Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"

Produção e produtividade animal em capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada

Flávia Maria de Andrade Gimenes

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2010

Flávia Maria de Andrade Gimenes
Engenheiro Agrônomo

Produção e produtividade animal em capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada

Orientador:
Prof. Dr. SILA CARNEIRO DA SILVA

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens

Piracicaba
2010

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Gimenes, Flávia Maria de Andrade
Produção e produtividade animal em capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada / Flávia Maria de Andrade Gimenes. - - Piracicaba, 2010.
109 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.

1. Bovinos de corte 2. Capim marandu 3. Fertilizantes nitrogenados 4. Pastejo - Manejo Pastejo rotativo 6. Produção animal 7. Produtividade I. Título

CDD 633.2
G487p

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICO

Aos meus pais,

Francisco José Marques de Andrade e Lígia Maria Erbetta de Andrade

pelos exemplos de vida e dedicação a família

Aos meus irmãos,

Fábio Luiz Erbetta de Andrade e Fabíola Maria Erbetta de Andrade

pelo apoio e companheirismo

OFEREÇO

Ao meu grande amor,

Juan Domingo Gimenes

Ao Sebastião Sérgio Lopes Camargo (*in memoriam*),

Técnico de Pesquisa do Pólo Extremo Oeste (Andradina, SP)

pela amizade, incentivo e personalidade única, deixou saudades

MINHA HOMENANGEM

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas muitas bênçãos e conquistas que sempre me proporcionou.

À Escola Superior Luiz de Queiroz e a Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens pela oportunidade de realização do Doutorado e a todos os professores que colaboraram com minha formação.

Ao Instituto de Zootecnia e Diretoria do Centro de Nutrição Animal e Pastagens pela realização do experimento.

À FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo financiamento do experimento.

Ao Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva, pela orientação atenta e presente não apenas técnica e profissional, mas também de posicionamento frente aos desafios da vida. Agradeço também a flexibilidade de ajustar os projetos às minhas necessidades profissionais e pela rápida e criteriosa correção da tese.

Ao Dr. João José Assumpção de Abreu Demarchi, pela contribuição na elaboração do projeto, destinação de recursos e valiosas sugestões ao longo do projeto.

Ao Alexandre Berndt, pela obtenção e responsabilidade dos mais de 400 bois que viabilizaram as avaliações e pela sintonia e companheirismo nos trabalhos efetuados em conjunto desde o Pólo de Andradina.

Aos companheiros de condução do experimento, Alexandre Berndt, Luciana Gerdes, Maria Tereza Colozza, Dr. Joaquim Carlos Werner, Cleunice Auxiliadora Fialho, Marcelo Barcelo Gomes, pelo companheirismo e dedicação, sob sol intenso, chuvas torrenciais e em todos os momentos do projeto. Aos colegas do laboratório de carcaça D. Olinda Costa e Dr. Guilherme Alleoni, pelo suporte.

A todos os funcionários do Instituto de Zootecnia que nos auxiliaram no projeto, em especial ao Antonio Marco Pigato, Flavio Rubens de Jesus, Mirela Giongo e José Aparecido de Oliveira (Muzambinho) e pela ajuda incessante na condução do experimento, inclusive em férias e feriados pude contar com auxílio de boa vontade de todos.

Ao José Camargo, o “Zé Louco”, que viabilizou a condução do experimento dedicando-se integralmente ao projeto e tendo atuação decisiva nos momentos mais difíceis, minha eterna gratidão.

Aos estagiários, David Valverde Novelli, Juliano Cesar Lopes, Daiana Lemos Manfio, João Batista Filho, e estagiários de medicina veterinária Wander Jr., Moacir, Rafael e Diego pela ajuda inestimável.

Aos meus amigos da área das pastagens, Alessandra Aparecida Giacomini, Waldssimiler Teixeira de Mattos, Gustavo José Braga, André Fischer Sbrissia, Josiane Aparecida de Lima, Patrícia Sarmento e Fábio Prudêncio de Campos que sempre me auxiliaram com seus conhecimentos e boa vontade.

Aos amigos, colegas de orientador e laboratório, pelo apoio e socorro em todas as necessidades, Leandro Martins Barbero, Veridiana Aparecida Limão, Lilian Elgalise Techio Pereira, Adenilson José Paiva, Fábio Olegário Caminha, Salim Jacaúna de Souza Júnior, Vitor Del Alamo Guarda, Priscila Mesquita, Márcio André Stefanelli Lara, Bruno Carneiro Pedreira, Felipe Tonato, Jorge Nunes Portela, Diego Noleto Luz Pequeno, Davi Cavalcante de Aquino, Marcos Schleiden Sousa Carvalho, Murilo Saraiva Guimarães e Aliedson Sampaio Ferreira.

As minhas tias Maria Fernanda Erbetta e Lucia Helena Amorim pela confiança e a todos meus familiares (tios, primos e cunhados) que torceram por mim.

Aos meus sogros, Bartolomeu Gimenes e Ivany Audi Gimenes, cunhados, cunhadas, sobrinhos, enteados e demais familiares pelo apoio e paciência.

Enfim, a todos aqueles que rezaram e torceram pelo sucesso de mais essa etapa da minha vida.

SUMÁRIO

RESUMO.....9
ABSTRACT.....11
LISTA DE FIGURAS.....13
LISTA DE TABELAS.....17
1 INTRODUÇÃO.....19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....21
2.1 Pecuária de corte no Brasil.....21
2.2 Manejo do pastejo em gramíneas tropicais.....24
2.3 Adubação nitrogenada como ferramenta de intensificação do processo produtivo.....29
2.4 Objetivo.....33
3 MATERIAL E MÉTODOS.....35
3.1 Material.....35
3.1.1 Espécie Vegetal.....35
3.1.2 Local e solo da área do experimento.....35
3.1.3 Clima e dados climáticos durante o experimento.....36
3.1.4 Animais.....38
3.2 Métodos.....39
3.2.1 Tratamentos e delineamento experimental.....39
3.2.2 Instalação das condições experimentais e imposição dos tratamentos.....41
3.2.3 Monitoramento das condições experimentais, adubação e tratos culturais..42
3.2 4 Avaliações de campo.....44
3.2.4.1 Interceptação luminosa do dossel forrageiro na condição pré-pastejo.....45
3.2.4.2 Massa de forragem e componentes morfológicos.....45
3.2.4.3 Perdas por pastejo.....46
3.2.4.4 Taxa de lotação, ganho de peso por animal e por unidade de área.....47
3.2.4.5 Processamento de dados e análise estatística.....48
4 RESULTADOS.....49
4.1 Altura do dossel forrageiro 49
4.2 Número de pastejos, intervalo de pastejo e período de ocupação.....50

4.2.1 Número total de pastejos 50
4.2.2 Intervalo de pastejo.....51
4.2.3 Período de ocupação dos pastos.....52
4.3 Interceptação luminosa do dossel forrageiro na condição pré-pastejo.....54
4.4 Massa de forragem e componentes morfológicos em pré-pastejo.....54
4.4.1 Massa de forragem.....54
4.4.2 Composição morfológica 56
4.5 Massa de forragem e componentes morfológicos em pós-pastejo.....59
4.5.1 Massa de forragem.....59
4.5.2 Composição morfológica 62
4.6 Composição morfológica da simulação de pastejo.....66
4.7 Acúmulo e taxa de acúmulo de forragem.....68
4.8 Taxa de lotação.....69
4.9 Perdas por pastejo.....71
4.10 Desempenho animal.....73
4.11 Ganho de peso por unidade de área.....76
4.11.1 Médias diárias estacionais (kg $ha^{-1}.dia^{-1}$).....76
4.11.2 Total durante o período experimental (kg ha^{-1}).....78
5 DISCUSSÃO.....81
6 CONCLUSÕES.....95
REFERÊNCIAS.....97

RESUMO

Produção e produtividade animal em capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada

Experimentos em grande escala para avaliação do manejo do pastejo são raros, apesar de sua importância. O objetivo deste experimento foi avaliar metas de manejo para o capim-marandu submetido à pastejo rotativo definidas em série de experimentos de menor escala (piquetes), utilizando o nitrogênio para amplificar contrastes entre as estratégias de pastejo avaliadas. As avaliações ocorreram de fevereiro de 2009 a abril de 2010 e os tratamentos corresponderam a duas alturas pré-pastejo (25 e 35 cm) e duas doses de fertilizante nitrogenado (50 e 200 kg ha^{-1} ano de N) (designados como 25/50, 25/200, 35/50 e 35/200) e foram alocados às unidades experimentais (UE) segundo um delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Cada UE foi formada por 6 piquetes de 0,5 ha cada, os quais foram manejados como mini-fazendas. Cada uma das 16 mini-fazendas recebeu três novilhos Nelore (média 327 kg) como animais-teste para mensuração do ganho de peso diário (GMD) e mais um número variável de animais para ajustes na taxa de lotação. A meta de altura pós-pastejo foi comum a todos os tratamentos (15 cm), porém foi permitido variar acima desse valor como forma de gerar flexibilidade e permitir a manutenção das metas de altura pré-pastejo. Pastos manejados na altura pré-pastejo de 25 cm apresentaram maior número de pastejos, menor intervalo de pastejo e menor período de ocupação que pastos manejados com a altura de 35 cm. Maiores valores de GMD (0,629 e 0,511kg $animal^{-1}$ dia), ganho de peso por unidade de área (GP) (886 e 674 kg ha^{-1}) e de taxa de lotação (3,13 e 2,85 UA ha^{-1}) foram registrados nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 relativamente àquela de 35 cm, respectivamente. Por outro lado, pastos manejados com a altura pré-pastejo de 35 cm apresentaram maiores valores de massa de forragem pré (6.680 e 4.800 kg ha^{-1} de MS de vivo) e pós-pastejo (4.010 e 3.320 kg ha^{-1} de MS de vivo) e de perdas por pastejo (24,1 e 20,3% da massa de forragem pré-pastejo) que pastos manejados com a altura de 25 cm, respectivamente. A aplicação de 200 kg ha^{-1} de N resultou em aumentos na porcentagem de folhas na massa de forragem pós-pastejo (11,9 para 15,6%), na taxa de acúmulo de forragem (29,1 para 51,9 kg ha^{-1} dia^{-1}), na taxa de lotação (2,55 para 3,44 UA ha^{-1}), conseqüentemente, no GP (697 e 863 kg ha^{-1}) relativamente à aplicação de 50 kg ha^{-1}. Somente variações em estratégia de manejo do pastejo resultaram em um aumento de 31% no GP, valor maior que os 24% resultantes da aplicação de N, realçando a importância de manejo do pastejo adequado como forma de aumentar desempenho animal e produtividade do sistema. Este correspondeu às metas de pastejo rotativo caracterizadas pela altura pré-pastejo de 25 cm e de pós-pastejo de 15 cm. Nesse contexto, o uso de fertilizantes nitrogenados, irrigação e de suplementos deveriam ser considerados em experimentos futuros desta natureza como uma forma de aumentar a produção e a produtividade animal.

Palavras-chave: Adubação nitrogenada; Altura do dossel; Gado de corte; Manejo do pastejo; Taxa de lotação

ABSTRACT

Animal performance and productivity on marandu palisadegrass subjected to strategies of rotational stocking management and nitrogen fertilisation

In spite of their importance, large scale experiments to evaluate grazing management strategies are rare. The objective of this experiment was to test targets of rotational stocking management for marandu palisadegrass defined in a series of paddock scale experiments, using nitrogen to amplify contrasts between grazing strategies evaluated. Treatments corresponded to combinations between two pre-grazing heights (25 and 35 cm) and two levels of nitrogen application (50 and 200 kg ha^{-1} year^{-1}) (designated as 25/50, 25/200, 35/50 and 35/200), and were allocated to experimental units according to a complete randomised block design, with four replications. Each experimental unit was comprised of six 0.5 ha paddocks, and were managed as farmlets. Each farmlet received three Nellore steers (initial body weight of 327 kg) as test animals for measuring weight gain plus a variable number of extra steers to adjust stocking rate and allow grazing to be executed according to management specifications for individual treatments. Target post-grazing height was 15 cm, but fluctuated above that as a means to contribute to maintain target pre-grazing heights. Farmlets managed at 25 cm pre-grazing height showed larger number of grazings, shorter grazing interval and occupation period of paddocks than those managed at 35 cm. Larger values of weight gain per animal (0.629 and 0.511 kg animal^{-1}), per unit area (886 and 674 kg ha^{-1}) and of stocking rate (3.13 and 2.85 AU ha^{-1}) were recorded on farmlets managed at 25 cm pre-grazing height relative to those managed at 35 cm, respectively. On the other hand, farmlets managed at 35 cm pre-grazing height showed larger values of herbage mass pre- (6680 and 4800 kg ha^{-1} green DM) and post-grazing (4010 and 3320 kg ha^{-1} green DM) and grazing losses (24.1 and 20.3% of the pre-grazing herbage mass) than those managed at 25 cm, respectively. Application of 200 kg ha^{-1} of N resulted in increased percentage of leaves on herbage mass post-grazing (11.9 to 15.6%), in rates of herbage accumulation (29.1 to 51.9 kg ha^{-1} day^{-1}), in stocking rate (2.5 to 3.44 AU ha^{-1}) and, consequently, in weight gain per unit area (697 to 863 kg ha^{-1}) relative to the application of 50 kg ha^{-1}. Grazing management alone resulted in a 31% increase in weight gain per unit area, larger than the 24% increase generated by N application, highlighting the importance of adequate grazing management to increase animal performance and systems productivity. This corresponded to targets of rotational stocking management corresponding to 25 cm of pre-grazing height and 15 cm of post-grazing height. In this context, nitrogen fertiliser, irrigation and use of supplements should be considered in future experiments of this nature as a means of augmenting animal production and productivity.

Keywords: Beef cattle; Grazing management; Nitrogen fertilisation; Stocking rate; Sward height

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Médias mensais de temperatura do ar de janeiro de 2009 a abril de 2010.....37
Figura 2 – Precipitação média durante o período experimental comparada com a média histórica de 30 anos (1968 a 1990 e 2000 a 2008).....37
Figura 3 - Radiação solar média de janeiro de 2009 a abril de 2010.....38
Figura 4 - Extrato do balanço hídrico decendial mensal na área experimental de janeiro de 2009 a abril de 2010.....40
Figura 5 - Croqui de um bloco, seus quatro tratamentos e cada unidade experimental (mini-fazendas) com seis piquetes.....39
Figura 6 - Vista geral da área experimental.....41
Figura 7 - Áreas do piquete de avaliação limpas para avaliação de perdas por pastejo nas condições de pré-pastejo (à esquerda) e pós-pastejo (à direita).....47
Figura 8 - Altura pré-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010.....49
Figura 9 - Altura pós-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010.....50
Figura 10 - Intervalo de pastejo (dias) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril 2010.....52
Figura 11 - Período de ocupação (dias) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril 2010.....53
Figura 12 - Período de ocupação (dias) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010.....53

Figura 13 - Interceptação luminosa (%) pelo dossel forrageiro de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril 2010.....54
Figura 14 - Massa de forragem (kg ha^{-1} de MS) pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010.....55
Figura 15 - Porcentagem de folhas na massa de forragem pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas de entrada de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril 2010.....57
Figura 16 - Porcentagem de folhas na massa de forragem pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010.....57
Figura 17 - Porcentagem de colmos na massa de forragem pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010.....58
Figura 18 – Porcentagem dos componentes morfológicos na massa de forragem pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010.....59
Figura 19 – Massa de forragem (kg ha^{-1} de MS) de material vivo pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010.....61
Figura 20 – Massa de forragem (kg ha^{-1} de MS) de material vivo pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas de entrada de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a 2010.....62
Figura 21 – Porcentagem de colmo da massa de forragem pós-pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010.....65
Figura 22 – Taxa de lotação (UA ha^{-1}) de novilhos Nelore em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010.....71

Figura 23 – Valores de perdas por pastejo expressos como porcentagem da massa de forragem pré-pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de outubro de 2009 a abril 2010.....72
Figura 24 – Valores de perdas por pastejo expressos como porcentagem da massa de forragem pré-pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de outubro de 2009 a abril 2010.....73
Figura 25 – Ganho de peso médio diário (kg animal^{-1}.dia) de bovinos Nelore em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril 2010.....74
Figura 26 – Ganho de peso médio diário (kg animal^{-1}.dia) de bovinos Nelore em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010.....75
Figura 27 – Evolução mensal do peso corporal (kg) de novilhos Nelore em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010.....75
Figura 28 – Ganho de peso por unidade de área (kg ha^{-1}) ao final do experimento em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril 2010.....79
Figura 29 – Ganho de peso por unidade de área (kg ha^{-1}) ao final do experimento em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010.....79

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados da análise química do solo na área experimental nas profundidades de 0-20 cm.....36
Tabela 2 - Períodos e taxas de aplicação de fertilizantes em capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado de janeiro de 2009 a abril de 2010.....44
Tabela 3 – Número total de pastejos em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010.....51
Tabela 4 - Massa de forragem total (kg ha^{-1} de MS) em pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril de 2010.....60
Tabela 5 - Porcentagem de folhas (%) na massa de forragem em pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril de 2010.....63
Tabela 6 - Porcentagem de folhas (%) na massa de forragem em pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril de 2010.....64
Tabela 7 – Porcentagem de material morto (%) na massa de forragem em pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril de 2010.....66
Tabela 8 – Porcentagem dos componentes morfológicos (%) em amostras de simulação de pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de outubro de 2009 a abril de 2010.....67
Tabela 9 – Porcentagem dos componentes morfológicos (%) em amostras de simulação de pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de outubro de 2009 a abril de 2010.....67
Tabela 10 – Taxa de acúmulo de forragem (kg ha^{-1} dia^{-1} de MS) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril de 2010.....69

Tabela 11 – Taxa de lotação (UA ha^{-1}) de novilhos Nelore em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril 2010.....70
Tabela 12 – Ganho de peso por unidade de área (kg ha^{-1} dia^{-1}) de novilhos Nelore em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril de 2010.....77
Tabela 13 – Ganho de peso por unidade de área (kg ha^{-1} dia^{-1}) de novilhos Nelore em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril de 2010.....78

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. Nessa situação, interesse crescente tem ocorrido no sentido de aumentar a produtividade e a lucratividade da atividade e, conseqüentemente, sua competitividade, por meio da intensificação do processo produtivo. Por vezes, a intensificação tem sido confundida como sendo resultado apenas do uso generoso de insumos e investimentos em máquinas e equipamentos, o que nem sempre resulta nos benefícios idealizados, gerando frustrações e descrença no uso de tecnologia. Na realidade, o processo de intensificação está muito mais relacionado com o nível de adoção e abrangência dos conhecimentos aplicados no gerenciamento do sistema de produção do que com o nível de investimento financeiro ou de utilização de recursos externos (CARVALHO, 2005; Da SILVA; NASCIMENTO Jr., 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 necessidade da aplicação de maior quantidade de insumos ou equipamentos, revelando-se uma alternativa bastante atrativa para a intensificação do processo de produção de maneira equilibrada, sustentável e econômica.

Durante os últimos anos, estudos de manejo do pastejo no Brasil evoluíram e conhecimentos a respeito de respostas de plantas e animais foram adquiridos, permitindo ajustes mais refinados no planejamento e execução de práticas de manejo, as quais, por sua vez, resultaram em aumentos de produção de forragem, desempenho e produtividade animal (Da SILVA; CARVALHO, 2005). No entanto, apesar do uso crescente por pecuaristas desse conhecimento em condições de fazenda com resultados positivos, sua avaliação científica em condições de grande escala em unidades experimentais auto-contidas (mini-fazendas) em estudos planejados exclusivamente para esse propósito é

inexistente, uma vez que experimentos dessa natureza demandam grandes áreas, elevado número de animais, são difíceis de serem executados e têm custos elevados de condução. Para o capim-marandu, que ocupa a maior extensão de pastagens cultivadas do Brasil (BARBOSA, 2006), não existe ainda experimento algum conduzido com essa finalidade, apesar de existirem muitas informações geradas em experimentos de menor escala de observação (piquetes) acerca de como a planta cresce, como é colhida pelo animal em pastejo e o que poderia ser feito para melhorar o desempenho e produtividade animal. Metas de pasto para o manejo do pastejo rotativo dessa importante gramínea forrageira correspondem à altura pré-pastejo de 25 cm (equivalente à condição em que ocorre interceptação de 95% da luz incidente pelo dossel forrageiro durante a rebrotação) e de pós-pastejo de 15 cm (COSTA, 2007; TRINDADE et al. 2007; GIACOMINI et al., 2009a,2009b). Essas metas foram determinadas em uma série de experimentos em escala de piquete e dose única de adubação nitrogenada aplicada durante o período experimental. Nitrogênio pode ser utilizado para acelerar o crescimento das plantas (MESQUITA et al., 2010), mas há implicações para o manejo do pastejo relativas ao correspondente aumento em taxa de lotação e/ou redução do intervalo de pastejo para manutenção das metas de manejo e controle da estrutura do dossel forrageiro (LEMAIRE et al., 2009), resultando na necessidade de tomada de decisões importantes, com impactos sobre as atividades diárias da fazenda e produtividade do sistema.

O objetivo deste estudo foi avaliar, em experimento de larga escala (mini-fazendas auto-contidas), duas estratégias de manejo de pastejo rotativo combinada a dois níveis de aplicação de nitrogênio em capim-marandu durante duas estações de crescimento (2008/2009 e 2009/2010). As estratégias de manejo do pastejo corresponderam à manipulação da eficiência de colheita e/ou utilização da forragem produzida e a adubação nitrogenada foi utilizada como forma de aumentar o contraste entre as estratégias de pastejo avaliadas assim como aumentar a produtividade por meio do aumento da produção de forragem.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Pecuária de corte no Brasil

A pecuária de corte é uma das atividades mais importantes do agronegócio brasileiro, representando cerca de 7,0% do Produto Interno Bruto (PIB) e gerando em torno de 8,5 milhões de empregos diretos e indiretos. Segundo levantamento do CNA (Conselho Nacional da Agricultura), a atividade encerrou 2008 com um crescimento de 9,09% e é responsável por equilibrar o desempenho do agronegócio brasileiro. Em 2008 as exportações mundiais de carne bovina totalizaram 7,5 milhões de toneladas em equivalente-carcaça (TEC), das quais o Brasil exportou 2,2 milhões (Ministério do Desenvolvimento Indústria e Comércio Exterior (MDIC)), o que representa 30 % das exportações mundiais (VALADARES FILHO et al., 2010).

