (cm)	
	25	35	25	35
50	355,95 ± 20,82b	395,11 ± 22,71ab	351,35 ± 19,41b	306,02 ± 19,76c
200	412,23 ± 20,82a	332,09 ± 22,71c	341,64 ± 19,41bc	320,70 ± 19,76c

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste t (P<0,05); <sup>2</sup>Verão I – dez/09-jan/10 Verão II – fev-mar/10.

A densidade volumétrica total foi maior na época verão I em relação à época verão II. Provavelmente, a maior produção de material morto (Tabela 14) teve interferência neste resultado, embora não se tenha observado diferença significativa deste componente na avaliação pré-pastejo, ao contrário do observado na avaliação pós-pastejo. Esse material é resultante do período de rebrotação que antecede o pré-pastejo, assim após o pastejo dos animais o componente folha diminui e a proporção de material morto aumenta. Molan (2004) registrou menores valores de densidade volumétrica da forragem de capim-marandu no verão e aumentos consecutivos desta variável no outono, inverno e início da primavera. Segundo o autor, a densidade volumétrica nas distintas épocas do ano foi acompanhada por variações ocorridas no material morto da massa de forragem dos pastos.

#### 4.8.2 Densidade volumétrica de folha

A densidade volumétrica de folha foi afetada pela interação época x altura x dose de N (P<0,05; Tabela 17). Não houve diferença entre os valores de densidade volumétrica de folha das alturas de entrada e doses de N na época verão I. Entretanto, na época verão II, a altura de entrada de 35 cm na dose de 200 kg de N/ha apresentou maior valor de densidade volumétrica de folha (120,00 ± 8,94 kg de

MS/ha/cm). Pereira (2009) avaliando o capim-marandu sob lotação contínua observou que os maiores valores de densidade volumétrica de folha foram registrados nos pastos adubados com 450 kg de N/ha (76,5 a 102,8 kg de MS/ha/cm).

Entre as épocas verão I e verão II houve redução dos valores de densidade volumétrica de folha dos pastos, sendo que a altura de entrada de 35 cm submetida à dose de 50 kg de N/ha apresentou maior redução 23,87%.

Tabela 17. Densidade volumétrica de folha (kg de MS/ha/cm) em pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010<sup>1</sup>

Dose de Nitrogênio (kg/ha)	Época <sup>2</sup>			
	Verão I		Verão II	
	Altura (cm)		Altura (cm)	
	25	35	25	35
50	125,29 ± 9,20a	143,65 ± 9,90a	108,18 ± 8,86b	109,36 ± 8,94b
200	141,53 ± 9,20a	127,57 ± 9,90a	113,34 ± 8,86b	120,00 ± 8,94ab

<sup>1</sup>Médias seguidas de mesma letra, não diferem entre si pelo teste t (P<0,05); <sup>2</sup>Verão I – dez/09-jan/10 Verão II – fev-mar/10.

#### 4.9 Taxa de acúmulo total de forragem

Não houve efeito da altura de entrada, dose de N, época e das interações sobre a taxa de acúmulo total de forragem (kg de MS/ha) durante o experimento (P>0,05). No entanto, a altura de 25 cm de entrada, a dose de 200 kg/ha de N e a época verão II apresentaram maiores valores numéricos de produção (Figura 21).