A produção de carne, historicamente, sempre foi uma atividade econômica, social e ambiental de grande importância no contexto do desenvolvimento nacional por suas características de ser extensiva e desbravadora, incorporando à produção econômica novas áreas antes ocupadas por matas e florestas. Desde o período colonial até 1985, quando a área utilizada para pecuária de corte atingiu 179 milhões de hectares (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2010), os aumentos em produção de forragem foram alicerçados quase que exclusivamente no aumento da área utilizada para a atividade pecuária e muito pouco em aumentos em produtividade (kg ha^{-1}). Em 1995, foi possível detectar redução da área utilizada para a atividade (179 para 177 milhões de hectares; IBGE, 2010) acompanhada de incrementos na produção de carne.

As perspectivas para os próximos anos apontam para o crescimento da produção nacional de carnes. Previsões realizadas pelo Ministério da Agricultura e Abastecimento apontam para um crescimento de 2,15% ao ano na produção de carne bovina no Brasil até 2020, alcançando a produção de 9,92 milhões de TEC. Por outro lado, a área ocupada por lavouras deve aumentar e a busca pela

manutenção e preservação de áreas de matas e florestas será uma meta a ser buscada, o que aponta para um crescimento da produção pecuária baseada na intensificação dos sistemas de produção (IBGE, 2010). Essa intensificação do processo produtivo nos próximos anos deve ser conduzida de forma consciente e ajustada às diferentes regiões do país, respeitando não apenas aspectos relacionados com clima e solo mas, também, aqueles relacionados com o homem tais como aspectos sócio-econômicos e culturais (EUCLIDES;EUCLIDES FILHO, 2001) e ambientais, como conservação de mananciais e de áreas de preservação.

Dados atuais mostram que a pecuária de corte já apresenta grande importância sócio-econômica e abrangência nas unidades produtivas, sendo a principal atividade econômica dos estabelecimentos agropecuários no Brasil, uma vez que representa 44% do total de estabelecimentos e 62% da área total, com valor da produção correspondendo a 21,2% da produção agropecuária total (IBGE, 2010). Apesar da redução de 3,0% na área ocupada pela atividade, a produção de carne cresceu no período de 1996 a 2006, o que ocorreu principalmente em razão da progressiva inserção do país no mercado mundial de produção de grãos (especialmente soja) acirrando a competição por terras para produção agropecuária e intensificação da pecuária (IBGE, 2010).

No entanto, a pecuária extensiva continua sendo o modelo predominante de produção de gado no país (IBGE, 2010), basicamente suportado pela produção animal em pasto. As pastagens são utilizadas como alimentação exclusiva de aproximadamente 90% do rebanho bovino nacional (ANUALPEC, 2009), este com 172 milhões de cabeças segundo Censo Agropecuário 2006 ou 202 milhões de cabeças segundo a Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2010). Atualmente as pastagens ocupam 48% dos 354 milhões de hectares existentes no país, constituindo o principal uso da terra, seguido de matas e florestas (27%) e lavouras (21%).

Dos 174 milhões de hectares ocupados por pastagens no Brasil (IBGE, 2010), aproximadamente 70% são constituídos de pastagens cultivadas, a maior parte deles ocupada por gramíneas do gênero *Brachiaria* (BARBOSA, 2006). Do total da área ocupada por pastagens, estima-se que 60 milhões de hectares sejam

formados pela *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu o capim-marandu, que representa 65% da área plantada na região Norte e 50% na região Centro-Oeste (BARBOSA, 2006). Essa gramínea proporcionou um diferencial no sistema produtivo nacional por causa de suas características agronômicas e sua grande aceitação pelos produtores. Por essas razões é de fundamental importância o uso de outras plantas forrageiras evitando áreas de monocultura desse cultivar, bem como estudos detalhados sobre essa gramínea forrageira buscando seu entendimento e melhor utilização.

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 - Zimbabwe, 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 mais uma alternativa aos pecuaristas brasileiros (NUNES et al., 1985; RENVOIZE et al.,1996). 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. 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 35ºC, sendo a mínima para crescimento de 15ºC, embora tolere geada. Apresenta reduzida tolerância ao sombreamento, desenvolvendo-se abundantemente a sol pleno (GHISI; PEDREIRA, 1987).

No entanto, esse cultivar é considerado intolerante a condições de alagamento dos solos (DIAS-FILHO;CARVALHO, 2000), podendo causar sérios prejuízos na produção de carne em regiões mais propícias ao encharcamento dos solos onde a “morte súbita” do capim-marandu tem ocorrido (BARBOSA, 2006). Plantas sensíveis ao alagamento apresentam sintomas principalmente resultantes da hipoxia ou anoxia das raízes, sendo os mais comuns a abscisão de folhas, flores e frutos, clorose das folhas, diminuição da massa de raízes, redução no

crescimento em altura, inibição da formação de primórdios foliares e redução da expansão foliar, podendo resultar em morte da planta (DIAS-FILHO, 2006).

2.2 Manejo do pastejo em gramíneas tropicais

A manipulação do processo de utilização da forragem produzida é feita por meio do manejo do pastejo, sendo que o planejamento e a implementação dessas práticas necessitam de conhecimento aprofundado acerca das relações entre plantas e animais e de suas respostas a regimes de desfolhação, informações essas essenciais para a idealização de estratégias de pastejo bem sucedidas (Da SILVA; CORSI, 2003). O manejo do pastejo, caracterizado pela intensidade e freqüência de desfolhação imposta à pastagem, deve ser dimensionado para cada planta forrageira, respeitando seus requerimentos 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 controle e 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 Jr. 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, 1999b, 2001; CARNEVALLI et al., 2001a, 2001b; CARVALHO et al., 2000a, 2000b; PINTO et al., 2001; SBRISSIA et al., 2001), de *Panicum*, como o Mombaça (CARNEVALLI et al., 2006; CÂNDIDO et al., 2005; Da SILVA et al., 2009) e o Tanzânia (BARBOSA et al., 2007; DIFANTE et al., 2009a,2009b), *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; SARMENTO, 2003; ANDRADE, 2003; MOLAN, 2004; SBRISSIA, 2004; SBRISSIA et al., 2010) e sob lotação intermitente (ZEFERINO, 2006; SOUZA Jr., 2007; SARMENTO, 2007; TRINDADE, 2007; TRINDADE et al., 2007, GIACOMINI, 2007; GIACOMINI et al., 2009a, 2009b).

Hodgson e Da Silva (2002) apontaram algumas alternativas de manejo para plantas forrageiras tropicais dos gêneros acima 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 Jr. 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 de ampla capacidade de adaptação às condições de ambiente variáveis. Para tanto, o acúmulo de forragem deve ser preferencialmente de folhas relativamente a colmos 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.

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 como a um período de descanso de 28 a 42 dias (4 a 6 semanas) (GERDES et al., 2000a, 2000b; OLIVEIRA et al., 2005; BRAGA et al., 2006, 2007) e resíduo de 10 a 30 cm quando sob lotação

intermitente (e.g. 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, 2000b; OLIVEIRA et al., 2005; BRAGA et al., 2006, 2007), o que pode gerar variações em 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 para ofertas diárias de forragem de 5 e 20%, respectivamente (BRAGA et al., 2006). Variações em 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 Jr., 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 sua área foliar e se preparam para um 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 essa disponibilidade 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 possui sérias limitações, uma vez que, dependendo da velocidade de crescimento das plantas, pode ocorrer 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 colmos e de material senescente muito baixos. No entanto, a partir do momento em que o dossel intercepta 95% da luz incidente, ocorre estabilização e, em seguida, redução da taxa de acúmulo de folhas e aumento expressivo na taxa de acúmulo de colmos e de material senescente, de forma que 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 colmos e de material morto. Por outro lado, períodos de descanso muito curtos reduzem a produção de forragem e, conseqüentemente, a produção animal (BARBOSA et al., 2007; DALE et al., 2008). Em pastos de capim-tanzânia que tiveram interrompido seu período de rebrotação quando a interceptação de luz pelo dossel forrageiro atingiu 90%, ocorreu diminuição da produção de forragem relativamente àqueles pastos cuja rebrotação foi interrompida aos 95% de IL, pois não havia área foliar suficiente para aproveitar toda a luz incidente limitando o processo de crescimento (BARBOSA et al., 2007).

A condição em que o pasto intercepta 95% da luz incidente tem apresentado elevada correlação com certas características estruturais do dossel, particularmente a altura pré-pastejo. A manipulação da freqüência de desfolhação por meio do uso de intervalos de pastejo variáveis é, portanto, a forma mais efetiva de promover ajustes na composição morfológica e valor nutritivo da forragem produzida (Da SILVA;CORSI, 2003).

Carnevalli et al. (2006) e Barbosa et al. (2007) 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 para capim-mombaça e 70 cm para capim-tanzânia, independentemente do resíduo pós-pastejo adotado, e resultou em maior produção de forragem, com elevada proporção de folhas e valor nutritivo da forragem produzida (BUENO, 2003), além de alta eficiência de pastejo (Da SILVA et al., 2009; DIFANTE et al., 2009b). Para capim-marandu as metas de 95 e 100% de IL pelo dossel estiveram relacionadas, independentemente da altura de resíduo avaliada, às alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm, respectivamente (ZEFERINO, 2006; SARMENTO, 2007; SOUZA Jr., 2007; TRINDADE et al., 2007; GIACOMINI et al., 2009a, 2009b). Esses autores avaliaram diversas variáveis morfogênicas, de estrutura do dossel forrageiro e de comportamento ingestivo dos animais em pastejo em capim-marandu sob pastejo rotativo, porém as respostas

animais relacionadas a ganho de peso, taxa de lotação e produção por unidade de área não puderam ser mensuradas devido a restrições de tamanho da área experimental utilizada.

Por outro lado, a intensidade de desfolhação, que pode ser caracterizada por características estruturais do dossel como a altura pós-pastejo, por exemplo, e sua manipulação, 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 severos (baixos) proporcionaram maior renovação de tecidos (aparecimento e morte de perfilhos), pequena variação em densidade populacional de perfilhos relativamente a cortes menos severos (altos), os quais proporcionaram 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 (DIFANTE et al., 2008) em capim-marandu. 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 e de folhas durante o período de rebaixamento dos pastos (TRINDADE et al., 2007). Resultou, também, em maior ganho de peso diário de novilhos de corte (COSTA, 2007), sugerindo ser essa a altura mais adequada de resíduo para 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. Devido às dificuldades de financiamento e condução de experimentos de maior dimensão em escala de produção, esse tipo de estudo é normalmente realizado com poucas (DIFANTE et al., 2009a, 2009b) ou nenhuma repetição, o que pode limitar as inferências feitas a partir dos resultados obtidos.

2.3 Adubação nitrogenada como ferramenta de intensificação do processo produtivo

A adubação nitrogenada aumenta o acúmulo de forragem, pois afeta o ritmo morfogênico das gramíneas (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996), principalmente as tropicais, como o capim-mombaça (LAVRES; MONTEIRO, 2003); capim-aruana (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; MESQUITA et al., 2010). A elevação da dose de N aplicada aumenta o comprimento médio das folhas devido à maior taxa de alongamento foliar (ALEXANDRINO et al., 2004; MARTUSCELLO et al., 2005; RODRIGUES et al., 2008; PEREIRA, 2009), assim como aumenta o número de folhas vivas por perfilho (ALEXANDRINO et al., 2004; MARTUSCELLO et al., 2005; PEREIRA, 2009), a densidade populacional de número de perfilhos (LAFARGE, 2006; BATISTA; MONTEIRO, 2007, CAMINHA et al., 2010) assim como o tamanho dos mesmos (ALEXANDRINO et al., 2004).

A densidade populacional de perfilhos 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 (SARMENTO 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 (SARMENTO et al., 2005; LAFARGE, 2006) dependendo do intervalo de pastejo utilizado.

Com aumento das doses de N e aumento das taxas de acúmulo de folhas pode haver aumento correspondente em taxa de senescência foliar,

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. O uso eficiente da forragem produzida depende do equilíbrio entre otimizar a interceptação de luz pelas folhas existentes e colher o tecido foliar antes que ele se torne senescente. Para tanto, o momento ideal de colheita da folha seria imediatamente antes do início de sua senescência, o que corresponde aproximadamente ao ponto de máxima taxa média de acúmulo de forragem (PARSONS et al., 1988; LEMAIRE et al., 2009). 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; SARMENTO et al., 2005).

Cadish et al. (1994) estimaram que o déficit anual de N em gramíneas tropicais cultivadas em solos de Cerrado (Latossolos) varia de 60 a 100 $kg.ha^{-1}$. 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^{-1} ano^{-1} de N foi suficiente para manter a produção de forragem estável por 3 anos e, após esse período, tornou-se necessário elevação da dose para 100 kg $ha^{-1}ano^{-1}$ 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 no sistema é comprometida pela distribuição desuniforme e pelas elevadas perdas ocorridas nas dejeções dos animais, esgotamento do N do sistema, elevado requerimento desse nutriente associado a 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^{-1} ano^{-1} para o capim-braquiária (FAGUNDES et al., 2005) e de 70 a 210 kg ha^{-1} ano^{-1} 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 nitrogênio e 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 ha^{-1} ano^{-1} 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^{-1} ano^{-1} 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 de peso diário dos animais, pois este é função do consumo que, por sua vez, é influenciado pela massa do bocado, variável essa muito sensível a variações em estrutura, principalmente altura do dossel forrageiro (STOBBS, 1973; COSGROVE, 1997). Nos trabalhos realizados em pastos de azevém perene (MAXWELL et al. 1998) e pastos consorciados de azevém perene e trevo-branco (SIBBALD et al., 2004) o aumento das doses de nitrogênio não resultou em elevação do ganho de peso diário (kg animal dia^{-1}) dos animais em pastejo, no entanto a maior quantidade de nitrogênio causou maior acúmulo de forragem o que possibilitou incremento na taxa de lotação, resultando em maior produtividade animal (kg ha^{-1}).

A aplicação de N influencia a maior produção de forragem, o que em pastos mantidos sob condições de estrutura controlada, causa aumentos proporcionais na taxa de lotação (WADE, 1991; LEMAIRE et al., 2009). Como a proporção da folha ou perfilho retirada em cada evento de desfolhação é proporcional ao tamanho inicial do perfilho, quanto maior a frequência de desfolhação de perfilhos individuais maior será a oportunidade de consumo do tecido foliar antes que ele entre em senescência, ou seja, maior proporção do tecido foliar será colhida durante a duração de vida da folha. Mazzanti e Lemaire (1994) avaliaram o efeito da aplicação de nitrogênio na freqüência de desfolhação de pastos de *Festuca arundinacea,* planta forrageira de clima temperado, sob lotação contínua e IAF constante, e relataram que os pastos que receberam maiores doses de N tiveram maior produção de forragem e maiores taxas de lotação, necessárias para manter as metas de altura do dossel forrageiro (IAF constante). Dessa forma, houve aumento proporcional da freqüência de desfolhação nos pastos que receberam maiores doses de N. Para capim-

marandu, planta forrageira de clima tropical, manejada sob lotação contínua e pastos mantidos constantemente a 30 cm de altura, incrementos na dose de N (0, 150, 300 e 450 kg ha^{-1}) resultaram em aumento da produção de forragem (MESQUITA, 2008), da taxa de lotação e da freqüência de desfolhação de perfilhos individuais, porém não resultaram em maior eficiência de utilização da forragem produzida em função da redução da duração de vida da folha (GUARDA, 2010).

O padrão de aplicação de N durante a estação de crescimento pode influenciar a distribuição do suprimento de forragem ao longo do ano, alterando a necessidade de uso de suplementos, o desempenho individual dos animais e a produção total do sistema. Aplicações de N no final do período de águas podem elevar a produção animal (WERNER,1986; 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 agronômica de utilização do fertilizante aplicado nessa época (FAGUNDES et al., 2005). No entanto, Ferris et al. (2008) apontaram para a tendência de redução do 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 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 pelas quais mais estudos são necessários

como forma de permitir a geração do conhecimento e favorecer o planejamento de estratégias de pastejo eficientes e sustentáveis.

2.4 Objetivos

Avaliar o acúmulo de forragem, as perdas por pastejo, o ganho de peso médio diário por animal e o ganho de peso por unidade de área de novilhos Nelore em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada em experimento de larga escala (sistema de produção) baseado no uso de unidades gerenciais auto-contidas (mini-fazendas).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1 Espécie Vegetal

A espécie avaliada foi a *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. cv. Marandu, que é classificada na divisão *Magnoliophyta*; classe *Liliopsida*; subclasse *Commelinidae*; ordem *Cyperales*; família *Poaceae* (CRONQUIST, 1988); subfamília *Panicoideae*; Tribo *Panicodae*; subtribo *Paniceae*; gênero *Brachiaria*; espécie *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) (NUNES et al., 1985). Essa espécie possui diversas denominações regionais como brizantão, brizantha, braquiarão, capim-marandu, capim-ocinde e marandu (RENVOIZE et al., 1996), sendo que deste ponto em diante do texto será denominada capim-marandu.

3.1.2 Local e solo da área do experimento

O experimento foi realizado no Instituto de Zootecnia (IZ) de Nova Odessa, pertencente à Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), órgão subordinado à Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, em área de pastagem de capim-marandu estabelecida em 1995. A referida área situa-se no município de Nova Odessa, SP, nas coordenadas geográficas aproximadas de 22º 42’ de latitude sul, 47º 18’ de longitude oeste e 528 m de altitude. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (EMBRAPA, 1999). Antes do início do período experimental foram realizadas amostragens de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade para cada unidade experimental (módulo de 6 piquetes de 5.000 m^2 cada) dentro de cada um dos quatro blocos, totalizando 16 amostras. Os resultados da análise química das amostras indicaram valores baixos de pH e teor de fósforo, e teor

mediano de potássio (Tabela 1) em relação aos requerimentos nutricionais do capim-marandu (WERNER et al., 1996).

Tabela 1 - Resultados da análise química do solo na área experimental na profundidade de 0-20 cm

Local	pH	M.O.	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
	($CaCl_2$)	g/dm^3	Mg/dm^3				mmol$_c$/dm^3			%
Bloco 1	4,4	32,0	1,8	1,7	13,3	9,3	37,3	24,2	61,4	41,0
Bloco 2	4,5	36,5	1,3	2,7	18,3	11,8	42,0	32,7	74,7	43,5
Bloco 3	4,6	36,0	1,8	2,5	16,5	12,0	42,5	31,0	73,5	42,0
Bloco 4	4,6	44,3	1,5	1,5	11,5	8,8	41,3	21,7	63,0	32,5

3.1.3 Clima e dados climáticos durante o experimento

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é caracterizado como mesotérmico úmido, subtropical de inverno seco, tipo Cwa, com temperaturas médias inferiores a 18ºC no mês mais frio e superiores a 22ºC na época mais quente (BRASIL, 1960). A precipitação pluviométrica média anual no município é de 1270 mm, com cerca de 30% concentrados no período de maio a setembro. Os dados climáticos durante o período em que foi realizado o experimento foram coletados na Estação Meteorologia Automática (EMA) localizada a 4,0 km da área experimental (Figuras 1, 2 e 3). O extrato do balanço hídrico mensal do solo foi calculado considerando-se uma capacidade de armazenamento de água (CAD) de 40 mm (Figura 4).