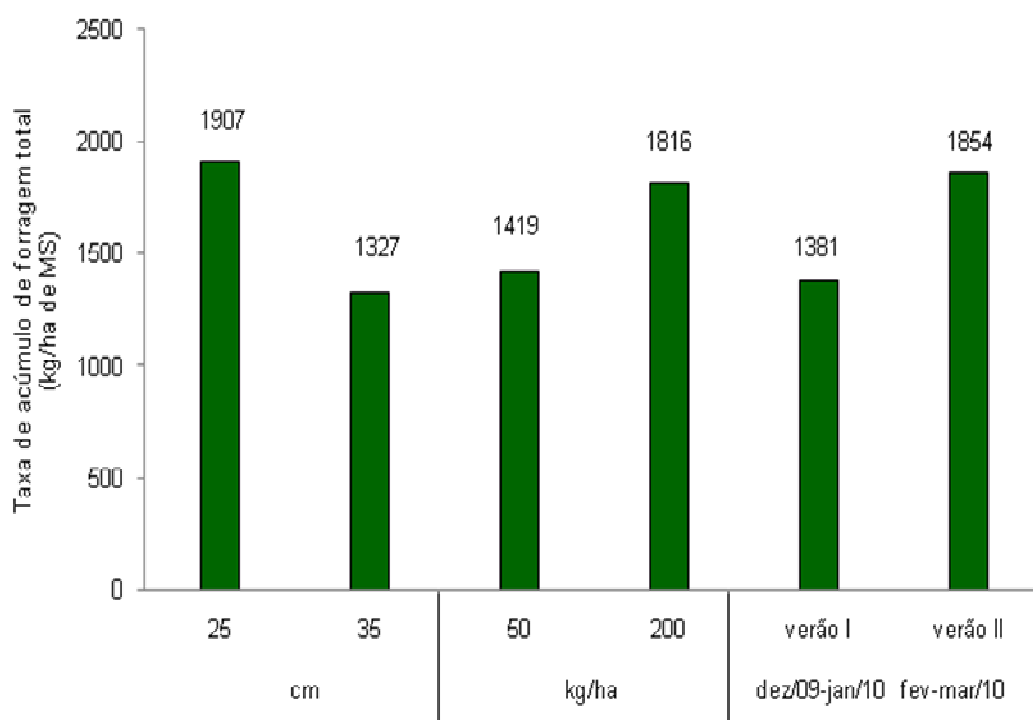


Figura 21. Taxa de acúmulo total de forragem (kg de MS/ha) dos pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo intermitente e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010

## 5 CONCLUSÕES

Com base nos resultados deste experimento, foram elaboradas as seguintes conclusões:

- há consistência entre os valores de altura (25 e 35 cm) pré-pastejo e as intercepções de luz incidente (95 e 100% IL);
- a adubação nitrogenada interfere no arranjo do índice de área de folhagem e na disposição do ângulo da folhagem e, conseqüentemente, na intercepção luminosa do dossel forrageiro;
- pastos de capim-marandu submetidos a altura de entrada de 25 cm e adubação de 200 kg de N/ha apresentam maior número de ciclos de pastejo.
- é recomendada a estratégia de pastejo com altura de entrada de 25 cm combinada com a adubação de 200 kg de N/ha para o melhor controle da estrutura dos pastos visando à produção animal.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA, F.C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, DF, v.33, n. 6, p.1372-1379, 2004.
- ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; LOPES, R.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; CECON, P.R.; QUEIROZ, D.S.; PEREIRA, D.H.; REIS, S.T. Características morfogênicas e estruturais do capim-elefante “napier” adubado e irrigado. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.29, n.1, p.150-159, 2005.
- ANDRADE, F.M.A. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2003. 125p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2003.
- BATISTA, K.; MONTEIRO, F.A. Nitrogen and sulphur in marandu grass: relationship between supply and concentration in leaf tissues. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v. 64, n.1, p.44-51, 2007.
- BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo**. Viçosa, MG: UFV, 2004. 119p. Tese (Doutorado em Forragicultura) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- BARTHAM, G.T. **Experimental techniques: the HFRO sward stick**. Aberdeen: Hill Farming Research Organization/Biennial Report, 1985. p.29-30.
- BERNARDES, M.S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O; YAMADA, T. (Ed.) **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba, SP: Associação Brasileira de Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1987, p.13-48.
- BRAGA, G.J.; PEDREIRA, C.G.S.; HERLING, V.R.; LUZ, P.H.C.; LIMA, C.G. Sward structure and herbage yield of rotationally stocked pastures of ‘Marandu’ palisadegrass (*Brachiaria brizantha* (A. Rich Stapf.) as affected by herbage allowance. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.63, n.2, p.121-129, 2006.