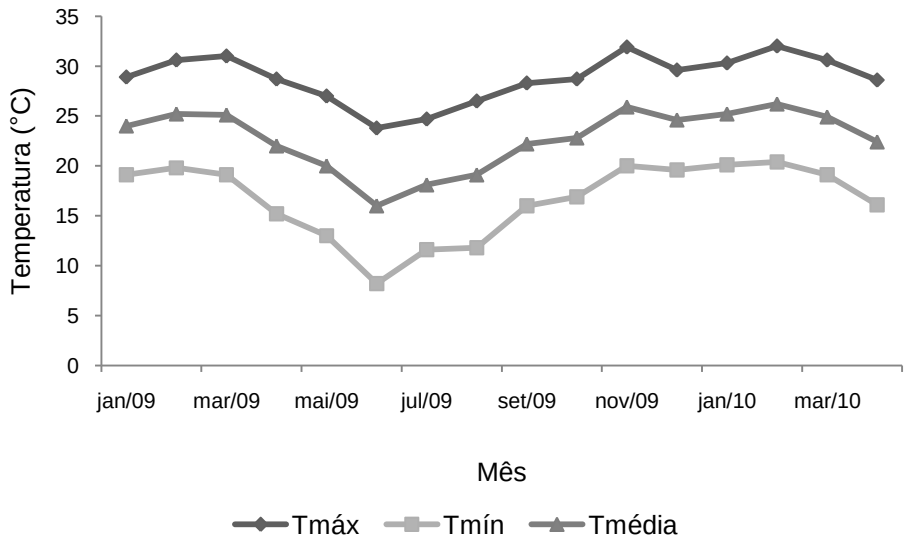


Figura 1 – Médias mensais de temperatura do ar de janeiro de 2009 a abril de 2010

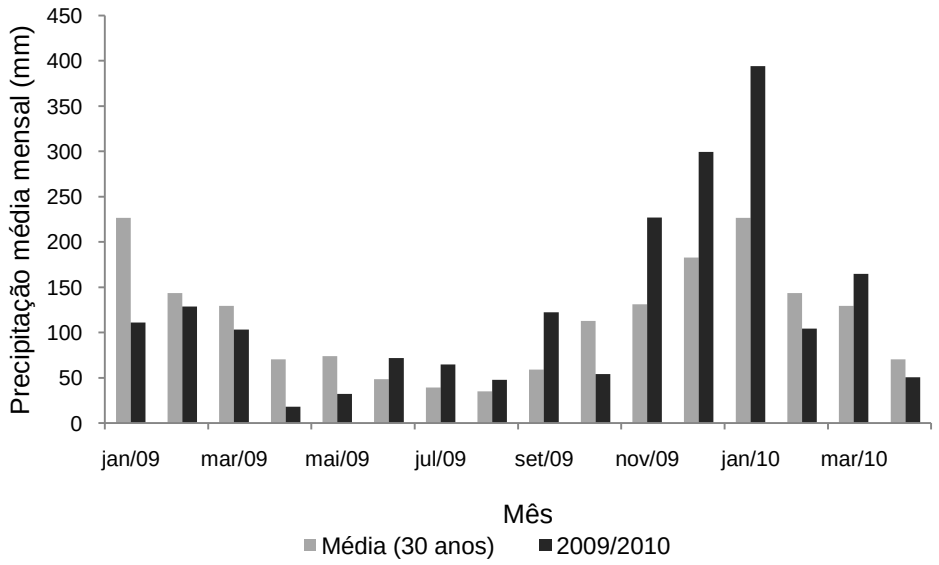


Figura 2 – Precipitação média durante o período experimental comparada com a média histórica de 30 anos (1968 a 1990 e 2000 a 2008)

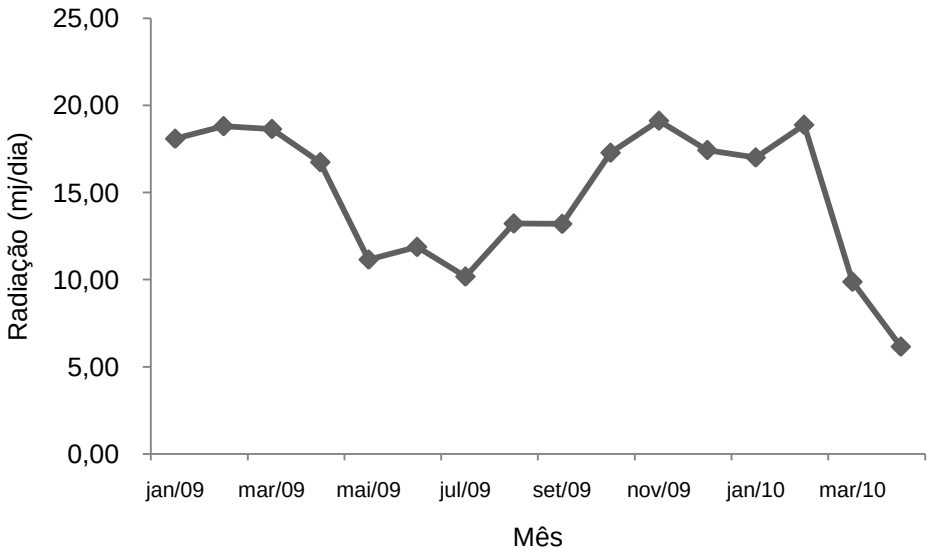


Figura 3 – Radiação solar média de janeiro de 2009 a abril de 2010

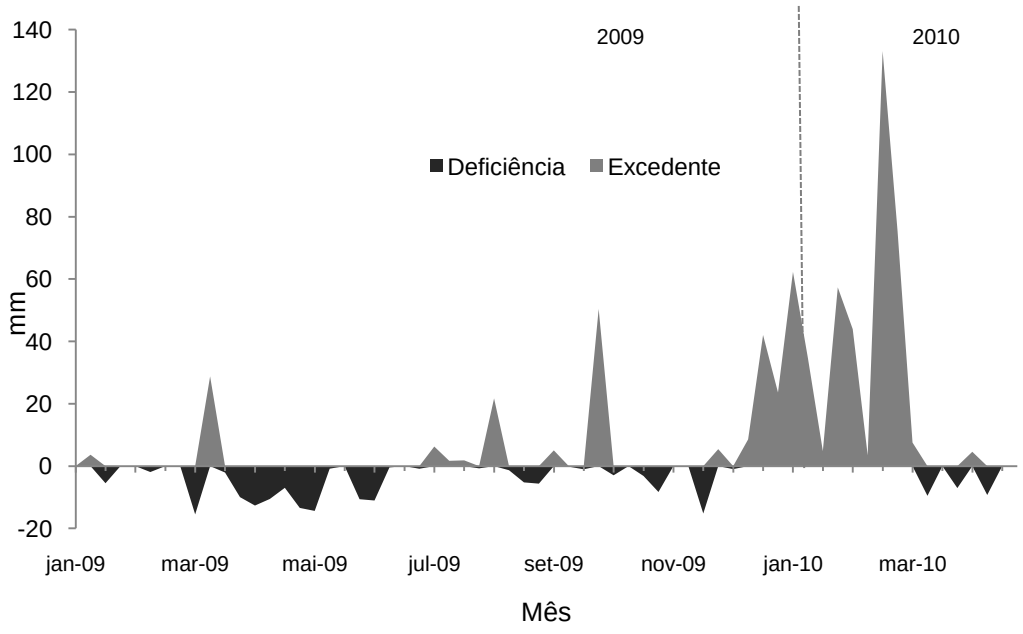


Figura 4 – Extrato do balanço hídrico decendial mensal na área experimental de janeiro de 2009 a abril de 2010

3.1.4 Animais

Ao longo do experimento foram utilizados 420 bovinos machos, em

crescimento, da raça Nelore com idade média de 18 a 24 meses e peso corporal médio inicial de 320 kg, todos oriundos de parcerias com pecuaristas. Destes, foram selecionados 48 animais com peso corporal médio de 327 kg, os quais foram alocados três a três às unidades experimentais (módulos de seis piquetes de 5.000 m^2 cada) de forma que a média de peso dos três animais fosse praticamente a mesma para cada unidade experimental. Estes foram os animais utilizados para mensuração do ganho de peso. O restante do lote foi mantido em área reserva com pasto do mesmo cultivar, e foram utilizados como animais reguladores de carga todas as vezes que houve necessidade de ajuste na taxa de lotação com objetivo de manter as metas de manejo especificadas para os tratamentos experimentais.

3.2 Métodos

3.2.1 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos corresponderam a combinações entre dois intervalos de pastejo e duas doses de aplicação de nitrogênio. Os intervalos de pastejo corresponderam ao período de tempo necessário para que o dossel forrageiro atingisse 25 e 35 cm de altura durante a rebrotação, condições correspondentes a 95 e 100% de interceptação da luz incidente (IL) pelo dossel forrageiro conforme resultados de série anterior de experimentos análogos com a mesma planta forrageira (e.g. TRINDADE et al., 2007; GIACOMINI et al., 2009a,2009b). Para as metas de altura pré-estabelecidas foi permitida uma variação de 5,0% no momento da entrada dos animais, de forma a dar flexibilidade logística nas mini-fazendas. As doses de aplicação de nitrogênio corresponderam a 50 e 200 kg ha^{-1}.ano, doses consideradas suficientes para manutenção (CADISH et al.,1994; WERNER et al.,1996) e para produção (FAGUNDES et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2005), respectivamente. Os tratamentos foram alocados às unidades experimentais segundo arranjo fatorial 2x2 e delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições, sendo utilizadas as seguintes

denominações: 25/50, 25/200, 35/50 e 35/200. Para todos os tratamentos a meta de altura pós-pastejo (resíduo) foi única de 15 cm. Cada unidade experimental (UE) foi constituída de um módulo de seis piquetes de 5.000 m^2 cada, nos quais o lote de três animais-teste permaneceu em pastejo durante todo o período experimental. Dessa maneira, cada UE teve uma área total de 30.000 m^2 ou 3,0 hectares (Figura 5), e correspondeu a uma mini-fazenda. Considerando-se os quatro tratamentos e as quatro repetições (blocos), a área experimental teve um total de 48 ha divididos em 96 piquetes de 0,5 ha cada (Figura 6). Uma área reserva de 20 ha de capim-marandu foi utilizada para manutenção dos animais reguladores de carga quando não havia necessidade de sua entrada nas unidades experimentais para fins de ajuste de taxa de lotação.

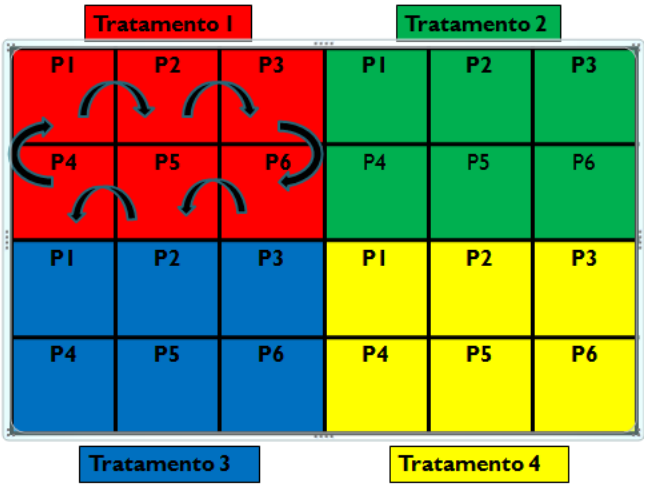


Figura 5 – Croqui de um bloco, seus quatro tratamentos e cada unidade experimental (mini-fazendas) com seis piquetes

Figura 6 – Vista geral da área experimental

3.2.2 Instalação das condições experimentais e imposição dos tratamentos

A preparação da área experimental para o experimento foi realizada por meio de pastejo no período de agosto a outubro de 2008 para remoção da maior parte possível da forragem existente na área, seguido de roçada para uniformização da mesma. Esta começou a ser realizada em outubro à medida que os pastejos, realizados bloco a bloco, iam sendo terminados, e se estendeu até dezembro de 2008 por ocasião do término do pastejo do último bloco. A roçada foi feita utilizando-se roçadora de arrasto em altura de corte aproximada de 20 cm. A partir de novembro de 2008, com o primeiro bloco já roçado e em fase rebrotação, teve início o procedimento de monitoramento das condições experimentais por meio de mensurações da altura do dossel forrageiro. A partir desse período, pastos que atingiam a meta de altura pré-pastejo (25 ou 35 cm, conforme o tratamento) recebiam um lote de animais para pastejo até que a meta de altura pós-pastejo fosse atingida e/ou decisão acerca da mudança de piquete tomada.

Como forma de adequação da área experimental, os piquetes originalmente divididos em áreas de 1,0 ha cada foram subdivididos por meio de cerca elétrica em unidades de 0,5 ha aproveitando os bebedouros já existentes, divisão feita com objetivo de reduzir o período de ocupação em cada piquete e permitir maior flexibilidade de manejo em cada uma das mini-fazendas. A confecção da cerca elétrica foi iniciada em janeiro de 2009 e finalizada em início de março de 2009.

3.2.3 Monitoramento das condições experimentais, adubação e tratos culturais

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) ao longo de linhas transectas pré-definidas cobrindo toda a área de cada um dos 96 piquetes em pré e pós-pastejo (100 leituras por piquete). Além dessas medições, durante o intervalo de rebrotação, a altura do dossel forrageiro foi mensurada a partir da tomada de 100 leituras/piquete, quando necessário, para aferir o crescimento do pasto e planejar o ajuste de taxa de lotação.

A meta de altura pós-pastejo de 15 cm foi utilizada como um valor de referência que representava a menor altura de resíduo a ser permitida, uma vez que por vezes houve a necessidade de acelerar a rotação dos piquetes em resposta ao aumento das taxas de acúmulo de forragem e não disponibilidade de número suficiente de animais para realizar o ajuste necessário em taxa de lotação, o que somente podia ser feito por meio da retirada dos animais dos piquetes com alturas de resíduo maiores que 15 cm. Nas decisões de manejo tomadas, o foco principal foi dado, sempre, às metas de altura pré-pastejo, utilizando-se a meta de pós-pastejo de forma a gerar a flexibilidade necessária no sistema. Nesse contexto, prioridade era dada ao ajuste em taxa de lotação sempre que existia número suficiente de animais. Porém, quando o número de animais não era grande o suficiente, a alternativa foi variar a duração do período de ocupação dos pastos como forma de assegurar que a meta pré-pastejo fosse mantida constante. Nesse contexto, o planejamento da condução de cada mini-fazenda era realizado semanalmente e as decisões tomadas levando-se em consideração a condição do piquete sendo pastejado e aquela dos dois piquetes que seriam pastejados subsequentemente.

A partir dessas prioridades, o manejo dos animais dentro de cada mini-fazenda era feito com base no acompanhamento do crescimento e proximidade da meta de 25 ou 35 cm de altura pré-pastejo, dependendo do tratamento considerado. O monitoramento da altura dos pastos foi realizado diariamente de

forma visual. Dessa maneira, considerando-se os seis piquetes por mini-fazenda e o pasto sendo utilizado, era feita uma previsão do número de dias até que o próximo pasto da seqüência estivesse em condições de receber animais. Essa previsão foi utilizada para definir o período de ocupação do pasto sendo utilizado de forma a assegurar que o término de um piquete coincidisse com a chegada do próximo e assim sucessivamente. Os animais-extra ou reguladores, mantidos na área reserva, foram utilizados para ajustar a taxa de lotação dos pastos de forma a possibilitar que o período de ocupação planejado pudesse ser executado, permitindo que os seis piquetes de cada módulo experimental pudessem ser utilizados em rotação e de forma a representar uma mini-fazenda. Cada uma das 16 mini-fazendas (unidades experimentais) foi manejada de forma independente.

Estabeleceu-se como meta de saturação por bases (V%) o valor de 50% tomando-se por base a recomendação de Werner et al. (1996) para pastos implantados de capim-marandu, o que determinou a necessidade de aplicação de calcário dolomítico na dose de 1,0 $t.ha^{-1}$ nos blocos 1, 2 e 3 e de 1,5 $t.ha^{-1}$ para o bloco 4. Fósforo e potássio foram aplicados de forma associada ao nitrogênio por meio de formulações do tipo N-P-K por ocasião das adubações com esse nutriente (Tabela 2). As adubações nitrogenadas (uréia ou nitrato de amônio) foram realizadas em janeiro (50 kg ha^{-1}) para todos os tratamentos e mais duas aplicações parceladas foram efetuadas nos tratamentos de 200 kg ha^{-1} nos meses de fevereiro e março de 2009 (Tabela 2), após a saída dos animais de cada piquete. Nesse período quando terminava o mês sem que um piquete estivesse na condição pós-pastejo e conseqüentemente adubado, no mês seguinte esse piquete recebia a dose de N correspondente às duas aplicações de uma só vez. Para a estação de águas 2009/2010 as adubações nitrogenadas foram realizadas em novembro/dezembro (50 kg ha^{-1}) e mais duas aplicações parceladas foram efetuadas nos tratamentos de 200 kg ha^{-1} nos meses de janeiro/fevereiro e março/abril de 2009 (Tabela 2). Nesta estação de águas um novo ciclo de adubações nitrogenadas era iniciado apenas quando todos os piquetes dos tratamentos de 200 kg ha^{-1} de N já tivessem sido pastejados e recebido a adubação.

Tabela 2 - Períodos e taxas de aplicação de fertilizantes em capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotacionado de janeiro de 2009 a abril de 2010

Mês	Taxa de aplicação de Nitrogênio ($kg.ha^{-1}$)		Fertilizante
	50	200	
Janeiro/09	50	50	20-05-20 (Uréia)
Fevereiro/09	0	75	Uréia
Março/2009	0	75	Uréia
Novembro/Dezembro/09	50	50	20-05-19 (Nitrato de amônio)
Janeiro/Fevereiro/10	0	75	Uréia
Março/Abril/10	0	75	Uréia

Fórmula Comercial N-P-K

Em alguns piquetes da área experimental, ao fundo, havia uma faixa estreita de plantas de leucena (*Leucaena leococephala* Lam. de Wit) que haviam sido implantadas em experimentos anteriores para avaliação do uso de banco de proteínas. Estas foram roçadas junto com os pastos durante a fase de preparação da área experimental descrita acima e novamente em fevereiro/março de 2009. Após esta última roçada, a rebrotação foi pulverizada com o herbicida Tordon® (2,4-D (ácido diclorofenoxiacético) e picloran (derivado do ácido picolínico)) aplicado na dose de 4,0 litros ha^{-1} do produto comercial entre os dias 13 a 17 de abril de 2009.

3.2 4 Avaliações de campo

Para as demais análises do dossel forrageiro foram pré-determinados 16 piquetes de amostragem em toda a área experimental, um piquete em cada mini-fazenda, no início do experimento. Foram escolhidos piquetes que fossem representativos do conjunto de piquetes que compunham cada uma das unidades experimentais (módulos de seis piquetes), e neles foram realizadas todas as avaliações de plantas durante o período experimental.

3.2.4.1 Interceptação luminosa do dossel forrageiro na condição pré-pastejo

A interceptação de luz pelo dossel forrageiro foi mensurada na condição pré-pastejo nos 16 piquetes de avaliação utilizando-se um aparelho analisador de dossel marca LI-COR, modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA) cujo funcionamento foi descrito por Welles e Norman (1991). Foram utilizadas seis estações de leitura (amostragem) por piquete. Em cada estação eram tomadas uma leitura acima do dossel e cinco no nível do solo, totalizando 5 pontos de leitura acima do dossel e 30 pontos de leitura no nível do solo por piquete, conforme procedimento descrito por Carnevalli et al. (2006). As avaliações de interceptação de luz foram feitas após a estabilização dos pastos aos tratamentos de pastejo impostos durante o final da primavera e segundo verão com o objetivo de avaliar se as metas de altura pré-pastejo estavam correspondendo às condições de 95 e 100% de IL.

3.2.4.2 Massa de forragem e componentes morfológicos

Amostras de forragem foram coletadas nas condições de pré e de pós-pastejo dos piquetes de amostragem a cada ciclo de pastejo por meio do corte da forragem contida no interior de seis armações metálicas de 0,25 x 2,00 m cada por piquete. Estas foram posicionadas em pontos representativos da condição média dos pastos no momento da amostragem (avaliação visual de massa e altura do dossel) e corte realizado no nível do solo utilizando aparadores de cerca viva acionados por geradores de energia elétrica a gasolina. Cada amostra foi sub-dividida em duas sub-amostras, uma para determinação do teor de matéria seca (cerca de 20% da massa de material fresco amostrado) e outra para determinação da composição botânica/morfológica da forragem. As amostras destinadas a determinação do teor de matéria seca foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 ^{o}C até peso constante. As amostras submetidas à separação manual tiveram seus componentes botânicos (capim-marandu e outras espécies) e morfológicos (folhas (lâminas foliares), colmo (bainhas foliares + colmos) e

material morto) separados e submetidos a secagem em estufa de forma análoga às amostras para determinação do teor de matéria seca. A composição botânica/morfológica da forragem foi calculada como porcentagem da massa de forragem dos pastos a partir do peso seco dos componentes botânicos e morfológicos individuais. Os valores de massa de forragem pré e pós-pastejo foram utilizados para calcular o acúmulo de forragem (kg ha^{-1}). As taxas de acúmulo de forragem (kg ha^{-1} dia^{-1}) foram calculadas dividindo-se o acúmulo de forragem pelo número de dias de rebrotação correspondentes. Devido à grande porcentagem e quantidade de material morto nos pastos, conseqüência de seu uso anterior, o acúmulo e taxa de acúmulo de forragem foram calculados utilizando-se apenas os componentes morfológicos folhas e colmos (material vivo).

Amostras de simulação de pastejo utilizando o método descrito por Sollenberger e Cherney (1995) foram coletadas nas condições de pré e de pós-pastejo durante a primavera de 2009 e o verão 2010. Estas foram submetidas ao mesmo procedimento de separação manual em componentes botânicos e morfológicos descrito acima e os valores expressos como porcentagem da massa de forragem.

3.2.4.3 Perdas por pastejo

Com a finalidade de quantificar as perdas por pastejo durante a época de crescimento ativo das plantas forrageiras (primavera 2009 e verão 2010), a cada pastejo eram demarcadas quatro áreas de 1,0 m^2 (1,0 x 1,0 m) cada em pontos representativos da condição média dos pastos no momento da amostragem (avaliação visual de massa e altura) utilizando-se estacas de madeira. Antes da entrada dos animais, a superfície do solo no interior dessas armações era limpa de todo material vegetal separado das plantas, deixando-se o solo totalmente limpo e a terra exposta (Figura 7). Imediatamente após a saída dos animais do piquete todo o material vegetal das áreas demarcadas, caído ou formado por material danificado ainda aderido às plantas, era removido e considerado como material perdido durante o processo de pastejo. Este foi seco em estufa a 65ºC até

peso constante, e o peso seco utilizado para calcular as perdas por pastejo em kg ha^{-1} de MS.

Figura 7 – Áreas do piquete de avaliação limpas para avaliação de perdas por pastejo nas condições de pré-pastejo (à esquerda) e pós-pastejo (à direita)

3.2.4.4 Taxa de lotação, ganho de peso por animal e por unidade de área

Ajustes em taxa de lotação foram feitos de acordo com a necessidade de manutenção das metas de altura pré-pastejo de cada tratamento, assim como da meta de altura pós-pastejo. Os valores de taxa de lotação foram calculados a partir do número de animais que eram adicionados e/ou retirados de cada piquete de cada módulo de avaliação (mini-fazenda) e expressos em UA ha^{-1}. Pesagens de todos os animais utilizados no experimento (teste e reguladores de carga) foram realizadas no início do experimento e a intervalos regulares de 28 dias com a finalidade de avaliar o ganho de peso e fornecer os valores de peso corporal utilizados para o cálculo e ajustes em taxa de lotação. As pesagens foram realizadas pela manhã após jejum de água e alimento de 14 horas. O ganho de peso médio diário (kg $animal^{-1}$ dia) foi calculado por meio da diferença do peso dos animais-teste no início e no final de cada mês, se dividido o resultado pelo número de dias do período entre duas pesagens consecutivas. O ganho de peso animal (GP) por hectare (kg ha^{-1}) foi obtido multiplicando-se o ganho médio diário (GMD) dos animais-teste pelo número de animais mantidos naquela unidade experimental no respectivo período avaliado.

3.2.4.5 Processamento dos dados e análise estatística

Em função dos intervalos variáveis de pastejo para cada tratamento e repetição, conseqüência da forma como os tratamentos foram definidos e da condução independente de cada unidade experimental, os dados foram agrupados em épocas do ano dentro das quais o comportamento das variáveis estudadas era relativamente uniforme, mas que, entre si, representavam mudanças potencialmente importantes em padrões de resposta ao longo do período experimental: Verão 2009 =fevereiro e março de 2009, Outono 2009 = abril a junho de 2009, Inverno 2009 = julho a setembro de 2009, Primavera 2009 = outubro a dezembro de 2009 e Verão 2010= janeiro a abril de 2010.