- BRAGA, G.J.; PEDREIRA, C.G.S.; HERLING, V.R.; LUZ, P.H.C. Eficiência de pastejo de capim-marandu submetido a diferentes ofertas de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.11, p.1641-1649, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agrônômica. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, RJ: Ministério da Agricultura, 1960. 634p. (MAPA. Boletim, 12).
- BRISKE, D.D. Strategies of plant survival in grazed systems: a functional interpretation. In: HODGSON, J; ILLIUS, A. [Ed]. **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford, UK: CAB Internacional, 1996. p.37-69.
- BRISKE, D.D.; HEITSCHMIDT, R.K. An ecological perspective. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. **Grazing management: an ecological perspective**. Oregon: USA Timber Press, 1991. p.11-26.
- BUENO, A.A.O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2003. 124p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2003.
- CADISH, G.; SCHUNKE, R.M.; GILER, K.E. Nitrogen cycling in a pure grass pasture and pure grass mixture on a Red Latosol in Brasil. **Tropical Grassland**, Austrália, v.42, n.8, p.43-52, 1994.
- CÂNDIDO, M.J.D.; GOMIDE, C.A.M.; ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, W.E. Morfologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, DF, v.38, n.2. p.406-415, 2005.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; UEBELE, M.C.; CARVALHO, C.A.B.; FAGUNDES, J.L.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de *Cynodon* spp. submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ, 2000, CD ROM.

- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; CARVALHO, C.A.B et al. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Coastcross submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.36, n.6, 2001a.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; FAGUNDES, F.L.; SBRISSIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) sob lotação contínua. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v.58, n.1, p.7-15, 2001b.
- CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica na rebrotação de pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2003. 136p . Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2003.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; SILVA, G.N.; MORAES, J.P. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing management. **Tropical Grassland**, Austrália, v.40, n.3, p.165-176, 2006.
- CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Demografia do perfilhamento e acúmulo de matéria seca em capim Tifton-85 submetido a pastejo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v.57, n.4, p.591-600, 2000a.
- CARVALHO, C.A.B. ; DA SILVA, S.C. ; CARNEVALLI, R.A.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de Florakirk manejadas em quatro alturas de pasto. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, SP, v.57, n.1, p.39-51, 2000b.
- CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Demografia do perfilhamento e acúmulo de matéria seca em Coastcross submetido a pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.3, p.567-575, 2001.
- CARVALHO, P.C.F. O manejo da pastagem como gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DA PASTAGEM, 22., Piracicaba, SP, 2005. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2005. p.7-31.

- CHAPMAN, D.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Palmerston North, Nova Zelândia. **Proceedings...** Palmerston North, NZ: 1993. p. 95-104.
- COSGROVE, G.P. Grazing behavior and forage intake. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1997. p-59-80.
- COSTA, D.F.A. **Respostas de bovinos de corte à suplementação energética em pastos de capim-marandu submetidos a intensidades de pastejo rotativo durante o verão.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2007, 98p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2007.
- COSTA, N.L.; TOWNSEND, C.R.; MAGALHÃES, J.A.; PEREIRA, R.G.A. Respostas de pastagens degradadas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a doses de nitrogênio e fósforo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: 2000. CD-ROM.
- DA SILVA, S.C; SBRISSIA, A.F. A planta forrageira no sistema de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 17., Piracicaba, SP, 2000. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000, p.3-20.
- DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM – PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2003, p.155-186.
- DA SILVA, S.C. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY, 2., 2004, Curitiba, PR. **Proceedings...** Curitiba, PR: 2004.
- DA SILVA, S.C.; CARVALHO, P.C.F. Foraging behaviour and intake in the favorable tropics/sub-tropics. In: MCGILLOWAY, D.A. (Ed.) **Grassland: a global resource.** Wageningen: Netherlands, Academic Publishers, p.81-95, 2005.

- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do Sistema intensivo de produção de pastagens. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2., 2006, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo, SP: Colégio Latino Americano de Nutrição Animal - CLANA, 2006, p.67-82.
- DA SILVA, S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., Jaboticabal, SP. **Anais...** Jaboticabal, SP: SBZ, supl. especial, 2007, p.121-138.
- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; EUCLIDES, V.B.P. **Pastagens: conceitos básicos, produção e manejo.** Viçosa: Suprema, 2008. 115p.
- DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F. A planta forrageira no sistema de produção. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2001, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2001. p.71-88.
- DALE, A.J.; MAYNE, C.S.; LAIDLAW, A.S.; FERRIS, C.P. Effect of altering the grazing interval on growth and utilization of grass herbage and performance of dairy cows under rotational grazing. **Grass and Forage Science**, v.63, p.257-269, 2008.
- DIFANTE, G.S. **Desempenho de novilhos, comportamento ingestivo e consumo voluntário em pastagem de *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia.** Viçosa, MG: UFV, 2005. 74p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- DIFANTE, G.S; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; DA SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; ZANINE, A.M.; ADESE, B. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.37 n.2 p.89-196, 2008.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos.** Brasília, DF: EMBRAPA, 1999, 412p.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H.; MEDEIROS, R.N.; OLIVEIRA, M.P. Características do pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.42, n.8, p.1189-1198 , 2007.

- FAGUNDES, J.L.; DA SILVA, S.C; PEDREIRA, C.G.S. et al. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.187-195, 2001.
- FAGUNDES, J.L.; DA SILVA, S.C; PEDREIRA, C.G.S. et al. Intensidades de pastejo e a composição morfológica de pastos de *Cynodon* spp. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v.56, n.4, p.897-908, 1999a.
- FAGUNDES, J.L.; DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v.56 n.4, 1999b.
- FAGUNDES, F.L.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; VITOR, C.M.T.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C.; REIS, G.C.; MARTUSCELLO, J.A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v.40, n.4, p.397-403, 2005.
- FERRIS, C.P.; PATTERSON, D.C.; McCOY, M.A. Effect of frequency of application of inorganic nitrogen fertilizer within a rotational paddock-grazing system on the performance of dairy cows and inputs of labour. **Grass and Forage Science**, New York, v.63, p.270-279, 2008.
- GERDES, L.; WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T.; CARVALHO, D.D.; SCHAMMASS, E.A. Avaliação de características agronômicas e morfológicas das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia aos 35 dias de crescimento nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.29, n.4, p.947-954, 2000a.
- GERDES, L.; WERNER, J.C.; COLOZZA, M.T.; POSSENTI, R.; SCHAMMASS, E.A. Avaliação de características de valor nutritivo das gramíneas cv. Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.29, n.4, p.955-963, 2000b.

- GHISI, O.M.A.; PEDREIRA, J.V.S. Características agronômicas das principais *Brachiaria* spp. In: ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *BRACHIARIA*, 1986, Nova Odessa, SP. **Anais...** Nova Odessa, SP: Instituto de Zootecnia, 1987. p.19-58.
- GIACOMINI, A.A. **Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2007, 175p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2007.
- GOMES, M.B.; BANYS, V.L.; COLLAO-SAEENZ, E.A. et al. Índice de área foliar e teor de clorofila da *Brachiaria ruziziensis* submetida à adubação nitrogenada e potássica. In: CONGRESSO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 3., 2009, Lavras, MG. **Anais . . .** Lavras, MG: UFLA/NEFOR, 2009.
- GOOGLE EARTH <http://earth.google.com/>. Acesso em: 20/09/2009.
- GONÇALVES, A.C. **Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação contínua.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2002, 124p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2002.
- HENNESSY, D.; O'DONOVAN, M.; FRENCH, P.; LAIDLAW, A.S. Manipulation of herbage production by altering the pattern of applying nitrogen fertilizer. **Grass and Forage Science**, New York, v.63, p.52-166, 2008.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice.** New York: John Wiley/ Longman Scientific and Technical, Longman, 1990. 203p.
- HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperature sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., Kyoto, Japão, 1985. **Proceedings...** Nishi-Nasuno, Japão: Japanese Society of Grassland Science, 1985, p.63-67.
- HODGSON, J.; DA SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA/ SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA, 39., 2002, Recife, PE. **Anais...** Recife, PE: SBZ, 2002. p.80-202.

- Instituto Agronômico de Campinas. Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas. <http://www.ciiagro.sp.gov.br/>. Acesso em: 15/04/2010.
- JEWISS, O.R. Tillering in grasses: Its significance and control. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v.72, p.65-82, 1972.
- JOHNSON, R.H. MORRISON, J. Effects of spring fertilizer nitrogen and sward height on production from perennial ryegrass/white clover swards grazed by beef cattle. **Grass and Forage Science**, New York, v.52, p.322-324, 1997.
- LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: T'MANNETJE, L.; JONES, R.M. (Ed.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. New York: CABI, 2000. p.103-122.
- LAFARGE, M. Reproductive tillers in cut tall fescue swards: differences according sward ages and fertilizer nitrogen application, and relationships to with the local dynamics of the sward. **Grass and Forage Science**, v.61, p.182-191, 2006.
- LAVRES JR., J.; MONTEIRO, F.A. Perfilhamento, área foliar e sistema radicular do capim-mombaça submetido a combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, DF, v.32, n.5, p.1068-1075, 2003.
- LAVRES JR., J.; FERRAGINE, M.D.C.; GERDES, L.; RAPOSO, R.W.C.; COSTA, M.N.X.; MONTEIRO, F.A. Yield components and morphogenesis of aruana grass in response to nitrogen supply. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v.61, n.6, p.632-639, 2004.
- LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn over and efficiency of herbage utilization. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY", 1999, Curitiba, PR. **Anais...** Curitiba, PR: UFPR, 1999. p.165-183.
- LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue fluxes in grazing plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB Internacional, 1996. p.3-36.
- LITTELL, R.C.; MILIKEN, G.A.; STROUP, W. et al. **SAS**<sup>®</sup> - System for mixed models. Cary: SAS Institute Inc., 2002. 633p.
- LITTELL, R.C.; PENDERGAST, J.; NATARAJAN, R. Modeling covariance structure in the analisys of repeated measures data. **Statistics in Medicine**, Boston, v.19, p.1753-1819, 1998.

- LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.A. Productivity and the morphology of crop stands: patterns with leaves. In: EASTIN, J.D.; HASKINS, F.A.; SULLIVAN, C.Y.; VAN BAVEL, C.H.M. (Ed). **Physiological aspects of crop yield**. Madison, USA: ASA/CSSA/SSA, 1969. p.27-47.
- LUPINACCI, A.V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2002, 160p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2002.
- MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA/SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 32., 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p.28-62.
- MARCELINO, K.R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; DA SILVA, S.C.; EUCLIDES, V.P.B.; FONSECA, D.M. Características morfogênicas e estruturais e de produção de forragem do capim-marandu submetido a intensidades e freqüências de desfolhação . **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.35, n.6, p.2243-2252, 2006.
- MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: SNAYDON, R.W. (Ed.) **Managed grasslands: analytical studies ecosystems of the world**. Amsterdam: Elsevier Science, 1987. p.29-46.
- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; SANTOS, P.M.; CUNHA, D.N.F.V.; MOREIRA, L.M. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v.35, n.3, p.665-671, 2006.
- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JUNIOR, D. do; SANTOS, P.M.A.; RIBEIRO JUNIOR, J.I.; CUNHA, D.N.F.V.; MOREIRA, L.M. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, DF, v.34, n.5, p.1475-1482, 2005.