A análise de variância dos dados, assim agrupados, foi realizada utilizando-se o PROC MIXED do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System), versão 8.2 para Windows® (SAS, 2010). Para escolha da matriz de covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). Os efeitos de altura pré-pastejo, dose de N, época do ano e suas interações foram considerados fixos e o efeito de blocos foi considerado aleatório (LITTEL et al., 2000). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas, quando necessária, realizada por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”), usando o teste “t” de “Student” e um nível de significância de 5%. Para análise dos dados de número total de pastejos, acúmulo total de forragem, perdas totais por pastejo e ganho de peso por área total e foi utilizado o procedimento GLM do mesmo pacote estatístico adotando-se o mesmo nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS

4.1 Altura do dossel forrageiro

Como a altura do dossel nas condições de pré e de pós-pastejo foram utilizadas como variável controle no experimento, os valores registrados ao longo do período experimental serão apresentados utilizando-se estatística descritiva apenas (média e erro padrão da média). De forma geral, os valores de altura pré-pastejo variaram de 24,0 a 27,0 cm (média = 25,2) e 31,9 a 36,9 cm (média = 34,9) para as metas estipuladas de 25 e 35 cm, respectivamente (Figura 8).

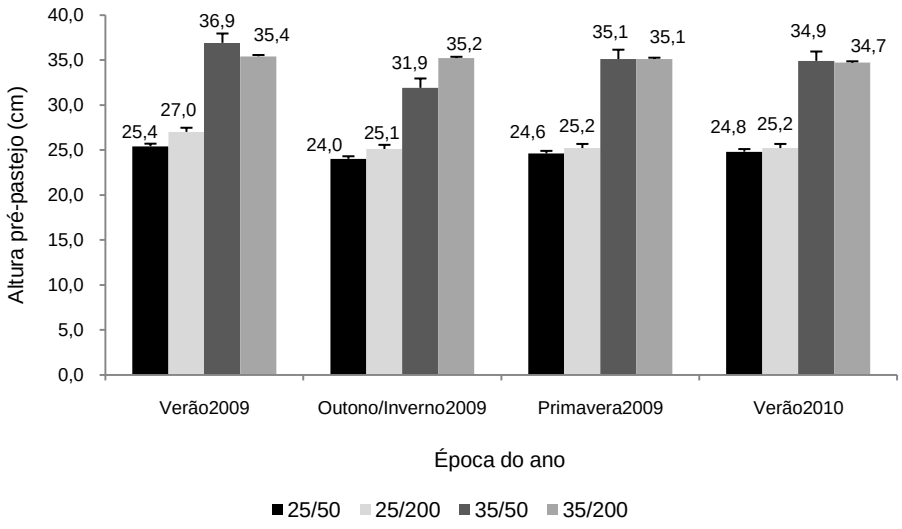


Figura 8 – Altura pré-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

Os valores de altura pós-pastejo variaram de 15,1 a 19,0 cm (média = 15,5) e 27,9 a 15,3 cm (média = 21,6) para a meta mínima estipulada de 15 cm nos pastos manejados a 25 e 35 cm de altura pré-pastejo, respectivamente (Figura 9).

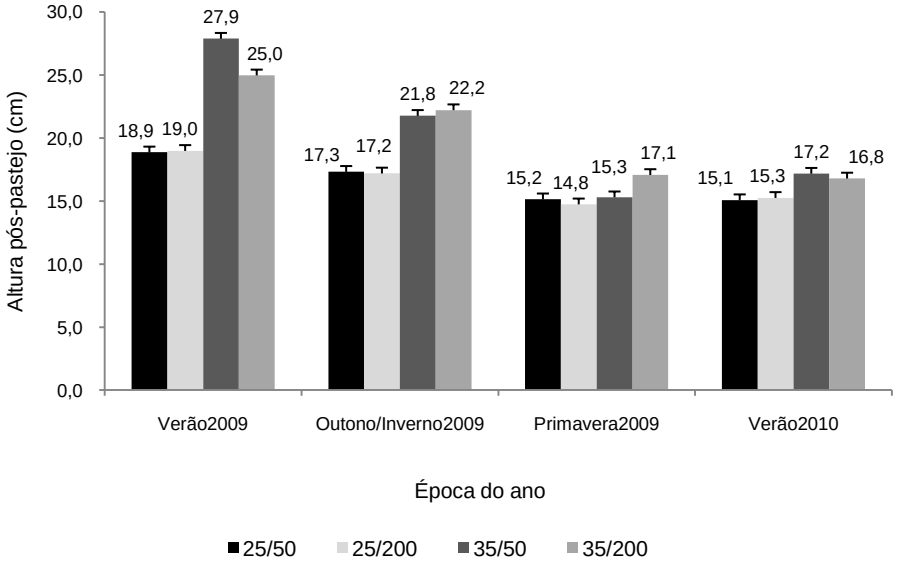


Figura 9 – Altura pós-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

4.2 Número de pastejos, intervalo de pastejo e período de ocupação

4.2.1 Número total de pastejos

O número total de pastejos realizados ao longo do período experimental variou com a altura pré-pastejo (P<0,0001), dose de N (P<0,0001) e com a interação altura pré-pastejo x dose de N (P=0,0028). O maior número foi registrado para o tratamento 25/200 enquanto que o menor foi para o tratamento 35/50 (Tabela 3).

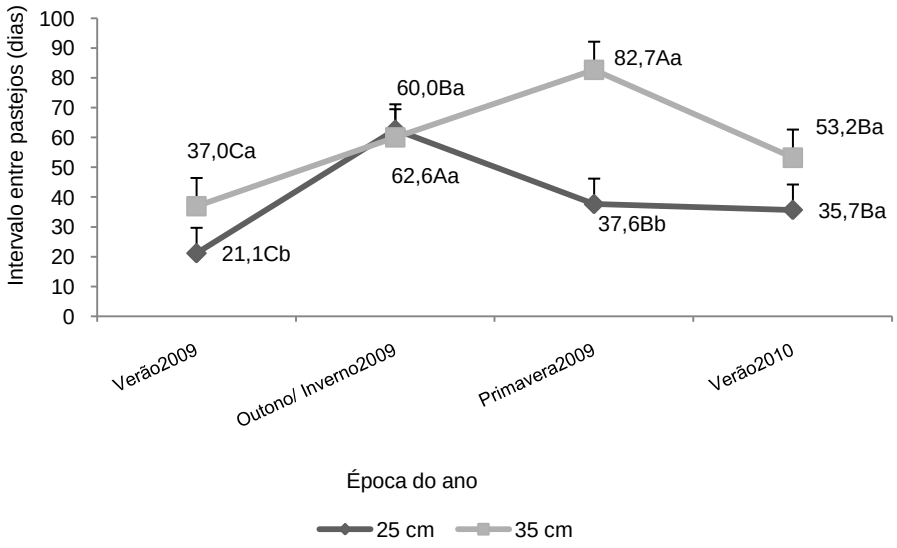
Tabela 3 – Número total de pastejos em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

Dose de N	Altura pré-pastejo (cm)		
(kg ha^{-1})	25	35	Média
50	6,9 Ba	5,1 Bb	6,0 B
	(0,56)	(0,21)	(0,30)
200	9,3 Aa	5,9 Ab	7,6 A
	(0,48)	(0,24)	(0,30)
Média	8,1 a	5,5 b	
	(0,40)	(0,30)	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si (P>0,05)
Números entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média

4.2.2 Intervalo de pastejo

O intervalo de pastejo foi afetado pela altura pré-pastejo (P<0,0001), época do ano (P<0,0001) e interação época do ano x altura pré-pastejo (P<0,0001). Apenas durante o período de outono/inverno 2009 o intervalo de pastejo foi semelhante para as duas alturas pré-pastejo avaliadas. Nas demais épocas do ano, os intervalos de pastejo foram maiores para a altura de 35 relativamente à de 25 cm (Figura 10). Para a altura pré-pastejo de 35 cm os maiores intervalos de pastejo ocorreram na primavera 2009, seguida do outono/inverno 2009 e do verão 2010, sendo os menores valores registrados durante o verão 2009. De forma distinta, para a altura pré-pastejo de 25 cm os maiores intervalos de pastejo ocorreram no outono/inverno 2009, seguido da primavera 2009 e verão 2010, sendo os menores valores registrados durante o verão 2009.



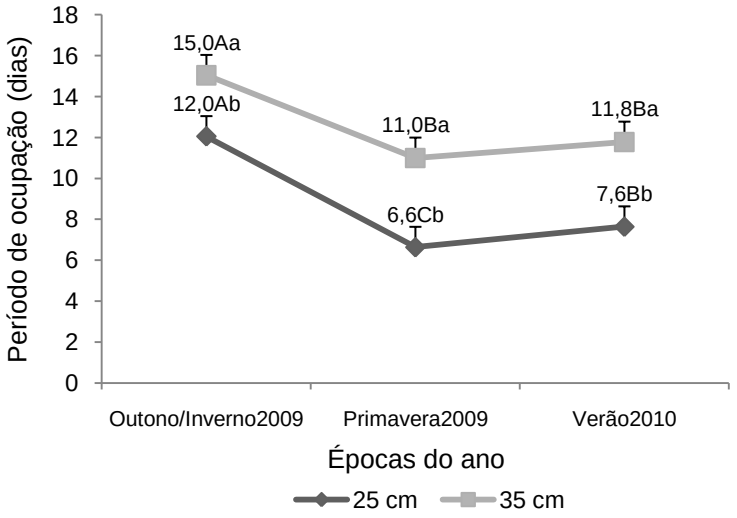
Letras minúsculas comparam efeito de altura pré-pastejo dentro das épocas do ano
Letras maiúsculas comparam efeito de época do ano dentro das alturas pré-pastejo

Figura 10 – Intervalo de pastejo (dias) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril 2010

* Análise realizada em dados transformados LOG10(x)

4.2.3 Período de ocupação dos pastos

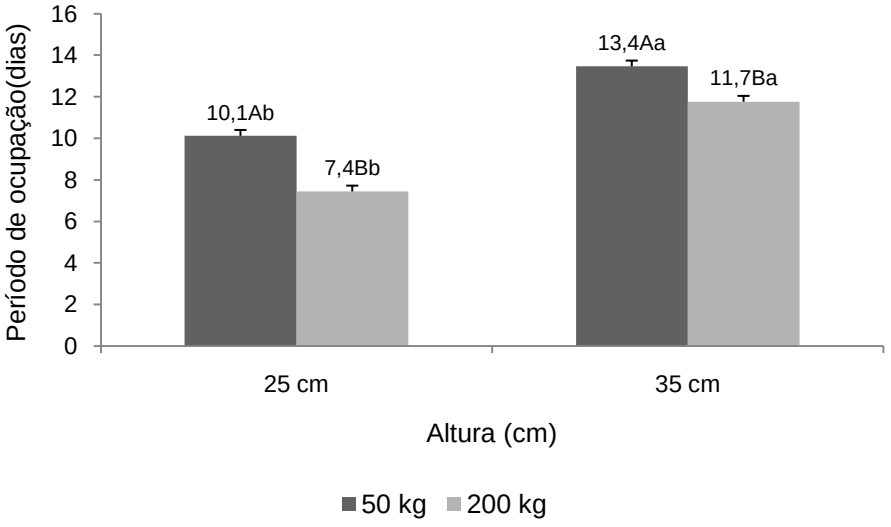
O período de ocupação variou com a altura pré-pastejo (P<0,0001), dose de N (P<0,0001), época do ano (P<0,0001) e com as interações altura pré-pastejo x dose de N (P=0,0008) e época do ano x altura pré-pastejo (P=0,0001). Em todas as épocas do ano avaliadas os pastos manejados com 35 cm de altura pré-pastejo apresentaram períodos de ocupação mais longos que aqueles manejados com 25 cm (Figura 11). A dose de 200 kg ha^{-1} de N contribuiu para reduzir o período de ocupação relativamente à dose de 50 kg ha^{-1} nos pastos manejados com as duas alturas pré-pastejo avaliadas, particularmente a de 25 cm (Figura 12).



Letras minúsculas comparam efeito de altura pré-pastejo dentro das épocas do ano
Letras maiúsculas comparam efeito de época do ano dentro das alturas pré-pastejo

Figura 11 – Período de ocupação (dias) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril 2010

* Análise realizada em dados transformados (1/x)



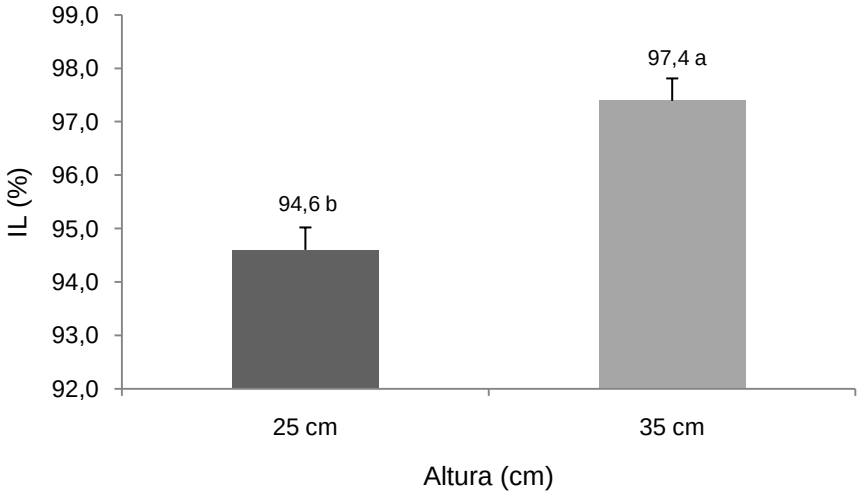
Letras minúsculas comparam médias de altura pré-pastejo dentro de doses de N
Letras maiúsculas comparam médias de doses de N dentro das alturas pré-pastejo

Figura 12 – Período de ocupação (dias) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

* Análise realizada em dados transformados (1/x)

4.3 Interceptação luminosa do dossel forrageiro na condição pré-pastejo

A interceptação luminosa (IL) foi afetada pela altura pré-pastejo (P=0,0013) e época do ano (P=0,0004). Maiores valores de IL foram registrados nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 35 cm (97,4%) relativamente àqueles manejados com a altura de 25 cm (94,6%) (Figura 13). De uma forma geral, maiores valores de IL foram registrados nos pastos durante o verão 2010 relativamente à primavera 2009 independentemente do tratamento de pastejo avaliado (97,3 e 94,7%, respectivamente).



Letras minúsculas comparam médias de alturas pré-pastejo

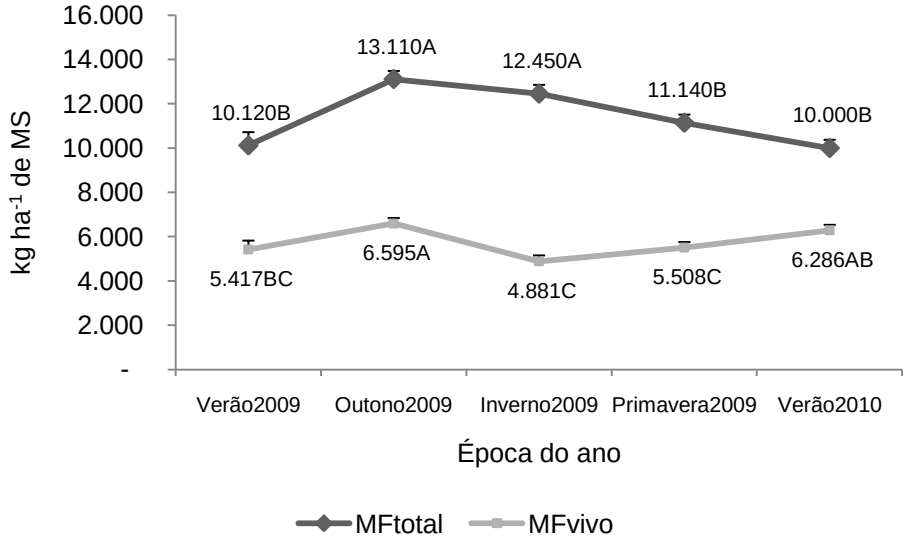
Figura 13 – Interceptação luminosa (%) pelo dossel forrageiro de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril 2010

4.4 Massa de forragem e componentes morfológicos em pré-pastejo

4.4.1 Massa de forragem

A massa de forragem total (MFT) em pré-pastejo variou com a altura pré-pastejo (P<0,0001) e com a época do ano (P<0,0001). Pastos manejados com a

altura pré-pastejo de 35 cm apresentaram maiores valores de MFT (12.700 kg ha^{-1} de MS ± 250 e.p.m.) que pastos manejados com a altura de 25 cm (10.030 kg ha^{-1} de MS ± 158 e.p.m.). Os maiores valores de MFT pré-pastejo foram registrados no outono e inverno 2009 e os menores no verão 2009, primavera 2009 e verão 2010, os quais não diferiram entre si (Figura 14). A massa de forragem de material vivo (MFV) em pré-pastejo também variou com altura pré-pastejo (P<0,0001) e com a época do ano (P<0,0001). Pastos manejados com a altura pré-pastejo de 35 cm apresentaram maiores valores de MFV (6.680 kg ha^{-1} de MS ± 205 e.p.m.) que pastos manejados com a altura de 25 cm (4.800 kg ha^{-1} de MS ± 154 e.p.m.). Maiores valores de MFV foram registrados no outono 2009 e os menores no verão, inverno e primavera de 2009, os quais não diferiram entre si. Valores intermediários foram registrados durante o verão 2010 (Figura 14).

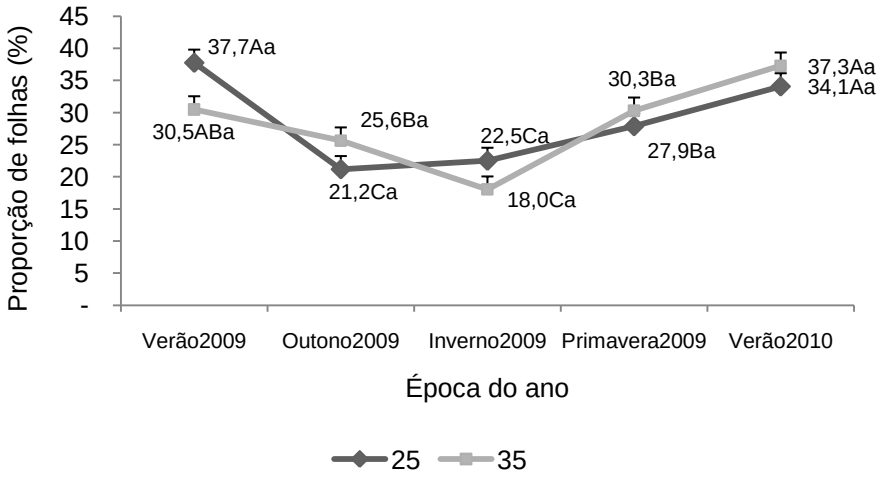


Letras maiúsculas comparam efeito de época do ano

Figura 14 – Massa de forragem pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

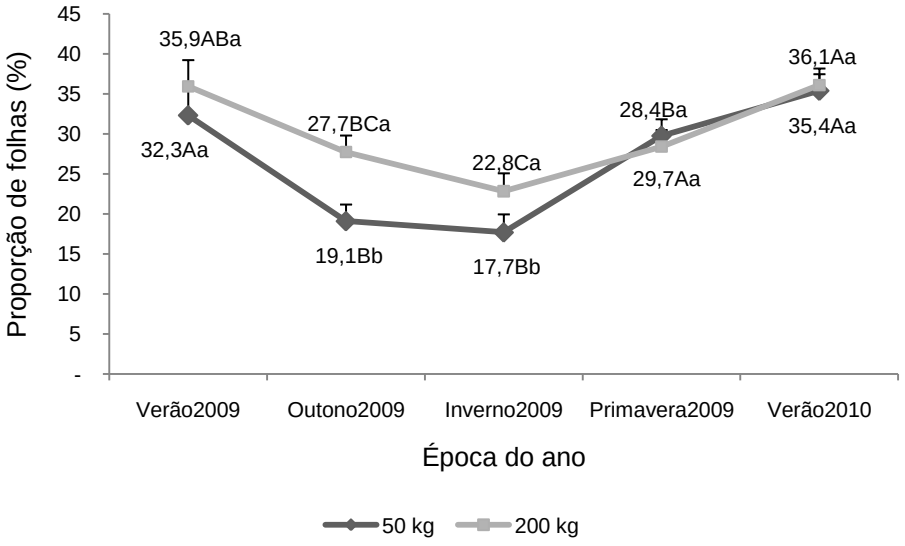
4.4.2 Composição morfológica

A porcentagem de folhas na massa de forragem pré-pastejo variou com a dose de N (P=0,0263), época do ano (P<0,0001) e com as interações época do ano x altura pré-pastejo (P=0,0491) e época do ano x dose de N (P=0,0455). Para altura pré-pastejo de 25 cm, maior porcentagem de folhas foi registrada nos verões 2009 e 2010 seguidos da primavera 2009, com os menores valores registrados no outono e inverno de 2009. Para a altura pré-pastejo de 35 cm a maior porcentagem de folhas foi registrada no verão 2010 seguido do verão 2009, o qual não diferiu do outono e primavera de 2009, sendo o menor valor registrado no inverno 2009 (Figura 15). Durante o outono e inverno 2009 a porcentagem de folhas na massa de forragem pré-pastejo foi maior nos pastos adubados com 200 kg ha^{-1} de N em relação àqueles adubados com 50 kg ha^{-1}. Nas demais épocas do ano não houve diferença entre as doses de N avaliadas. Nos pastos adubados com 200 kg ha^{-1} de N os maiores valores de porcentagem de folhas pré-pastejo foram registrados nos verões 2009 e 2010 e os menores no outono, inverno e primavera de 2009. Nos pastos adubados com 50 kg ha^{-1} de N os maiores valores foram registrados nos verões 2009 e 2010 e o menor no inverno 2009, com valores intermediários registrados durante o outono e a primavera de 2009 (Figura 16).