- MAXWELL, T.J.; SIBBALD, A.R.; AGNEW, R.D.M.; DALZIEL, A.J.I. The implications of controlling grazing swards height for the operation and productivity of upland sheep systems in UK: 4. The effect of seasonal pattern of nitrogen fertilizer application and annual stocking rate. **Grass and Forage Science**, New York, v.53, p.279-286, 1998.
- MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on the herbage production of tall fescue swards grazed continuously with sheep. 2. Consumption and efficiency of herbage utilization. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.49, p.352-359, 1994.
- MOLAN, L.K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetido a alturas de pasto por meio de lotação contínua**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2004, 159p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2004.
- MONTEIRO, F.A.; RAMOS, A.K.B.; DE CARVALHO, D.D.; DE ABREU, J.B.R.; DAIUB, J.A.S.; DA SILVA, J.E.P.; NATALE, W. Cultivo de *Brachiaria brizantha* Stapf. cv. Marandu em solução nutritiva com omissões de nutrientes. **Scientia Agricola**, Piracicaba, SP, v.52, n.1, p.135-141, 1995.
- NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1997, p.213-251.
- NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; BARBOSA, R.B.; MARCELINO, K.R.A. et al. A produção animal em pastagens no Brasil: uso do conhecimento técnico e resultados. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; DA SILVA, S.C.; DE FARIA, V. P. (Eds.) SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20., 2003, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2003, p.1-82.
- NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; DA SILVA, S.C.; ADESE, B. Perspectivas futuras do uso de gramíneas em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA/SIMPÓSIO SOBRE FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO EM PASTAGENS, 41., 2004, Campo Grande, MS. **Anais...** Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2004, p. 130-141.

- NAVE, R.G. **Produtividade, valor nutritivo e características físicas da forragem do capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. RICH.) STAPF.] em resposta a estratégias de pastejo sob lotação intermitente.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2007, 94p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2007.
- NUNES, S.G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M.I. de O.; GOMES, D.T. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu.** 2.ed. Campo Grande: EMBRAPA/CNPGC, 1985. 31p. (EMBRAPA/CNPGC. Documentos, 21.)
- OLIVEIRA, P.P.A.; TRIVELIN, P.C.O.; OLIVEIRA, W.S.; CORSI, M. Fertilização com N e S na recuperação de pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em Neossolos Quartzarênicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, DF, v.34, n.4, p.1121-1129, 2005.
- PEDREIRA, B.C. **Interceptação de luz, arquitetura e assimilação de carbono em dosséis de capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] submetidos a estratégias de pastejo rotacionado.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2006, 86p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2006.
- PEREIRA, L.E.T. **Morfogênese e estrutura do dossel de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos morfogênicos contrastantes.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2009. 111p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- PINTO, L.F.M.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, SP, v.58, n.3, p.439-447, 2001.
- RENVOIZE, S.A.; CLAYTON, W.D.; SKABUYE, C.H. Morfología, taxonomía y distribución natural de *Brachiaria* (Trin.) Griseb. In: MILLES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE, B.C. (Ed.). ***Brachiaria*: biología, agronomía y mejoramiento.** Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1998, p.1-15.