Letras minúsculas comparam efeito de alturas pré-pastejo dentro das épocas do ano
Letras maiúsculas comparam efeito de época do ano dentro das alturas pré-pastejo

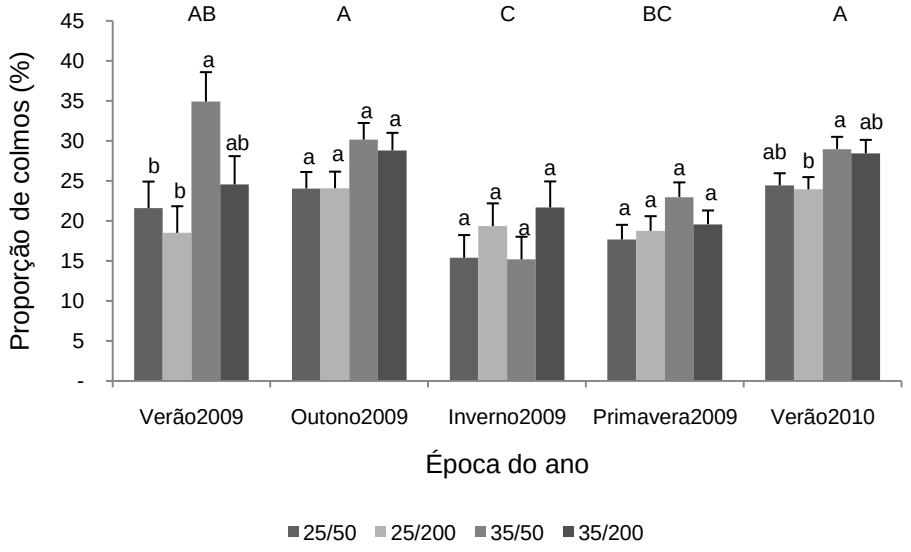
Figura 15 – Porcentagem de folhas na massa de forragem pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas de entrada de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril 2010



Letras minúsculas comparam efeito de dose de N dentro das épocas do ano
Letras maiúsculas comparam efeito de época do ano dentro das doses de N

Figura 16 – Porcentagem de folhas na massa de forragem pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

A porcentagem de colmos variou com a altura pré-pastejo (P=0,0044), época do ano (P<0,0001) e com as interações época do ano x dose de N (P=0,0036) e época do ano x altura pré-pastejo x dose de N (P=0,0343). Dentro dos períodos verão 2009 e 2010 houve diferença entre os tratamentos para proporção de colmos, com os maiores valores sendo registrados para o tratamento 35/50 (38,9 e 29,0 para verão 2009 e verão 2010, respectivamente) e os menores para o tratamento 25/200 (18,5 e 23,7 para verão 2009 e verão 2010, respectivamente) sem, no entanto, diferir de 25/50 e 35/200 (Figura 17). Nas demais épocas do ano não houve diferença entre os tratamentos (Figura 17).

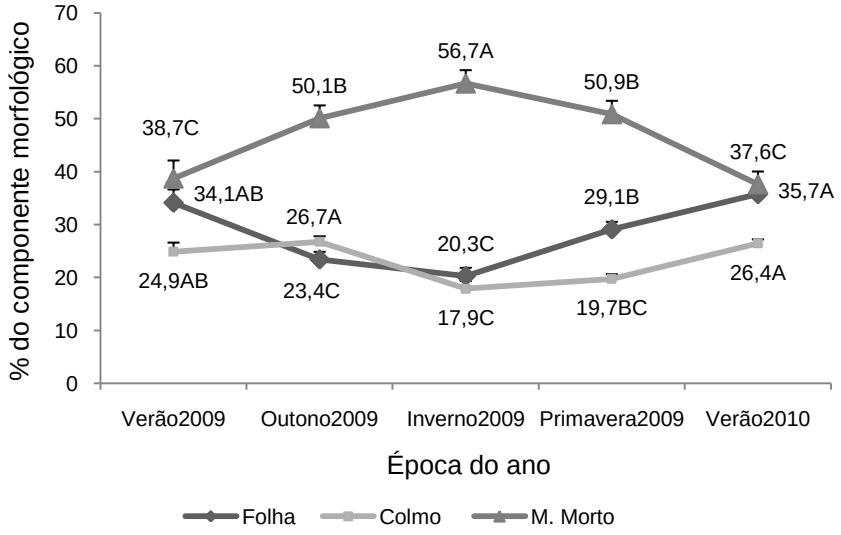


Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro das épocas do ano
Letras maiúsculas comparam médias de épocas do ano

Figura 17 – Porcentagem de colmos na massa de forragem pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

A porcentagem de material morto variou com a altura pré-pastejo (P=0,0234) e época do ano (P<0,0001). Pastos manejados a 25 cm de altura pré-pastejo apresentaram maior porcentagem de material morto que pastos manejados a 35 cm (50,5% ± 1,78 e.p.m. e 43,1% ± 2,05 e.p.m.,

respectivamente). De forma geral, maiores valores de porcentagem de material morto na massa de forragem pré-pastejo foram registrados no inverno 2009, sendo os menores registrados durante os verões 2009 e 2010. Valores intermediários foram registrados durante o outono e a primavera de 2009 (Figura 18).



Letras maiúsculas comparam efeito de época do ano dentro de cada componente morfológico

Figura 18 – Porcentagem dos componentes morfológicos na massa de forragem pré-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

4.5 Massa de forragem e componentes morfológicos em pós-pastejo

4.5.1 Massa de forragem

A massa de forragem total (MFT) pós-pastejo variou com altura pré-pastejo (P=0,0020), época do ano (P<0,0001) e com a interação época do ano x altura pré-pastejo (P=0,0151). Durante o outono e inverno 2009 pastos manejados a 35 cm de altura pré-pastejo apresentaram maiores valores de MFT que pastos manejados a 25 cm (Tabela 4). Para a altura pré-pastejo de 25 cm, maiores valores de MFT foram registrados durante o outono e o inverno 2009 e menores

nos demais períodos. Para a altura pré-pastejo de 35 cm, maiores valores de MFT foram registrados durante o outono 2009, seguidos daqueles registrados no inverno 2009 verão 2010 (Tabela 4).

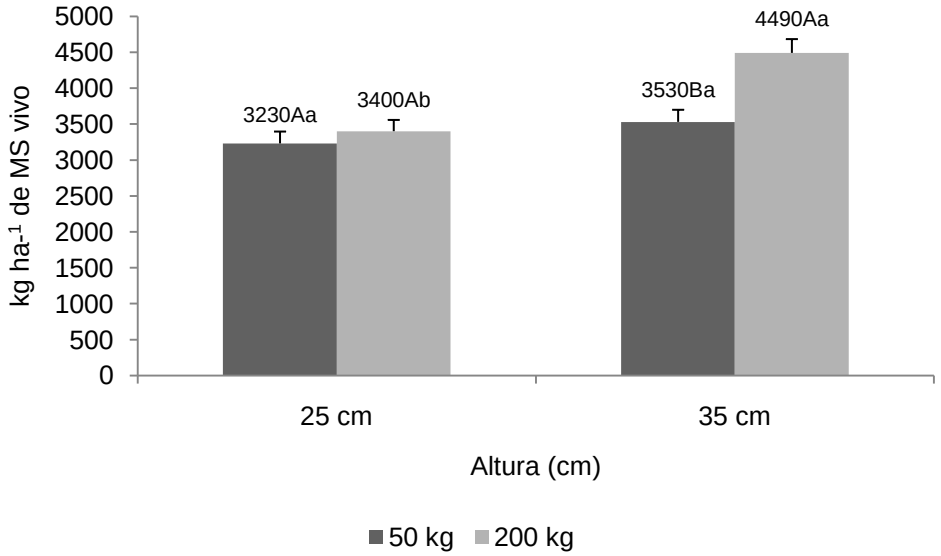
Tabela 4 – Massa de forragem total (kg ha^{-1} de MS) em pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril de 2010

Época do Ano	Altura pré-pastejo (cm)		Média
	25	35	
Verão 2009	8.600Ba	9.550Ca	9.080C
	(447)	(684)	(409)
Outono 2009	10.970Ab	13.690Aa	12.330A
	(413)	(413)	(292)
Inverno 2009	10.060Ab	12.430Ba	11.240B
	(446)	(479)	(329)
Primavera 2009	8.270Ba	9.240Ca	8.750C
	(413)	(413)	(292)
Verão 2010	7.698Ba	7.560Da	7.630D
	(413)	(417)	(304)
Média	9.120b	10.493a	
	(212)	(240)	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si (P>0,05)
Números entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média

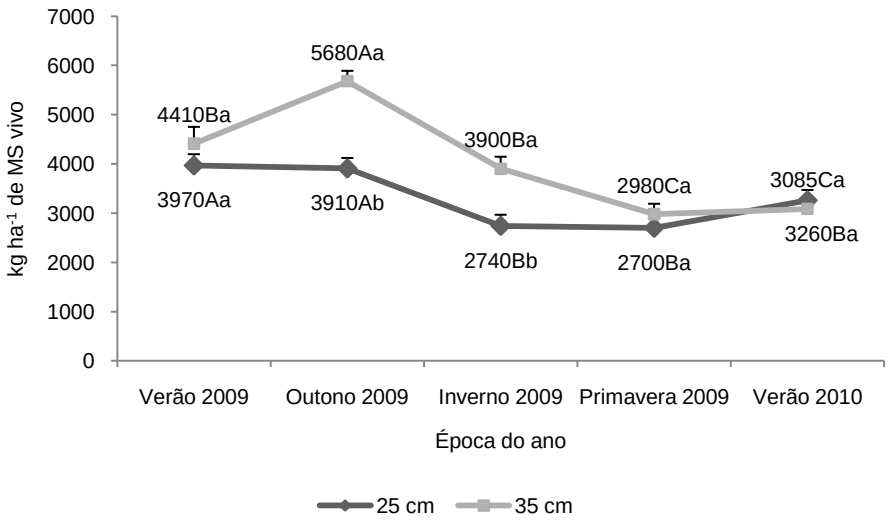
A massa de forragem de material vivo (MFV) pós-pastejo foi influenciada pela altura pré-pastejo (P=0,0029), dose de N (P=0,0099), época do ano (P=0,0001) e pelas interações altura pré-pastejo x dose de N (P=0,0476) e época do ano x altura pré-pastejo (P=0,0001). Nos pastos manejados a 35 cm de altura pré-pastejo, a aplicação de 200 kg ha^{-1} de N resultou em aumento da MFV, fato que não se repetiu nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm (Figura 19). Durante o outono e inverno 2009 maiores valores de MFV foram registrados nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 35 cm

relativamente àqueles manejados com 25 cm, enquanto nas demais épocas do ano não houve diferença entre as alturas pré-pastejo avaliadas (Figura 20). Nos pastos manejados com altura pré-pastejo de 35 cm os maiores valores de MFV foram registrados durante o outono 2009, seguidos daqueles do verão e inverno 2009, e primavera 2009 e verão 2010. Nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm os maiores valores de MFV foram registrados durante o verão e o outono 2009 relativamente às demais épocas do ano (Figura 20).



Letras minúsculas comparam médias de alturas pré-pastejo dentro de doses de N
Letras maiúsculas comparam médias de doses de N dentro das alturas pré-pastejo

Figura 19 – Massa de forragem (kg ha^{-1} de MS) de material vivo pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010



Letras minúsculas comparam efeito de alturas pré-pastejo dentro das épocas do ano
Letras maiúsculas comparam efeito de época do ano dentro das alturas pré-pastejo

Figura 20 – Massa de forragem de material vivo pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas de entrada de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril 2010

4.5.2 Composição morfológica

A porcentagem de folhas na massa de forragem pós-pastejo variou com a altura pré-pastejo (P=0,0003), dose de N (P<0,0001), época do ano (P<0,0001) e com as interações época do ano x altura pré-pastejo (P=0,0432) e época do ano x dose de N (P=0,0264). Pastos manejados com altura pré-pastejo de 25 cm apresentaram maior porcentagem de folhas que pastos manejados com 35 cm durante a primavera 2009 e o verão 2010 (Tabela 5).

Tabela 5 – Porcentagem de folhas (%) na massa de forragem pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril de 2010

Época do ano	Altura pré-pastejo (cm) 25	35	Média
Verão 2009	25,6Aa	22,9Aa	24,2A
	(1,30)	(1,96)	(1,18)
Outono 2009	12,6BCa	11,2Ba	11,9B
	(1,21)	(1,21)	(0,85)
Inverno 2009	10,4Ca	9,3Ba	9,9B
	(1,30)	(1,40)	(0,96)
Primavera 2009	12,8BCa	8,9Bb	10,2B
	(1,21)	(1,21)	(0,89)
Verão 2010	16,0Ba	8,1Bb	12,0B
	(1,21)	(1,30)	(0,89)
Média	15,5a	12,0b	
	(0,42)	(0,53)	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si (P>0,05)
Números entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média

Maiores valores de porcentagem de folhas foram registrados durante o verão 2009 independentemente da altura pré-pastejo avaliada, sendo que nos pastos manejados com a altura de 25 cm o menor valor foi registrado durante o inverno 2009. Pastos adubados com 200 kg ha^{-1} de N apresentaram maior proporção de folhas no resíduo que pastos adubados com 50 kg ha^{-1} durante a primavera 2009 e o verão 2010 (Tabela 6).

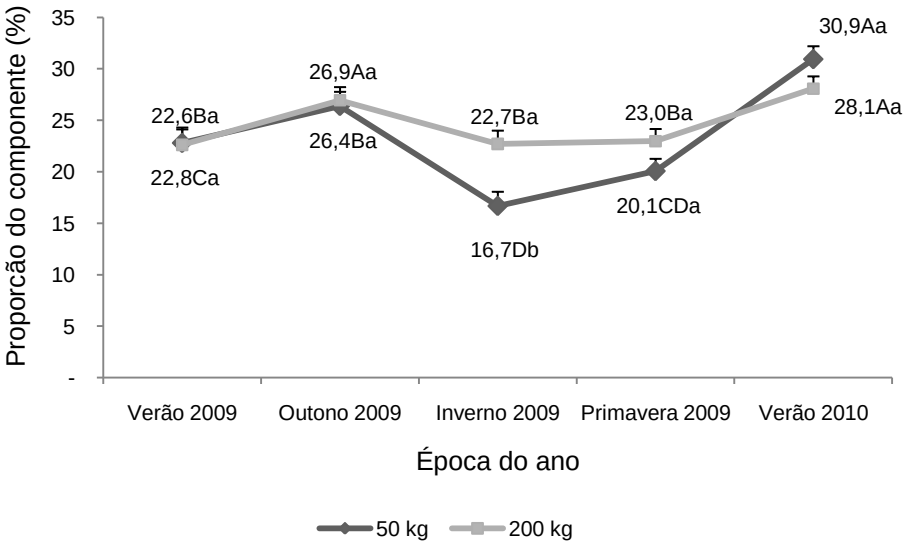
Tabela 6 – Porcentagem de folhas (%) na massa de forragem pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril de 2010

Época do ano	Dose de N (kg ha^{-1}) 50	200	Média
Verão 2009	20,8Aa	27,7Aa	24,2A
	(1,38)	(1,89)	(1,18)
Outono 2009	9,6BCa	14,1Ba	11,9B
	(1,21)	(1,21)	(0,85)
Inverno 2009	7,0Ca	12,7Ba	9,9B
	(1,40)	(1,30)	(0,96)
Primavera 2009	10,1BCa	11,6Bb	10,2B
	(1,21)	(1,21)	(0,89)
Verão 2010	12,2Ba	11,9Bb	12,0B
	(1,30)	(1,21)	(0,89)
Média	11,9b	15,6a	
	(0,45)	(0,55)	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si (P>0,05)
Números entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média

A porcentagem de colmos foi influenciada pela altura pré-pastejo (P=0,0001), época do ano (P<0,0001) e pela interação época do ano x dose de N (P=0,0157). Pastos manejados com a altura pré-pastejo de 35 cm apresentaram maior porcentagem de colmos no resíduo que pastos manejados com 25 cm (26,46% ± 0,57 e.p.m. e 21,58% ± 0,51 e.p.m., respectivamente). Maior porcentagem de colmos na massa de forragem pós-pastejo foi registrada nos pastos adubados com 200 kg ha^{-1} de N relativamente àqueles adubados com 50 kg ha^{-1} durante o inverno 2009 (Figura 21). Nestes, a maior porcentagem de colmos foi registrada durante o verão 2010, seguida do outono 2009, primavera, verão e inverno 2009. Nos pastos adubados com 200 kg ha^{-1} de N as maiores

porcentagens de colmos foram registradas durante o verão 2010 e o outono 2009 e as menores durante o verão, inverno e primavera 2009.



Letras minúsculas comparam efeito de doses de N dentro das épocas do ano
Letras maiúsculas comparam efeito de época do ano dentro das doses de N

Figura 21 – Porcentagem de colmo da massa de forragem pós-pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

A porcentagem de material morto variou com a dose de N (P=0,0019), época do ano (P<0,0001) e com a interação época do ano x dose de N (P=0,6542). Pastos adubados com 50 kg ha^{-1} de N apresentaram maior porcentagem de material morto na massa de forragem pós-pastejo que aqueles adubados com 200 kg ha^{-1} durante o outono e inverno 2009 (Tabela 7). De forma geral, maior porcentagem de material morto nos pastos foi registrada durante o inverno 2009 relativamente às demais épocas do ano.

Tabela 7 – Porcentagem de material morto (%) na massa de forragem pós-pastejo de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril de 2010

Época do ano	Dose de N (kg ha^{-1}) 50	200	Média
Verão 2009	56,1Da	50,2Ba	53,2C
	(1,82)	(2,53)	(1,18)
Outono 2009	63,9Ba	58,9Bb	61,4B
	(1,57)	(1,57)	(0,85)
Inverno 2009	76,2Aa	64,7Ab	70,5A
	(1,84)	(1,70)	(0,96)
Primavera 2009	69,8Ba	65,4Aa	67,7A
	(1,57)	(1,57)	(0,89)
Verão 2010	57,3Ca	60,0Ba	58,6B
	(1,70)	(1,57)	(0,89)
Média	64,7a	59,8b	
	(0,75)	(0,81)	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si (P>0,05)
Números entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média

4.6 Composição morfológica da simulação de pastejo

A composição morfológica das amostras de forragem colhidas por meio da técnica de simulação de pastejo variou com a altura pré-pastejo (Tabela 8) e com a fase do pastejo durante a qual as amostras foram colhidas (início e final do pastejo) (Tabela 9). Maior porcentagem de folhas e menor porcentagem de colmos e de material morto foram registradas nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 relativamente à de 35 cm. O mesmo aconteceu para as amostras de forragem colhidas no início em relação àquelas contidas no final do pastejo.

Tabela 8 – Porcentagem dos componentes morfológicos em amostras de simulação de pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de outubro de 2009 a abril de 2010

Componente morfológico	Altura pré-pastejo (cm)		P > F
	25	35	
Folha	83,1a	77,3b	0,0026
	(1,01)	(0,95)	
Colmo	9,3b	11,9a	0,0047
	(0,51)	(0,47)	
Material morto	7,2b	11,2a	0,0016
	(0,63)	(0,63)	

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas diferem entre si (P>0,05)
Números entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média

Tabela 9 – Porcentagem dos componentes morfológicos em amostras de simulação de pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de outubro de 2009 a abril de 2010

Componente morfológico	Fase do pastejo		P > F
	Início	Final	
Folhas	88,6a	71,8b	<0,0001
	(0,66)	(0,66)	
Colmos	8,1b	13,1a	<0,0001
	(0,62)	(0,64)	
Material morto	3,6b	14,7a	<0,0001
	(0,63)	(0,63)	

Médias seguidas por letras distintas minúsculas nas linhas diferem entre si (P>0,05)
Números entre parênteses representam o erro-padrão da média

4.7 Acúmulo e taxa de acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem ao longo de todo o período experimental foi influenciado apenas pela dose de N (P=0,0439), sendo o valor registrado nos pastos adubados com 200 kg ha^{-1} de N relativamente àqueles adubados com 50 kg ha^{-1} (23.000 e 15.200 kg ha^{-1}de MS ± 1.760 e.p.m.). Contudo, as taxas de acúmulo de forragem variaram com a dose de N (P=0,0188), época do ano (P<0,0001) e com a interação época do ano x dose de N (P=0,0016). Pastos adubados com 200 kg ha^{-1} de N apresentaram maiores taxas de acúmulo que pastos adubados com 50 kg ha^{-1} durante o verão 2009, não tendo sido registradas diferenças nas demais épocas do ano (Tabela 10). Nos pastos adubados com 200 kg ha^{-1} de N os maiores valores de taxa de acúmulo foram registrados durante o verão 2009 e os menores no outono e inverno de 2009, com valores intermediários registrados durante a primavera 2009 e o verão 2010. Nos pastos adubados com 50 kg ha^{-1} de N os maiores valores de taxa de acúmulo foram registrados durante a primavera 2009 e o verão 2010, com valores inferiores nas demais épocas do ano.

Tabela 10 – Taxa de acúmulo de forragem (kg ha^{-1} dia^{-1} de MS) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril de 2010

Época do ano	Dose de N (kg ha^{-1}) 50	200	Média
Verão 2009	14,1Bb	103,0Aa	58,5A
	(12,19)	(13,11)	(8,94)
Outono 2009	10,3Ba	23,2Ca	16,8B
	(11,28)	(11,28)	(7,97)
Inverno 2009	17,0Ba	4,3Ca	10,7B
	(11,28)	(11,28)	(7,97)
Primavera 2009	48,5Aa	67,3Ba	57,9A
	(11,28)	(11,28)	(7,97)
Verão 2010	55,7Aa	61,9Ba	58,8A
	(12,19)	(11,28)	(8,30)
Média	29,1b	51,9a	
	(5,63)	(5,64)	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si (P>0,05)
Números entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média

4.8 Taxa de lotação

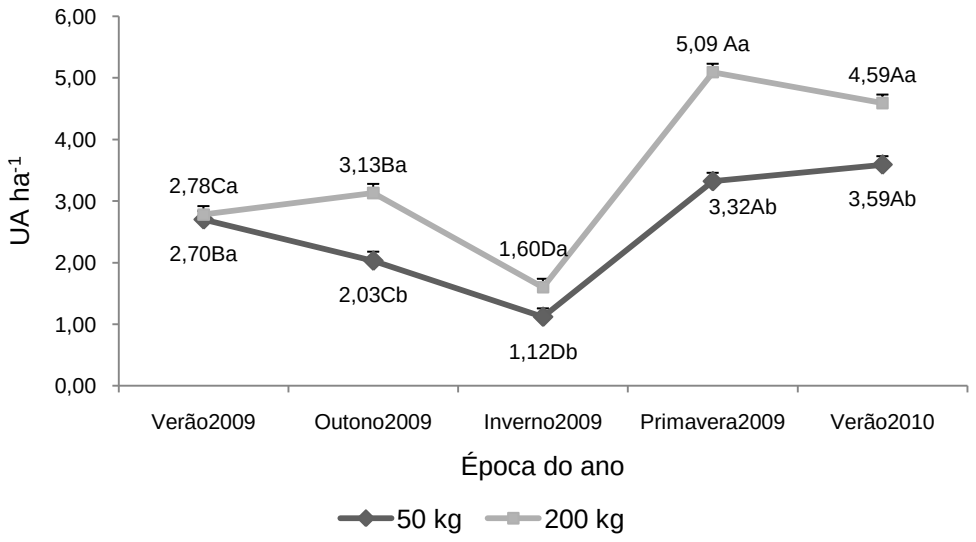
A taxa de lotação dos pastos variou com a altura pré-pastejo (P=0,0042), dose de N (P<0,0001), época do ano (P<0,0001) e com as interações época do ano x altura pré-pastejo (P<0,0001) e época do ano x dose de N (P=0,0003). De forma geral, não houve diferença em taxa de lotação entre as alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm ao longo do ano, exceção ao verão 2009, época em que maiores valores de taxa de lotação foram registrados nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm relativamente àqueles manejados com a altura de 35 cm (Tabela 11). Nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm os maiores valores de taxa de lotação foram registrados durante a primavera 2009 e verão 2010, seguidos daqueles registrados durante o verão, outono e inverno de 2009.

Nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 35 cm os maiores valores de taxa de lotação também foram registrados durante a primavera 2009 e verão 2010, porém seguidos daqueles registrados durante o outono, verão e inverno de 2009. Com exceção do verão 2009, pastos adubados com 200 kg ha^{-1} de N apresentaram maior taxa de lotação que pastos adubados com 50 kg ha^{-1} durante todo o período experimental (Figura 22). Para ambas as doses de N avaliadas maiores valores de taxa de lotação foram registrados durante a primavera 2009 e o verão 2010, sendo os menores valores registrados durante o inverno 2009 (Figura 22).

Tabela 11 – Taxa de lotação (UA ha^{-1}) de novilhos Nelore em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril 2010

Época do ano	Altura (cm) 25	Altura (cm) 35	Média
Verão 2009	3,37 Ba (0,14)	2,11 Cb (0,15)	2,74 B (0,10)
Outono 2009	2,40 Ca (0,14)	2,75 Ba (0,15)	2,58 B (0,10)
Inverno 2009	1,43 Da (0,14)	1,29 Da (0,14)	1,36C (0,10)
Primavera 2009	4,19 Aa (0,14)	4,21 Aa (0,15)	4,20 A (0,10)
Verão 2010	4,27 Aa (0,14)	3,91 Aa (0,14)	4,09 A (0,10)
Média	3,13 a (0,05)	2,85 b (0,05)	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si (P>0,05)
Números entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média
* Análise realizada em dados transformados LOG10(x)



Letras minúsculas comparam efeito de dose de N dentro das épocas do ano
Letras maiúsculas comparam efeito de época do ano dentro das doses de N

Figura 22 – Taxa de lotação (UA ha^{-1}) de novilhos Nelore em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

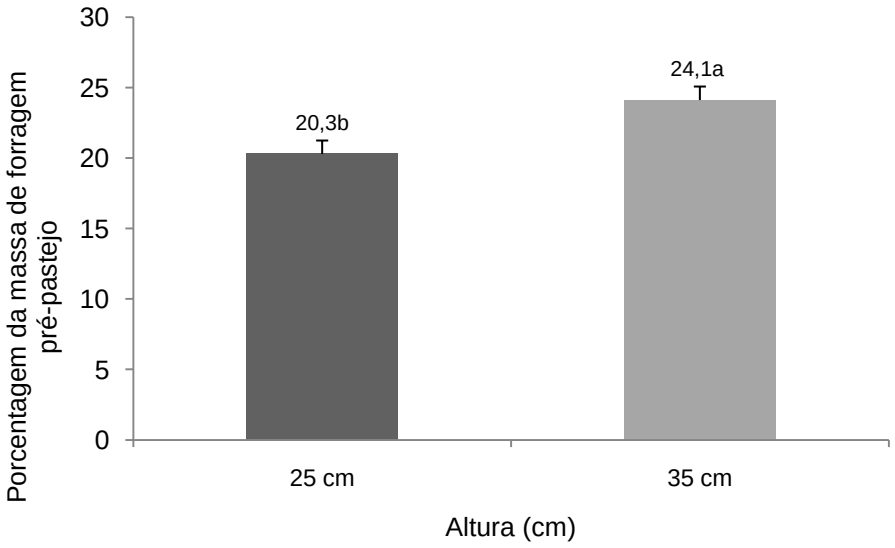
* Análise realizada em dados transformados LOG10(x)

4.9 Perdas por pastejo

As perdas por pastejo ao longo do experimento variaram somente em função da altura pré-pastejo avaliada (P<0,0001), o mesmo acontecendo com o total de perdas ao final do experimento (P<0,0052). De forma geral, pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm apresentaram menores valores de perdas por pastejo que pastos manejados com a altura de 35 cm nas duas épocas do ano em que essas avaliações foram realizadas (primavera 2009 e verão 2010). Os valores médios estacionais corresponderam a 3.330 e 7.590 kg ha^{-1} ± 440 e.p.m e o total acumulado ao final do experimento correspondeu a 7.420 e 14.200 kg ha^{-1} ± 980 e.p.m. para as alturas de 25 e 35 cm, respectivamente.

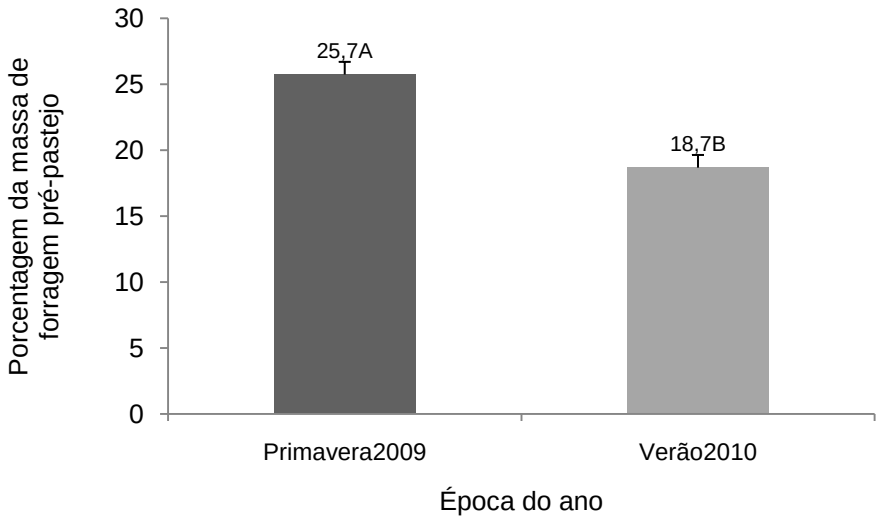
Quando expressos como porcentagem da massa de forragem pré-pastejo, os valores de perdas por pastejo variaram com altura a pré-pastejo (P=0,0380) e com a época do ano (P=0,0056). As perdas por pastejo foram menores nos pastos

manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm relativamente àqueles manejados com a altura de 35 cm (Figura 23), sendo que maiores valores foram registrados durante a primavera 2009 e menores durante o verão 2010 (Figura 24).



Letras minúsculas comparam efeito de alturas pré-pastejo

Figura 23 – Valores de perdas por pastejo expressos como porcentagem da massa de forragem pré-pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de outubro de 2009 a abril 2010



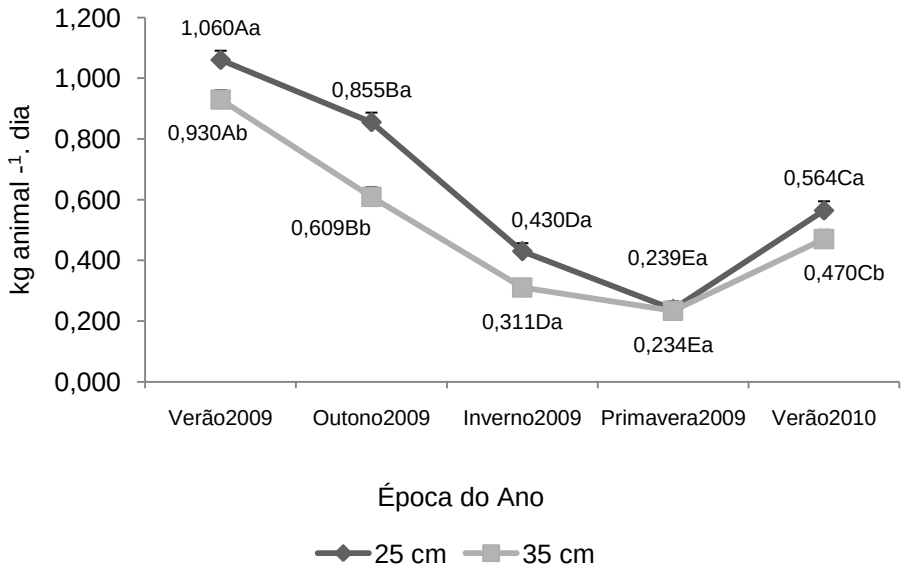
Letras maiúsculas comparam efeito de época do ano

Figura 24 – Valores de perdas por pastejo expressos como porcentagem da massa de forragem pré-pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de outubro de 2009 a abril 2010

4.10 Desempenho animal

O ganho de peso médio diário dos animais (GMD) variou com a altura pré-pastejo (P=0,0001), época do ano (P<0,0001) e com as interações época do ano x altura pré-patejo (P=0,0479) e época do ano x dose de N (P=0,0332). Com exceção do inverno e primavera 2009, os valores de GMD foram maiores nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm relativamente àqueles manejados com a altura de 35 cm (Figura 25). Para as duas alturas pré-pastejo avaliadas os maiores valores de GMD foram registrados no verão 2009, época a partir da qual passaram a diminuir atingindo os menores valores durante a primavera 2009, voltando a aumentar durante o verão 2010. Maiores valores de GMD foram registrados nos pastos adubados com 200 kg ha^{-1} de N relativamente àqueles adubados com 50 kg ha^{-1} apenas durante o outono 2009, sendo que não houve diferença entre tratamentos de dose de N nas demais épocas do ano (Figura 26). Para as duas doses de N avaliadas os maiores valores de GMD foram

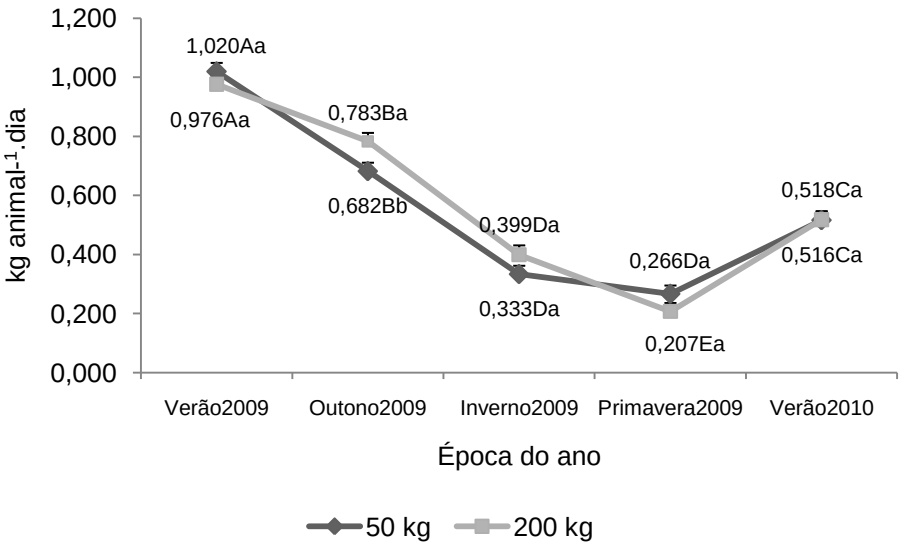
registrados durante o verão 2009 e os menores durante a primavera 2009, com valores intermediários no outono e inverno 2009 e verão 2010 (Figura 26). Apesar das variações estacionais e da influência dos tratamentos de pastejo sobre o GMD, houve aumento crescente contínuo no peso corporal dos animais ao longo de todo o período experimental (Figura 27).



Letras minúsculas comparam efeito de altura pré-pastejo dentro das épocas do ano
Letras maiúsculas comparam efeito de época do ano dentro das alturas pré-pastejo

Figura 25 – Ganho de peso médio diário (kg animal^{-1}.dia) de bovinos Nelore em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril 2010

* Análise realizada em dados transformados SRQT(x)



Letras minúsculas comparam efeito de dose de N dentro das épocas do ano
Letras maiúsculas comparam efeito de época do ano dentro das doses de N

Figura 26 – Ganho de peso médio diário (kg animal^{-1} dia^{-1}) de bovinos Nelore em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

* Análise realizada em dados transformados SRQT(x)

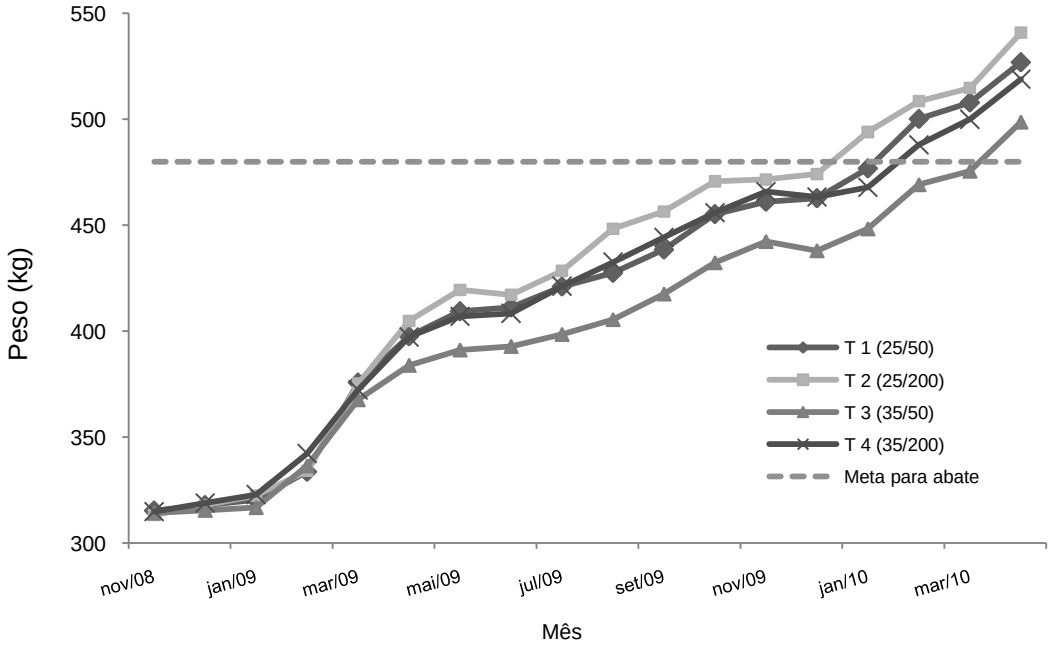


Figura 27 – Evolução mensal do peso corporal (kg) de novilhos Nelore em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

4.11 Ganho de peso por unidade de área

4.11.1 Médias diárias estacionais (kg ha^{-1} dia^{-1})

O ganho de peso por unidade de área (kg ha^{-1} dia^{-1}) (GPdia) variou em função da altura pré-pastejo (P=0,0006), dose de N (P=0,0013), época do ano (P<0,0001) e das interações altura pré-pastejo x época do ano (P=0,0263) e época do ano x dose de N (P=0,0001). Pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm apresentaram maior GPdia que pastos manejados com a altura de 35 cm durante os verões 2009 e 2010 e inverno 2009. Para ambas as alturas pré-pastejo avaliadas os maiores valores de GPdia foram registrados durante o verão 2009, seguidos daqueles do outono 2009, verão 2010, primavera e inverno 2009 (Tabela 12). Maior GPdia foi registrado nos pastos adubados com 200 kg ha^{-1} de N relativamente àqueles adubados com 50 kg ha^{-1} durante o outono e o inverno 2009, não tendo sido detectadas diferenças nas demais épocas do ano (Tabela 13).

Tabela 12 – Ganho de peso por unidade de área (kg ha^{-1} dia^{-1}) de novilhos Nelore em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril de 2010

Tratamentos	Altura (cm)		Médias
Época	25	35	
Verão 2009	4,633Aa	2,556Ab	3,595 A
	(0,196)	(0,196)	(0,138)
Outono 2009	2,278 Ba	1,906 Ba	2,092 B
	(0,196)	(0,212)	(0,144)
Inverno 2009	0,602 Da	0,436 Db	0,519 D
	(0,196)	(0,212)	(0,138)
Primavera 2009	0,941Ca	0,824Ca	0,882 C
	(0,196)	(0,196)	(0,144)
Verão 2010	2,173Ba	1,713Bb	1,943 B
	(0,196)	(0,196)	(0,138)
Média	2,126 a	1,488 b	
	(0,083)	(0,083)	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si (P>0,05)
Números entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média

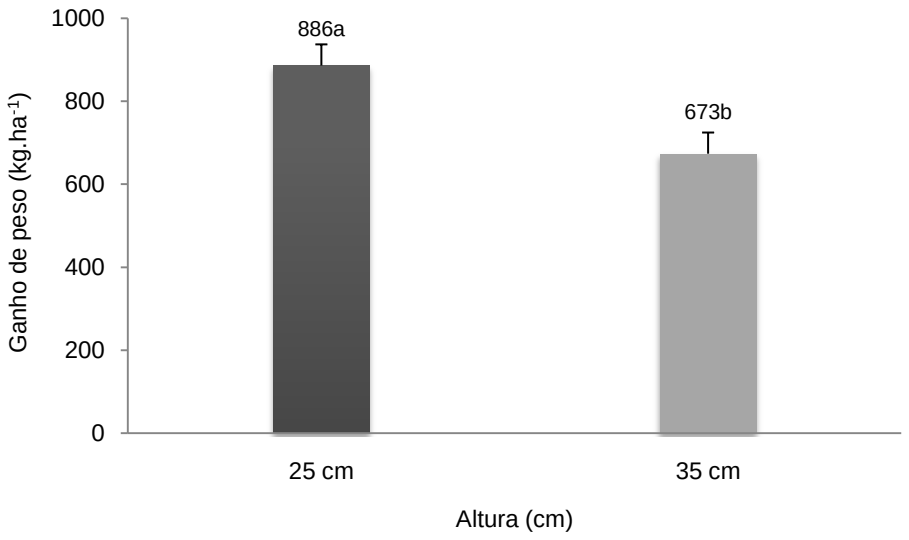
Tabela 13 – Ganho de peso por unidade de área (kg ha^{-1} dia^{-1}) de novilhos Nelore em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril de 2010

Época do ano	Dose de N (kg ha^{-1}) 50	200	Média
Verão 2009	3,662Aa	3,527Aa	3,595A
	(0,196)	(0,196)	(0,138)
Outono 2009	1,567Bb	2,658Aa	2,092B
	(0,212)	(0,196)	(0,144)
Inverno 2009	0,378Db	0,660Da	0,519D
	(0,196)	(0,196)	(0,138)
Primavera 2009	0,882Ca	0,879Ca	0,882C
	(0,196)	(0,212)	(0,144)
Verão 2010	1,731Ba	2,156Ba	1,943B
	(0,196)	(0,196)	(0,138)
Média	1,637b	1,976a	
	(0,084)	(0,084)	

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem entre si (P>0,05)
Números entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média

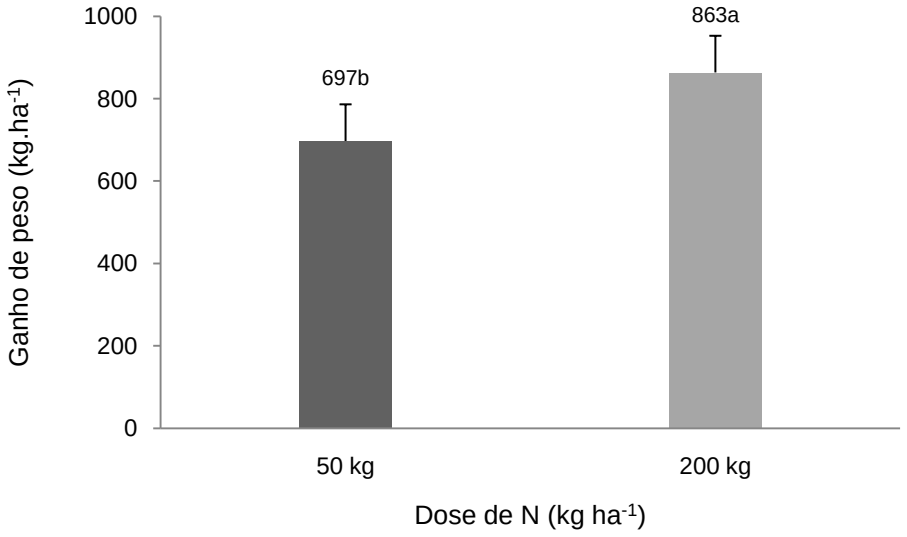
4.11.2 Total ao final do período experimental (kg ha^{-1})

O ganho de peso por unidade de área ao final do experimento variou em função da altura pré-pastejo (P=0,0003) e da dose de N (P=0,0438), não sendo influenciado pela interação altura pré-pastejo x dose de N (P=0,0814). Pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm apresentaram maior ganho de peso por unidade de área que pastos manejados com a altura de 35 cm (Figura 28). Maior ganho de peso por unidade de área também foi registrado nos pastos adubados com 200 kg ha^{-1} de N relativamente àqueles adubados com 50 kg ha^{-1} (Figura 29).