- RENVOIZE, S.A.; CLAYTON, W.D.; KABUYE, C.H.S. Morphology, taxonomy and natural distribution of *Brachiaria* (Trin.) Griseb.. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.). ***Brachiaria*: biology, agronomy and improvement**. Cali: CIAT; Campo Grande: EMBRAPA CNPGC, 1996, p.1-15.
- RODRIGUES, R.C.; HERLING, V.R.; FAFTINE, O.L.; STEFANO, M.R.; PLESE, L.P.M.; CERQUEIRA LUZ, P.H.; CABRAL, L.S. Acúmulo de forragem e raízes, perfilhamento e área foliar do capim-marandu submetido a doses de nitrogênio em solos de diferentes fertilidades. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, SP, v.65, n.1, p.43-50, 2008.
- SANTOS FILHO, L.F. Seed production: perspective from Brazilian private sector. In: MILES, J.W.; MASS, B.L.; VALLE, C.B. (Ed.) ***Brachiaria*: biology, agronomy and improvement**. Cali: CIAT, Campo Grande EMBRAPA – CNPGC, 1996, p.141-146.
- SARMENTO, D.O.L. **Comportamento ingestivo em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação contínua**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2003, 76p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2003.
- SARMENTO, D.O.L. **Produção, composição morfológica e valor nutritivo da forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2007, 144p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2007.
- SARMENTO, P.; RODRIGUES, R.L.A.; LUGÃO, S.M.B.; CRUZ, M.C.P.; CAMPOS, F.P.; FERREIRA, M.E. Respostas agrônômicas e morfológicas de *Panicum maximum* JACQ cv. IPR-86 Milênio sob pastejo à adubação nitrogenada. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, SP, v.62, n.4, p.333-346, 2005.
- SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2004, 171p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2004.

- SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal  
In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38.,  
2001. Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: SBZ, 2001. p.731-754.
- SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. ; CARVALHO, C.A.B. ; CARNEVALLI, R.A.; PINTO,  
L.F.M.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Tiller size/population density  
compensation in grazed coastcross bermudagrass swards. **Scientia Agricola**,  
Piracicaba, SP, v.58, n.4, p. 655-665, 2001.
- SIBBALD, A.R.; MARRIOT, C.A.; AGNEW, R.D.M.; DALZIEL, A.J.I. The implications  
of controlling grazing swards height for the operation and productivity of upland  
sheep systems in UK: sustainability of white clover in grass/clover swards with  
reduced levels of fertilizer nitrogen. **Grass and Forage Science**, New York, v.59,  
p.264-273, 2004.
- SOARES FILHO, C.V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria*  
para diferentes condições In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM -  
BRACHIARIA, 11., 1994, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 1994,  
p.25-29.
- SOUZA Jr., S.J. **Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de  
forragem em pastos de capim-marandu submetido a estratégias de pastejo  
rotativo por bovinos de corte.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2007, 122p.  
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de  
Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2007.
- STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I.  
Variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal of Agricultural  
Research**, Victoria, v.24, n.6, p.809-819, 1973a.
- STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. II.  
Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing  
*Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian  
Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.24, n.6, p.821-829, 1973b.
- STUTH, J.W. Foraging behaviour. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. **Grazing  
management: an ecological perspective.** Oregon, USA: Timber Press, 1991.  
p.85-108.

- TRINDADE, J.K. **Modificações na estrutura do pasto e no comportamento ingestivo de bovinos durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2007, 162p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2007.
- TRINDADE, J.K.; DA SILVA, S.C.; SOUZA JR. S.J.; GIACOMINI, A.A.; ZEFERINO, C.V.; GUARDA, V.D.; CARVALHO, P.C.F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.6, p.883-890, 2007.
- UEBELE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2002, 83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2002.
- VOLTOLINI, T.V. **Adequação protéica de rações com pastagens ou cana-de-açúcar e efeito de diferentes intervalos entre desfolhas da pastagem de capim elefante sobre o desempenho lactacional de vacas leiteiras.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2006, 167p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2006.
- WARREN-WILSON, J. Inclined point quadrat. **New Phytology**, Oxford, v.58, 1960, p.92-101.
- WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. In: VANRAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Eds.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2.ed. Campinas: Instituto Agrônômico, 1996, p.263-273.
- ZEFERINO, C.V. **Morfogênese e dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hoescht) cv. Marandu) submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2006, 193p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 2006.