Letras minúsculas comparam efeito de alturas pré-pastejo

Figura 28 – Ganho de peso por unidade de área (kg.ha^{-1}) ao final do experimento em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de fevereiro de 2009 a abril 2010



Letras minúsculas comparam efeito de doses de N

Figura 29 – Ganho de peso por unidade de área (kg.ha^{-1}) ao final do experimento em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

5 DISCUSSÃO

Os tratamentos foram impostos às mini-fazendas a partir de janeiro de 2009, de forma que o primeiro verão (2009) deve ser considerado como um período de adaptação da comunidade de plantas forrageiras às estratégias de manejo empregadas assim como da equipe de trabalho às rotinas, procedimentos de manejo e processos de tomada de decisão relacionados com o protocolo experimental adotado. Apesar disso, durante o verão 2009 e demais épocas do ano avaliadas as alturas pré-pastejo realizadas estiveram muito próximas das metas estipuladas (Figura 8), com valores médios registrados correspondentes a 25,2 e 34,9 para as metas de 25 e 35 cm, respectivamente. Em todas as épocas estudadas a variação entre as metas de altura pré-pastejo e as alturas praticadas não foi superior aos 5,0% estabelecidos no início do experimento como amplitude aceitável de variação, exceto para o tratamento 25/200 no verão 2009, cuja altura foi 27,0 cm (8,0% acima da meta). Essa diferença foi conseqüência do rápido crescimento dos pastos naquela época do ano e do número insuficiente de animais para aumentar a taxa de lotação de forma correspondente. Por outro lado, durante o outono/inverno 2009, o tratamento 35/50 apresentou altura pré-pastejo 31,9 cm, valor 8,85% abaixo da meta de manejo de 35 cm. Isso foi resultado da necessidade de manutenção de no mínimo os três animais-teste nas unidades experimentais durante época do ano em que o acúmulo de forragem foi bastante reduzido relativamente ao verão 2009 (Tabela 10), particularmente para o tratamento 35/50, o que induziu a entrada antecipada dos animais em alguns piquetes dos módulos submetidos a esse tratamento. As alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm corresponderam aos valores de interceptação luminosa de 94,6 e 97,4%IL, respectivamente (Figura 13), independentemente da dose de N utilizada, corroborando os dados obtidos por Souza Jr (2007), Trindade et al. (2007) e Giacomini et al. (2009a, 2009b) em escala de piquetes, onde a interceptação luminosa foi a variável-controle e a altura pré-pastejo a variável resposta. O fato comprova e ratifica o potencial do uso da altura do pasto como variável prática de

manejo em condições de campo, facilitando o planejamento, monitoramento e controle de do processo de pastejo.

As alturas pós-pastejo praticadas estiveram acima da meta mínima estabelecida de 15 cm e variaram em função da altura pré-pastejo utilizada (média de 16,2 e 20,4 cm para os pastos manejados a 25 e 35 cm, respectivamente). No verão 2009 os maiores valores de altura pós-pastejo (Figura 9) foram conseqüência do número limitado de animais disponíveis para ajustes em taxa de lotação e manutenção das metas de manejo, o que gerou a necessidade de acelerar a rotação como forma de assegurar que as metas de pré-pastejo fossem mantidas. Estas eram prioritárias em relação à meta de pós-pastejo. Dessa forma, a única maneira de realizar essa ação foi remover os animais antes que a meta de resíduo fosse atingida, o que resultou em altura pós-pastejo mais alta. No outono/inverno 2009 a composição morfológica da massa de forragem pós-pastejo, particularmente nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 35 cm, foi caracterizada por maior presença de colmos e de material morto, o que dificultou o rebaixamento dos pastos até a meta de 15 cm. Durante a primavera 2009 e verão 2010, além de os pastos terem iniciado um novo ciclo produtivo a partir do início das primeiras chuvas em setembro de 2009 caracterizado por renovação quase que completa de perfilhos e tecidos (GIACOMINI, 2007), o número de animais disponíveis para os ajustes em taxa de lotação foi suficiente para o completo rebaixamento dos pastos até a meta de altura pós-pastejo (15 cm), exceção feita aos pastos manejados a 35 cm, condição em que não foi possível atingir a meta de resíduo planejada (Figura 9). Novamente, esse padrão de resposta foi resultante da maior proporção de colmos e de material morto na massa de forragem pós-pastejo (Figura 21), componentes morfológicos que sabidamente dificultam o rebaixamento dos pastos e são normalmente preteridos pelos animais (DA SILVA; CARVALHO, 2005). Diversos trabalhos realizados com gramíneas tropicais em que protocolo experimental análogo foi utilizado demonstraram claramente o problema relacionado com o acúmulo de colmos e material morto e seu efeito cumulativo de uma época do ano para outra, dificultando o rebaixamento e reduzindo o valor nutritivo dos pastos quando a

rebrotação era interrompida depois da condição correspondente a 95% de interceptação da luz incidente pelo dossel forrageiro (CARNEVALLI et al, 2006; PEDREIRA et al, 2007; BARBOSA et al, 2007; TRINDADE et al., 2007; Da SILVA et al., 2009). Apesar de a meta de 15 cm de altura pós-pastejo ser a adequada para o capim-marandu (TRINDADE et al., 2007; COSTA, 2007), ela foi gerada em condições experimentais de menor escala (piquetes) em que o período de ocupação utilizado era curto (um a dois dias). Nas condições do presente experimento, de larga escala e unidades auto-contidas (mini-fazendas) com número reduzido de piquetes (seis), os períodos de ocupação utilizados foram mais longos, o que pode ter exacerbado a dificuldade de rebaixamento dos pastos submetidos à altura de entrada de 35 cm, ou seja, condição posterior aos 95% IL.

O manejo dos pastos com base em metas de altura pré-pastejo pressupõe a colheita da forragem produzida segundo intervalos de pastejo variáveis, função da disponibilidade de fatores climáticos e edáficos de crescimento e estádio fenológico da planta forrageira (DA SILVA; NASCIMENTO JR, 2007). Variações em intervalo de pastejo foram geradas principalmente por meio de variações em período de ocupação dos pastos, visto que as tomadas de decisão para ajustes em taxa de lotação eram baseadas na previsão do número de dias que os animais teriam que permanecer no piquete atual de forma a permitir que o piquete seguinte atingisse a meta de pastejo estipulada. Como não houve variação na taxa de acúmulo de forragem entre as alturas pré-pastejo avaliadas (Tabela 10), o tempo necessário para que os pastos passassem da condição de pós para a de pré-pastejo foi função das condições ambientais (temperatura, disponibilidade de luz e precipitação, e dose de N) e do tamanho da diferença entre as metas de altura naquelas condições. Por essa razão, pastos manejados com a altura pré-pastejo de 35 cm necessitaram de períodos de ocupação mais longos que pastos manejados com a altura de 25 cm (13,5 e 8,8 dias, respectivamente). Como conseqüência, o intervalo de pastejo dos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 35 cm foi maior que aquele de pastos manejados com a altura de 25 cm (Figura 10), o que resultou em menor número de pastejos ao longo do período experimental (Tabelas 3). A aplicação de 200 kg ha^{-1} de N resultou em aumento

da taxa de acúmulo de forragem dos pastos relativamente à aplicação de 50 kg ha^{-1}, o que demandou redução do intervalo de pastejo e foi implementada por meio de redução do período de ocupação dos pastos (Figura 12), resultando em aumento do número de pastejos ao final do experimento (Tabela 3). De forma análoga, variações em taxa de acúmulo de forragem ao longo do ano foram responsáveis pelas variações estacionais ocorridas em termos de duração dos ciclos de pastejo e/ou dos intervalos de pastejo e períodos de ocupação dos pastos.

Durante os períodos de menor acúmulo de forragem (outono/inverno 2009) as variações em período de ocupação (12,0 e 15,0 dias, para as alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm, respectivamente) não foram suficientemente grandes para promover variações significativas em intervalo de pastejo, apesar do maior número de pastejos na altura de 25 cm em relação à de 35 cm (2,6 e 2,2, respectivamente) nesse período. Porém, com a retomada das condições favoráveis de crescimento durante a primavera 2009, o acúmulo de forragem voltou a aumentar, forçando a aceleração da rotação dos animais nas mini-fazendas e acentuando as diferenças entre as alturas avaliadas. De forma geral, durante essa época do ano, pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm apresentaram menor período de ocupação (6,6 vs 11,0 dias), maior número de pastejos (2,3 vs 1,4) e menor intervalo de pastejo (38 vs 83 dias) que pastos manejados com a altura de 35 cm, indicando recuperação mais rápida e retorno mais precoce ao processo produtivo de pastos manejados com a menor altura pré-pastejo. O fato possivelmente está relacionado à maior quantidade de material morto existente na base dos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 35 cm, o que prejudica o processo de perfilhamento e, consequentemente, a rebrotação dos pastos. Padrão análogo de resposta foi reportado por Barbosa et al. (2007) para capim-tanzânia, Pedreira et al. (2007) para capim-xaraés e Da Silva et al. (2009) para capim-mombaça, realçando a importância do efeito residual do manejo do pastejo de uma época para outra do ano (Da SILVA et al., 2009), e demonstrando o impacto do manejo adequado do pastejo durante o verão como

forma de assegurar retorno rápido, produção e produtividade de forragem de qualidade na estação de crescimento seguinte (primavera e verão).

Maior massa de forragem pré-pastejo tanto em termos de matéria seca total quanto em termos de matéria seca verde esteve associada com a meta pré-pastejo de 35 relativamente à de 25 cm. De forma geral, em termos absolutos, os valores de massa de forragem registrados neste experimento são maiores que valores correspondentes registrados em experimentos análogos com a mesma planta forrageira em escala de piquetes (5.110 a 8.400 kg ha^{-1} de MS; SOUZA Jr, 2007; COSTA; 2007). O fato é conseqüência da grande quantidade de material morto existente na base dos pastos desde o início do experimento. Como a área experimental havia permanecido tempo relativamente longo sendo utilizada de forma leniente, existia uma grande massa de forragem com elevada proporção de colmos e de material morto por ocasião do início da fase de preparação para o experimento. O pastejo inicial realizado antes da roçada de uniformização foi pouco efetivo em remover quantidade significativa do material acumulado na área, o que fez que com a roçada grande quantidade de material morto fosse depositada sobre o solo. Esse material é de decomposição lenta e, como as avaliações foram iniciadas logo após o primeiro pastejo subseqüente à roçada, seguramente inflacionou os valores de massa de forragem mensurados ao longo do experimento. Contudo, análise de covariância utilizando como co-variável a porcentagem de material morto no início do experimento indicou que o efeito inicial desse componente morfológico foi semelhante para todos os tratamentos, sugerindo que inferências sobre as variações da massa de forragem entre tratamentos poderiam ser feitas. Essa foi à razão pela qual o acúmulo de forragem foi calculado com base na matéria seca verde e não na matéria seca total. Como a quantidade de material morto depositado pela roçada foi semelhante em toda a área experimental, isso pode ter resultado em maior porcentagem desse componente morfológico nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm (50,5%) relativamente àqueles manejados com a altura de entrada 35 cm (43,1%) simplesmente pela menor massa de forragem pré-pastejo naquela condição de manejo. Maior porcentagem de material morto nos pastos foi registrada durante o

inverno 2009, época fria e seca do ano em que normalmente o processo de senescência ocorre de maneira mais pronunciada que o processo de crescimento (ZEFERINO, 2006), o oposto acontecendo durante o verão.

O nitrogênio interfere na expressão de variáveis morfogênicas aumentando a taxa de alongamento de folhas, a taxa de aparecimento de perfilhos e, eventualmente, a taxa de aparecimento de folhas. Em pastos onde a estrutura do dossel é controlada e o IAF é menor ou igual ao IAF ótimo, o suprimento adequado de N causa aumento no peso médio e densidade populacional de perfilhos (MATTHEW et al., 2000). Além disso, o aumento da dose de aplicação do N resulta em perfil mais jovial da população de perfilhos (PAIVA, 2009), conseqüência da sua maior renovação (morte e aparecimento) (CAMINHA et al., 2010). Perfilhos mais jovens (0 a 2 meses de idades) são mais produtivos que perfilhos maduros (2 a 4 meses de idades) e velhos (acima de 4 meses de idade), o que favorece maior acúmulo de forragem de maior valor nutritivo (SANTOS et al., 2006). Por outro lado, como a freqüência de desfolhação de perfilhos aumenta com incrementos de N (redução do intervalo de pastejo), pode haver aumento da eficiência de utilização dos pastos, caracterizando uma situação de maior produção de forragem e colheita mais eficiente, com menor quantidade de material retornando ao solo na forma de perdas por pastejo. Sempre que isso ocorre há maior retirada de nutrientes do sistema produtivo na forma de produto animal, urina, fezes, e gases (eructação), indicando a necessidade de assegurar reposição de nutrientes por meio de fertilização, uma vez que a reciclagem interna de nutrientes no sistema é reduzida, aumentado a dependência de níveis basais de fertilidade do solo e/ou aumentando a dependência de práticas de adubação de manutenção. Essa condição tem sido, por vezes, a causa da degradação de grandes áreas de pastagens no Brasil (ZIMMER et al., 1996; BARCELOS et al., 1998), e merece destaque e consideração quando do planejamento de estratégias de manejo e de sistemas de produção animal em pasto.

Quando o IAF ótimo é ultrapassado, a competição por luz torna-se mais acirrada e o padrão de acúmulo de forragem é modificado. Nessas condições ocorre redução do acúmulo de folhas e aumento do acúmulo de material morto e

colmo (DA SILVA et al., 2009; BARBOSA et al., 2007; PEDREIRA et al., 2007; ZEFERINO, 2006; MORENO, 2004, LARA, 2007). Esse padrão de resposta provavelmente foi responsável pela maior porcentagem de colmos nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 35 em relação àqueles manejados com a altura de 25 cm (25,6 e 20,7%, respectivamente), principalmente durante o outono 2009, época de desenvolvimento reprodutivo do capim-marandu. Durante a fase de desenvolvimento vegetativo intenso, verões 2009 e 2010, a porcentagem de colmos foi maior nos pastos manejados com a altura de 35 relativamente à de 25 cm (Figura 17). Nessas condições, aumento da dose de aplicação de N pode resultar em aumento da quantidade e porcentagem de colmos nos pastos, podendo ter efeitos mais evidentes em pós-pastejo, condição em que a maior presença de colmos e material morto dificulta o rebaixamento dos pastos até a meta estipulada de resíduo e pode resultar em redução do valor nutritivo da forragem consumida ao longo do período de utilização dos pastos (DA SILVA; CARVALHO, 2005), situação normalmente associada a aumentos consistentes na altura pós-pastejo ao longo da estação de crescimento e uso dos pastos (Da SILVA et al., 2009). De maneira geral, a aplicação de 200 kg ha^{-1} de N resultou em maior porcentagem de folhas da massa de forragem pós-pastejo que a aplicação de 50 kg ha^{-1} durante a primavera 2009 e verão 2010 (Tabela 6), épocas de intenso crescimento vegetativo dos pastos, e de colmos durante o outono 2009 (Figura 21), época de desenvolvimento reprodutivo e florescimento das plantas. Porém, quando se considera as alturas pré-pastejo utilizadas, a maior dose de N resultou em maior massa de forragem pós-pastejo apenas nos pastos manejados a 35 cm (Figura 19). Pastos manejados a 25 cm de altura e adubados com 200 kg ha^{-1} de N apresentaram massa de forragem pós-pastejo semelhante a pastos adubados com 50 kg ha^{-1}. Neste caso a diferença entre doses de N se manifestou na porcentagem de folhas na massa de forragem do resíduo, caracterizando uma massa residual de maior IAF e maior eficiência fotossintética (GIACOMINI et al., 2009; SILVEIRA, 2010), com implicações claras, positivas, sobre o desenvolvimento das plantas, acúmulo e valor nutritivo da forragem produzida. Padrão semelhante de respostas foi relatado por Sarmento et al. (2005) em

experimento com *Panicum maximum* cv. Milênio submetido a pastejo rotativo caracterizado por ciclo de pastejo de 35 dias (5 de ocupação e 30 de descanso) e adubação nitrogenada (0, 150, 300 e 450 kg ha^{-1} ano^{-1} de N). Nesse experimento, doses elevadas de N resultaram em aumento da massa de forragem pós-pastejo (282 para 4.049 kg ha^{-1}), particularmente por causa de aumento na massa residual de colmos (31 para 2.185 kg ha^{-1}), e foram consequência da ausência de ajustes (redução) no período de descanso dos pastos em função do aumento das taxas de acúmulo resultantes da maior quantidade de N aplicada. Aumentos na massa de forragem pós-pastejo resultantes de aumentos nas massas dos componentes morfológicos colmo e material morto causam dificuldade de rebaixamento dos pastos e redução do valor nutritivo da forragem consumida (TRINDADE et al., 2007), o que pode gerar perda do controle da estrutura dos pastos e das metas de manejo pré e pós-pastejo do curto e médio prazo. Por isso, o uso de adubação nitrogenada como forma de intensificar o processo produtivo por meio de aumento da produção de forragem deve ser acompanhado de controle estrito da condição pré-pastejo do dossel forrageiro, o que só pode ser feito por meio do uso de intervalos variáveis de pastejo que, nas condições deste experimento, foram gerados por meio de variação do período de ocupação dos pastos. A meta de altura pós-pastejo foi permitida variar quando necessário com o objetivo de assegurar que as metas pré-pastejo fossem mantidas consistentemente ao longo de todo o período experimental.

Apesar da maior massa de forragem dos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 35 relativamente àqueles manejados com a de 25 cm, condição muitas vezes considerada como desejável em termos de alimentação animal em pasto, a estrutura correspondente do dossel forrageiro disponibilizada aos animais foi limitante, tanto no início como no final do período de ocupação dos pastos (GOMES, 2010), uma vez que estiveram associados a maior presença de colmos e de material morto, além de corresponderem a tecidos de maior maturidade fisiológica, resultado dos intervalos de pastejo mais longos. O fato resultou em maiores quantidades de forragem perdida durante o rebaixamento dos pastos (7.420 e 14.200 kg ha^{-1}, respectivamente; item 4.9). Quando expressas em termos

de porcentagem da massa de forragem pré-pastejo, as perdas por pastejo representaram 20,3 e 24,1% nos pastos manejados a 25 e 35 cm, respectivamente. Padrão semelhante de resposta foi reportado por Carnevalli et al. (2006) em experimento análogo realizado com *Panicum maximum* cv. Mombaça, e indica que o controle do processo de pastejo por meio de metas claras e objetivas de manejo, especialmente de pré-pastejo, resultam não apenas em maior produção de forragem de melhor valor nutritivo, mas, também, em maior eficiência de colheita da forragem produzida, independentemente do uso ou não de adubação nitrogenada. Em situações onde a fertilidade do solo é baixa e os aportes de nutrientes não são feitos de forma periódica pode haver vantagens na manutenção de massas de forragem residuais mais elevadas e, consequentemente, menor eficiência de pastejo, uma vez que se assegura, dessa maneira, maior reciclagem de nutrientes no sistema solo-planta, mitigando os efeitos das condições edáficas limitantes (CARVALHO et al., 2006). Contudo, essa maior massa de forragem residual e menor eficiência do pastejo não devem ser geradas por meio de longos intervalos de pastejo, mas sim por meio de aumento da altura do resíduo (DIFANTE et al., 2009a), com os pastejos realizados consistentemente na condição em que 95% da luz incidente são interceptados pelo dossel forrageiro.

Da mesma maneira que os valores absolutos de massa de forragem foram considerados muito elevados, os valores absolutos de massa de forragem perdida por pastejo (item 4.9) também foram, resultado de duas situações relevantes. A primeira foi o excesso de chuvas ocorrido no período de novembro 2009 a janeiro 2010 (Figura 2), causando encharcamento do solo, acúmulo de lama nos piquetes e, consequentemente, maiores perdas de forragem por pisoteio. A segunda diz respeito à quantidade de material morto existente na massa de forragem pré-pastejo que ainda estava preso aos componentes morfológicos colmo e folhas, e não era retirado na limpeza efetuada na área de avaliação das perdas antes da entrada dos animais nos piquetes. Durante o período de ocupação, os animais manipulavam a forragem e causavam distúrbios no dossel forrageiro acarretando a queda desse material morto (antes preso à

forragem) no solo junto com os componentes vivos perdidos por pastejo. Essa situação elevou a massa de forragem perdida ao final do pastejo. Como os períodos de ocupação foram relativamente longos (Figura 11), quando as amostras foram coletadas ao final do pastejo esse material encontrava-se todo seco, não sendo possível distinguir entre material vivo e morto e efetuar a separação dos componentes morfológicos da foragem perdida de forma a estimar a contribuição do material já morto no total das perdas.

Apesar das diferenças em taxa de acúmulo entre pastos adubados com 50 e 200 kg ha^{-1} de N não terem sido significativas durante a maior parte do período experimental (Tabela 10), a taxa de lotação foi maior nos pastos adubados com a maior dose de N, exceção apenas ao verão 2009, época em que o número de animais disponíveis para realizar ajustes em taxa de lotação não foi grande o suficiente e houve a necessidade de jogar com a variação em altura de resíduo como forma de compensar essa limitação. O fato sugere, de forma indireta, que o nitrogênio resultou em aumento do acúmulo de forragem, uma vez que a única forma de manter mais animais por unidade de área é por meio de maior produção de forragem. De forma geral, não houve diferença em taxa de lotação entre as alturas pré-pastejo avaliadas, o que é coerente e consistente com a ausência de diferença entre alturas pré-pastejo em termos de taxa de acúmulo de forragem (Tabela 11). Apenas durante o verão 2009 a taxa de lotação dos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm foi maior que aquela de pastos manejados com a altura de 35 cm, época em que o número de animais disponíveis para ajuste em taxa de lotação era limitante e a altura de resíduo dos pastos foi permitida ficar acima da meta de 15 cm, condição mais pronunciada nos pastos manejados a 35 cm (Figura 9). A semelhança na taxa de acúmulo e taxa de lotação ao longo do ano entre as alturas avaliadas pode ter acontecido devido ao balanço entre os processos de crescimento e senescência que, numa amplitude relativamente grande de condições de pasto caracterizadas por estruturas de dossel sob lotação contínua e intermitente, pode assumir valores relativamente estáveis, uma vez que pastos manejados mais altos podem ter seu maior crescimento compensado pela maior senescência de tecidos relativamente

a pastos manejados mais baixos (HODGSON, 1990). Adicionalmente, nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 35 cm, uma proporção menor da maior massa de forragem disponível nos pastos e da forragem acumulada foi colhida, conseqüência da maior quantidade de forragem perdida durante o processo de pastejo, o que pode ter contribuído, também, para a ausência de diferença em taxa de lotação entre as alturas pré-pastejo avaliadas.

Os valores de taxa de lotação (UA ha^{-1}) obtidos, inclusive durante o outono/inverno 2009 (média de 1,57 e 2,36 UA ha^{-1} nos pastos adubados com 50 e 200 kg ha^{-1} de N, respectivamente; Figura 22), são superiores à taxa de lotação média nacional de 1,0 cabeça ha^{-1} (IBGE, 2010), e devem ter sido conseqüência do manejo do pastejo mais adequado e da aplicação de parte do nitrogênio no final do verão e início do outono. Resultados benéficos do uso do N por meio de adubação no final da época das águas já havia sido relatado anteriormente por Werner (1986), e corresponde, basicamente, à prorrogação da estação de crescimento dos pastos por meio do aumento da produção de forragem durante o outono e inverno. Esse resultado corresponde a praticamente dobrar a taxa de lotação média nacional, com impactos significativos sobre o uso de áreas agrícolas no país e produtividade da atividade pecuária, uma vez que a mesma produção animal poderia ser obtida utilizando-se metade da área atualmente formada por pastagens.

De forma geral, pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm resultaram em maior GMD que pastos manejados com a altura de 35 cm (média geral de 0,630 e 0,510 g $animal^{-1}$ dia^{-1}, respectivamente), exceção às épocas de inverno (baixas temperaturas, baixa luminosidade e déficit hídrico no solo) e primavera 2009 (início da estação de crescimento dos pastos quando todas as mini-fazendas apresentavam quantidade limitada de forragem disponível) (Figura 25). O melhor desempenho dos animais nos pastos manejados com a altura de 25 cm foi devido provavelmente ao melhor valor nutritivo da forragem consumida pelos animais, caracterizada por maior porcentagem de folhas e menor porcentagem de colmos e de material morto que pastos manejados a 35 cm (Tabela 8). Trindade et al. (2007), em experimento análogo em escala de piquete,

em que avaliou o processo de rebaixamento de pastos de capim-marandu, demonstraram que animais rebaixando pastos manejados com altura pré-pastejo de 25 cm até a altura de resíduo de 15 cm apresentavam maior porcentagem de folhas e menor porcentagem de colmos e de material morto na extrusa que animais rebaixando pastos manejados com altura pré-pastejo de 35 cm, particularmente no final do período de pastejo, por ocasião da saída dos animais dos piquetes. No verão 2010, os valores de GMD foram praticamente a metade daqueles registrados no verão 2009, o que deve ter sido conseqüência da quantidade excessiva de chuvas ocorrida naquela época do ano (Figura 2). O excesso de água causou encharcamento do solo que, em alguns casos, resultou em morte de plantas e danos permanentes em algumas áreas de pasto. O fato resultou em taxas de acúmulo de forragem significativamente menores em relação ao verão anterior, fazendo com que o número de animais existentes e planejado para aquela época do ano com base no verão anterior fosse relativamente muito grande, o que prejudicou o desempenho individual dos animais. Adicionalmente, os mesmos animais-teste do primeiro verão (peso corporal médio de 327 kg) foram os utilizados para as avaliações de ganho de peso no segundo verão (peso corporal médio de 521 kg), o que pode ter contribuído para os menores valores de GMD, uma vez que os animais encontravam-se mais pesados e com um padrão de deposição de tecidos (músculo *vs* gordura) e eficiência de conversão alimentar distintos em relação ao verão anterior (VAN SOEST, 1994). De forma geral, todos os animais ganharam peso de forma consistente durante todo o período experimental, porém aqueles pertencentes às mini-fazendas manejadas com altura pré-pastejo de 25 cm e adubadas de 200 kg ha^{-1} de N chegaram à meta de peso para abate (480 kg) quatro meses antes dos animais pertencentes às mini-fazendas manejadas a 35 cm e adubadas com 50 kg ha^{-1} de N (Figura 27).

Maior GMD foi registrado nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm em relação à de 35 cm também no outono 2009, seguramente por causa de maior decapitação de perfilhos reprodutivos e indução de produção de novos perfilhos, acelerando o fluxo e renovação de tecidos, particularmente nos pastos

adubados com 200 kg ha^{-1} de N. Maior renovação de tecidos resulta em forragem mais jovem, de melhor valor nutritivo (SANTOS et al., 2006).

Como conseqüência dos maiores valores de GMD e de taxa de lotação nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm relativamente àqueles manejados com a altura de 35 cm, o ganho de peso médio diário por unidade de área (2,126 e 1,488 kg ha^{-1} dia^{-1}, respectivamente, Tabela 12) e total ao longo do período experimental (886 e 674 kg ha^{-1}, respectivamente, Figura 28) foram maiores nos pastos manejados a 25 cm. De forma geral, ao final do experimento, o ganho de peso por unidade de área nos pastos manejados com a altura pré-pastejo de 25 cm foi 24% maior que naqueles manejados a 35 cm, indicando que apenas com manipulação e adequação do processo de pastejo por meio da variação no intervalo de pastejo é possível gerar aumento substancial na produção de carne em sistemas de produção animal em pastagens. Esses resultados demonstram também a deficiência das atuais recomendações de uso e manejo do pastejo do capim-marandu no Brasil, uma vez que alturas de entrada de 45 (CORREA, 2000) e 60 cm (SENAR, 2003) são normalmente preconizadas e correspondem a valores 30 a 70% superiores à meta de 35 cm, que resultou em menor desempenho e produtividade animal no presente estudo. Os valores de ganho de peso por unidade de área obtidos estão bastante acima da média nacional, situada ligeiramente acima de 100 kg ha^{-1} ano^{-1} (IBGE,2010), e demonstram um potencial muito grande que pode vir a ser explorado apenas por meio de ajustes e adequação do manejo do pastejo antes que uso de insumos possa ser considerado como alternativa para intensificação do processo produtivo. Nesse contexto, a elevação da dose de N aplicada resultou em aumento do ganho de peso por unidade de área tanto em termos de média diária (Tabela 19) como em termos totais ao final do experimento (Figura 29). O uso de nitrogênio resultou em maior aumento do ganho de peso por unidade de área nos pastos manejados a 25 cm de altura (23%) relativamente àqueles manejados a 35 cm (12%), demonstrando que maior eficiência e resposta ao nitrogênio pode ser obtida em situações onde a colheita da forragem produzida é realizada de forma eficiente. Em valores absolutos, o ganho de peso por unidade de área ao final do

experimento nos pastos manejados com altura pré-pastejo de 25 e 35 cm passou de 770 para 1.010 e de 630 para 720 kg ha^{-1} com o aumento da dose de N de 50 para 200 kg ha^{-1}, respectivamente. Vale ressaltar que praticamente não houve diferença em desempenho dos tratamentos 25/50 (770 kg ha^{-1}) e 35/200 (720 kg ha^{-1}) (Figura 27), contudo, no primeiro caso foram utilizados 50 kg ha^{-1} de N e no segundo foi utilizada uma quantidade quatro vezes maior, o que resulta em maior custo de produção e menor eficiência do processo produtivo, com impactos potenciais negativos para o ambiente. O fato demonstra a importância de colher adequadamente a forragem produzida como forma de permitir a realização dos benefícios potenciais da adubação nitrogenada em sistemas de produção animal em pastagens (Da SILVA;HODGSON, 2002; Da SILVA;CORSI, 2003; Da SILVA; 2004).

6 CONCLUSÕES

- Metas de manejo do pastejo em lotação rotacionada de capim-marandu correspondem à altura pré-pastejo de 25 cm e altura pós-pastejo mínima de 15 cm, porém prioridade deve ser dada à meta de pré-pastejo flexibilizando-se o manejo por meio de variações na meta pós-pastejo quando não há número suficiente de animais para realização de ajustes em taxa de lotação;
- A adubação nitrogenada aumenta a produtividade animal, especialmente nas condições de colheita eficiente da forragem produzida;
- Intensificação do processo produtivo deve ser feita prioritariamente por meio de ajuste do processo de pastejo e colheita eficiente da forragem produzida, com uso de insumos e outras práticas como irrigação e suplementação realizado preferencialmente nessas condições.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D.; 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**, Viçosa, v. 33 n. 6, p. 1372-1379, 2004.

ANDRADE, F.M.A. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte.** 2003.125 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

BARBOSA, R.A. (Ed.). **Morte de pastos de braquiaria**. Campo Grande: EMBRAPA Gado de Corte, 2006. 206 p.(EMBRAPA Gado de Corte, Workshop).

BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V.P.B.; Da SILVA, S.C.; ZIMMER, A.H.; TORRES JR., R.A.A. Características estruturais e produção de forragem do capim-tanzânia submetido a intensidades e freqüências de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 329-340, 2007.

BARCELLOS, A. O**.** Sistemas extensivos e semi-intensivos de produção pecuária bovina de corte nos cerrados. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 8.; INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL SAVANNA,1., Brasília, 1996. Biodiversidade e produção sustentável de alimentos e fibras no Cerrado: **proceedings/anais** Planaltina: EMBRAPA, CPAC, 1996. P.130-136.

BARTHRAM, G.T. Experimental techniques: the HFRO sward. stick. In: HILL FARMING RESEARCH ORGANIZATION. **Biennial report**. Midlothian, 1985.p. 29-30.

BATISTA, K.; MONTEIRO, F.A. Nitrogen and sulphur in marandu Grass: relationship between supply and concentration in leaf tissues. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 64, n. 1, p. 44-51, 2007.

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.

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.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Serviço Nacional de Pesquisa Agronômica. Comissão de Solos. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro, 1960. 634 p. (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; Oxon: CAB Internacional, 1996. p. 37-69.

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.** 2003. 124 p . Dissertação (Mestrado em em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 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 Brazil. **Tropical Grasslands,** Brisbane, v. 42, n. 8, p. 43-52, 1994.

CAMINHA, F.O.; Da SILVA, S.C.; PAIVA, A.J.;PEDREIRA, L.E.T.; MESQUITA, P.; GUARDA, V.D. Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, p.213-220, 2010.

CANDIDO, 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**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 406-415, 2005.

CARNEVALLI, R.A.; Da SILVA, S.C.; CARVALHO, C.A.B.; SBRISSIA, A.F.; FAGUNDES, J.L.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Coastcross submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua**. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 6, p.919-927, 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 Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 7-15, 2001b.

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 Grasslands**, Brisbane, v. 40, n. 3, p. 165-176, 2006.

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, v. 57, n. 1, p. 39-51, 2000a.

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 Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 591-600, 2000b.

CARVALHO, P.C.F. O manejo da pastagem com gerador de ambientes pastoris adequados à produção animal. In: SIMPÓSIO DE MANEJO DA PASTAGEM, 22., 2005, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005. p. 7-31.

CARVALHO, P. C. F. ; GONÇALVES, E. N ; POLI, C. H. E. Cl ; NABINGER, C. ; MACARI, S. ; BAGGIO, C. ; SANTOS, D. T. ; NEVES, F. P. ; LANG, C. R . Ecologia do Pastejo . In: PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; FONSECA, D.M. (Org.). Manejo Estratégico da Pastagem. Viçosa: Editora da UFV, 2006, p. 43-72.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowering plants**. NewYork: New York Botanical Gardens, 1988. 555 p.

CORREA, L.A. **Produção de carne em pastagens adubadas**. São Carlos: EMBRAPA Pecuária Sudeste, 2000. 25 p.(EMBRAPA Pecuária Sudeste, Circular Técnica 25).

COSGROVE, G.P. Grazing behavior and forage intake. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1997, Viçosa, 1997. **Anais...** Viçosa: 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.** 2007. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 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. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

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. **Proceedings…** Curitiba, 2004. 1 CD-ROM.

Da SILVA, S.C.; CARVALHO, P.C.F. Foraging behaviour and intake in the favourable tropics/sub-tropics. In: McGILLOWAY, D.A. (Ed.). **Grassland: a global resource.** Wageningen: Academic Publishers, 2005. p. 81-95.

Da SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM – PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 155-186.

Da SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D. Sistema intensivo de produção de pastagens. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2., 2006, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Colégio Latino Americano de Nutrição Animal, 2006. p.1-41.

_____. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, supl. esp., p. 121-138, 2007. Apresentado na REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal.

Da SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; CARNEVALLI, R.A.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; MATTHEW, C.; ARNOLD, G.C..; MORAES, J.P. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. subject to rotational stocking management. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 3, p. 8-19, 2009.

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 performace of dairy cows under rotational grazing. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 63, p. 257-269, 2008.

DIAS-FILHO, M.B. **Opções forrageiras para áreas sujeitas ao encharcamento.ou alagamento temporário**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2006. 34 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 239).

DIAS-FILHO, M.B.; CARVALHO, C.J. Physiological and morphological responses of *Brachiaria* spp. to flooting. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, p. 1959-1966, 2000.

DIFANTE, G.S.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JR., D.; Da SILVA, S.C.; TORRES JR. R.A.A.; SARMENTO, D.O.L. Ingestive behavior, herbage intake and grazing efficiency of beef cattle steers on Tanzania guineagrass subjected to rotacional stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 6, p. 1001-1008, 2009a.

DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V.P.B.; Da SILVA, S.C.; BARBOSA, R.A.; GONÇALVES, W.V. Sward structure and nutritive value of tanzania guineagrass subjected to rotacional stocking managements. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa,v. 38, n. 1, p. 9-19, 2009b.

DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO JR., D.; 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**, Viçosa, v. 37, n. 2, p.189-196, 2008.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: EMBRAPA, Produção de Informação, 1999. 412 p.

EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K. Produção de carne em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM – PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS, 18., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 321-349.

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, v. 42, n. 8, p. 1189-1198, 2007.

FAGUNDES, J.L.; Da SILVA, S.C; PEDREIRA, C.G.S.; SBRISSIA, A.F.; CARNEVALLI, R.A.; CARVALHO, C.A.B.; PINTO, L.F.M. Intensidades de pastejo e a composição morfológica de pastos de *Cynodon* spp. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p. 897-908, 1999a.

FAGUNDES, J.L.; Da SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S.; CARNEVALLI, R.A.; CARVALHO, C.A.B.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, p.1141-1150, 1999b.

FAGUNDES, J.L.; Da SILVA, S.C; PEDREIRA, C.G.S.; SBRISSIA, A.F.; CARNEVALLI, R.A.; CARVALHO, C.A.B.; PINTO, L.F.M. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 187-195, 2001.

FAGUNDES, F.L.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JÚNIOR,D.; 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, 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**, Oxford, v. 63, p. 270-279, 2008.

FNP CONSULTORIA E COMÉRCIO. **ANUALPEC 2009**: anuário da pecuária brasileira. São Paulo: Ed. Editora Argos, 2009. 392 p.

GUARDA, V.D.A. **Freqüência e severidade de desfolhação e eficiência de utilização de forragem em pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua e ritmos de crescimento induzidos por adubação nitrogenada.** 2010. 118 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

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**, Viçosa, 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:Marandu, Setária e Tanzânia nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, 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. **Anais...** Nova Odessa: 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.** 2007. 175 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

GIACOMINI, A.A.; Da SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L. ZEFERINO, C.V. SOUZA JR, S.J.; TRINDADE, J.K.; GUARDA, V.D.A.; NASCIMENTO JR., D. Growth of marandu palisadegrass swards subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 66, p. 733-741, 2009a.

GIACOMINI, A.A.; Da SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L. ZEFERINO, C.V. TRINDADE, J.K.; SOUZA JR., S.J.; GUARDA, V.D.A.; SBRISSIA, A.F.; NASCIMENTO JR., D. Components of the leaf área índex of marandu palisadegrass swards subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 66, p. 721-732, 2010b.

GOMES, M.B. **Estrutura do dossel, interceptação de luz e massa de forragem em capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada.** 2010. 62 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2010.

GONÇALVES, A.C. **Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua.** 2002. 124 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 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**, Oxford, v. 63, p.152-166, 2008.

HODGSON, J. **Grazing management:** Science into pratice. Longman Scientific and Technial, Longman group, 1990.

HODGSON, J.; Da SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA, 2002, Recife. **Anais…** Recife: SBZ, 2002. p. 180-202.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <http:/www.ibge.gov.br>. Acesso em: 20 maio 2010.

JEWISS, O.R. Tillering in grasses: its significance and control. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v. 72, p. 65-82, 1972.

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**, Oxford, v. 61, p. 182-191, 2006.

LARA, M.A.S.**. Respostas morfofisiológicas de cinco cultivares de Brachiaria spp.às variações estacionais de temperatura do ar e fotoperíodo**. 2007. 91 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

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**, Viçosa, 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, v. 61, n. 6, p. 632-639, 2004.

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 International, 1996. p. 3-36.

LEMAIRE, G.; Da SILVA, S.C.; AGNUSDEI, M.; WADE, M.; HODGSON, J. Interections between life lifespan and defoliation frequency in temperate and tropical pastures: a review. **Grass and Forage Science,** Oxford, v. 6, p. 341-352, 2009.

LITTEL, 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, 2000.

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.** 2002. 160 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

MARCELINO, K.R.A.; NASCIMENTO JR., D.; 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**, Viçosa, v. 35 n. 6, p. 2243-2252, 2006.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M.;NASCIMENTO JR., D.;SANTOS, P.MA; 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**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1475-1482, 2005.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE-HAMILTON, N.R. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIRE, C.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.). Grassland ecophysiology and grazing ecology. Wallingford: CABI Publ., 2000. chap.7, p.127-150.

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 parttern of nitrogen fertilizer application and annual stocking rate. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 53, p. 279-286, 1998.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on 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.

MESQUITA, P. **Dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes.** 2008. 87 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2008.

MESQUITA, P.; Da SILVA, S.C.; PAIVA, A.J.; CAMINHA, F.O; PEREIRA, L.E.T. GUARDA, V.D.; NASCIMENTO JR, D. Structural characteristics of marandu palisade grass swards subjetcted to continuious stocking and contrasting rhythms of growth. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 67, p. 23-30, 2010.

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 lotaçã contínua.** 2004. 159 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 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, v. 52, n. 1, p. 135-141, 1995.

MORENO, L.S.B. **Produção de forragem de capins do gênero Panicum e modelagem de respostas produtivas e morfofisiológicas em função de variáveis climáticas.** 2004. 86 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

NASCIMENTO JR., D.; BARBOSA, R.A.; MARCELINO, K.R.A.; GARCEZ NETO, A.F.; DIFANTE, G.S.; LOPES, B.A. A produção animal em pastagens no Brasil: uso do conhecimento técnico e resultados. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM –Produção Animal em Pastagens, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 7-82.

NUNES, S.G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M.I.O.; GOMES, D.T. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu**. 2. ed. Campo Grande: EMBRAPA, CNPGC, 1985. 31 p. (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**, Viçosa, v. 34 n. 4, p. 1121-1129, 2005.

PARSONS, A.F.; JOHNSON, I.R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 43, n. 1, p. 46-59, 1988.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; Da SILVA, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *B. brizantha* cv. Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 281-287, 2007.

PEREIRA, J.C. **Manejo de pastagens.** Brasília: SENAR, 2003. 92 p.(SENAR. Coleção SENAR, 72).

PEREIRA, L.E.T. **Morfogênese e estrutura do dossel de pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidos a lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes.** 2009. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

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 Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 3, p. 439-447, 2001.

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. chap.1, 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, v. 65, n. 1, p. 43-50, 2008.

SANTOS, P.M.; CORSI, M.; PEDREIRA, C.G.S.; LIMA, C.G. Tiller cohort development and digestibility in Tanzania guineagrass (Panicum maximum cv. Tanzânia) under three levels of grazing intensity. **Tropical Grasslands**, Australia, v.40, n.2, p.84-93, 2006.

SARMENTO, D.O.L. **Comportamento ingestivo em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua.** 2003. 76 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

_____. **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.** 2007. 144 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

SARMENTO, P.; RODRIGUES, R.L.A.; LUGÃO, S.M.B.; CRUZ, M.C.P.; CAMPOS, F.P.; FERREIRA, M.E. Respostas agronômicas e morfológicas de *Panicum maximum* JACQ cv. IPR-86 Milenio sob pastejo à adubação nitrogenada. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 62, n. 4, p. 333-346, 2005.

SAS INSTITUTE. Disponível em: <http://sasdocs.ucdavis.edu>. Acesso em: 20 maio 2010.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-Marandu.** 2004. 171 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004

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, v. 58, n. 4, p. 655-665, 2001.

SBRISSIA, A.F.; Da SILVA, S.C.; MOLAN, L.K. SARMENTO, D.O.L.; ANDRADE, F.M.E.; LUPINACCI, A.V.; GONÇALVES, A.C. Tillering dynamics in palisadegrass swards continuously stocked by cattle. **Plant Ecology**, v. 206, n.2. p.349-359, 2010.

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**, Oxford, v. 59, p. 264-273, 2004.

SILVEIRA, M.C.T. **Estrutura do dossel, acúmulo de forragem e eficiência de pastejo em pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo.** 2010. 100 p. Tese (Doutorado em Zootecnia – Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, 2010.

SOARES FILHO, C.V. Recomendações de espécies e variedades de Brachiaria para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM - BRACHIARIA, 11., 1994, Piracicaba. **Anais…** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 25-29.

SOLLENBERGER, L.E.; CHERNEY, D.J.R. Evaluating forage production and quality. **The science grassland agriculture**. Ames: Iowa State University Press, 1995. p. 97-110.

SOUZA JÚNIOR. 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.** 2007. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

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 Reseach**, Melbourne, v. 24, n. 6, p. 821-829, 1973.

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.** 2007. 162 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 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.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; PAULINO, P.V.R.; MARCONDES, M.I.; SILVA, A. Prefácio. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7., 2010, Viçosa. **Anais...** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 2010.p. xi-xii.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of ruminant**. 2.ed. New York: Cornell University, 1994. 476p.

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.** 2006. 167 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens)– Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

WADE, M.H. **Factors affecting the availability of vegetative *Lolium perenne* to grazing dairy cows with special reference to sward characteristics, stocking rate and grazing method.** 1991. 89 p. Thesis (Docteur) – Universite de Rennes, Saint Gilles, 1991.

WELLES, J.M.; NORMAN, J.M. Instrument of indirect measurements of canopy architecture. **Agronomy Journal**, Madison, v. 83, p. 818-825, 1991.

WERNER, J.C. Adubação de pastagens. Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1986. 49p. (Instituto de Zootecnia. Boletim Técnico, 18)

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.; CANTARELLA, H. Forrageiras. In: RAIJ, B. van, CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo.** 2. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 1996. p. 263-273.

WOLFINGER, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistic Simulation and Computation,** Philadelphia, v. 22, n. 4, p. 1079-1106, 1993.

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 bovinod de corte.** 2006. 193 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

ZIMMER, A.H.; EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.Ç MACEDO, M.C.M. **Considerações sobre índices de produtividade da pecuária de corte em Mato Grosso do Sul.** Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC,1998. 53p. (EMBRAPA – CNPGC. Documentos, 70).