

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Densidade populacional e dinâmica do perfilhamento em capim-
marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo e adubação
nitrogenada**

Cleunice Auxiliadora Fialho

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

**Piracicaba
2011**

**Cleunice Auxiliadora Fialho
Zootecnista**

**Densidade populacional e dinâmica do perfilhamento em capim-marandu
submetido a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada**

Orientador:
Prof. Dr. **SILA CARNEIRO DA SILVA**

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

**Piracicaba
2011**

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

Fialho, Cleunice Auxiliadora

Densidade populacional e dinâmica do perfilhamento em capim marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada / Cleunice Auxiliadora Fialho. - - Piracicaba, 2011.

77 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2011.

1. Adubação 2. Capim marandu 3. Densidade populacional 4. Dinâmica de populações
5. Nitrogênio 6. Pastejo - Manejo 7. Perfilhação I. Título

CDD 633.2
F438d

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

DEDICO

Aos meus pais,

Renato Camilo Fialho e Ilma Bittencourt Fialho

Pelo amor, incentivo e dedicação durante toda a vida para o sucesso dos filhos

Aos meus irmãos,

Márcio Antônio Fialho e Flávio Manoel Fialho

Pelo exemplo de vida, incentivo constante, cuidado e preocupação com meu futuro

Às minhas irmãs,

Elisa, Cici, Ana e Regina Fialho

Pelos conselhos, horas de conversa e risadas, incentivo e cumplicidade existente entre nós

Aos amados sobrinhos,

André, Henrique, Arthur, Guilherme, Paula, Gustavo, Caio, Amanda, Duda, Arthuzinho e Bernardo

Pela alegria e carinho todas as vezes que vou a Viçosa

OFEREÇO

Ao meu pai, meu grande herói

Renato Camilo Fialho

À minha mãe, minha melhor amiga,

Ilma Bittencourt Fialho

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas muitas bênçãos e conquistas e por sempre iluminar o meu caminho.

Ao Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva, exemplo de profissional, pela orientação distinta e exemplar. Pela paciência, incentivo, apóio e confiança depositada em mim, durante o curso de mestrado.

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

À Universidade Federal de Viçosa, pelo título de Zootecnista e pelas oportunidades a mim concedidas durante a graduação.

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.

Aos mestres da Universidade Federal de Viçosa, Domício do Nascimento Júnior e Edenio Detmann, pelo incentivo profissional, ajuda durante o processo de formatura e amizade, minha gratidão.

Aos companheiros e amigos de condução do experimento, Flávia Gimenes, Marcelo Barcelo Gomes, Alexandre Berndt, Luciana Gerdes, Maria Tereza Colozza, Dr. Joaquim Carlos Werner, pela dedicação, sob sol e chuva, e pela paciência e alegria com a qual me receberam no IZ.

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.

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 amigos, colegas de orientador e laboratório, pela agradável recepção quando cheguei a Piracicaba, apoio e socorro em todas as necessidades, Leandro Martins Barbero, Lilian Elgalise Techio Pereira, Adenilson José Paiva, Salim Jacaúna de Souza Júnior, Márcio André Stefanelli Lara, Jorge Nunes Portela, Felipe Tonato, Diego Noleto Luz Pequeno, Davi Cavalcante de Aquino, Marcos Schleiden Sousa Carvalho, Murilo Saraiva Guimarães, Aliedson Sampaio Ferreira, Renan Suaden Parmejiane, Janaína Roselem Lima, Cristiane Sitta, Monique Guardieiro Débora de Carvalho e Valdson José da Silva.

Às companheiras de república, pela convivência harmoniosa e alegre, Carolina Guerra e Natália Munhoz.

Aos amigos especiais, Fernanda Lopes Macedo, Lucas Jado Chagas (Parabis) e Rodrigo Marques que foram companheiros de disciplinas e de horas de conversas e risadas o que transformou meus momentos mais divertidos e fez com que a saudade de casa fosse amenizada.

Aos grandes amigos de Viçosa, amigos de uma vida, Cássio José da Silva, Carolina Guerra, Gustavo Nápolis, Gisele Sales Batista (Gisoquita), Fran, Rafael e Thaíse Latini pelo apóio, ajuda e por me escutarem sem reclamar.

Aos parceiros do “Reury Clube” Paulo Freitas, Paulo Bitarães, Paulo Arruda, Fred, Sãozinha e Juliana pelo apóio e confecção daqueles que hoje fazem a alegria da nossa família.

Aos grandes profissionais da área de pastagem, Lilian Elgalise Techio Pereira e Diego Noleto Luz Pequeno, pelas incessantes ajudas profissionais, discussões e pela disposição e boa vontade sempre que precisei, meu muito obrigado.

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

“A humildade revela inteligência, nobreza de alma e superioridade de espírito, boa formação de caráter e um conceito exato do que é a vida”.

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS.....	15
LISTA DE TABELAS	17
1 INTRODUÇÃO	19
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1 A pastagem como uma população de perfilhos.....	23
2.2 Perfilhos e perfilhamento.....	23
2.3 Perfilhamento e o processo de desfolhação.....	25
2.4 O manejo do pastejo e a produção animal em pasto	28
2.5 Hipótese	31
2.6 Objetivo	31
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Material.....	33
3.1.1 Espécie Vegetal	33
3.1.2 Local e solo da área do experimento	33
3.1.3 Clima e dados climáticos durante o experimento	34
3.1.4 Animais.....	36
3.2 Métodos.....	37
3.2.1 Tratamentos e delineamento experimental	37
3.2.2 Instalação das condições experimentais e imposição dos tratamentos	39
3.2.3 Monitoramento das condições experimentais, adubação e tratos culturais.....	39
3.2.4 Avaliações de campo	42
3.2.4.1 Interceptação luminosa pelo dossel forrageiro na condição pré-pastejo	42
3.2.4.2 Massa de forragem e relação folha/colmo em pré e pós-pastejo	42
3.2.4.3 Densidade populacional de perfilhos e dinâmica do perfilhamento.....	43
3.2.4.4 Processamento dos dados e análise estatística.....	45
4 RESULTADOS	47
4.1 Caracterização dos pastos e dos regimes de pastejo avaliados	47
4.1.1 Altura do dossel forrageiro	47

4.1.2 Número de pastejos, período de ocupação e intervalo de pastejo	49
4.1.2.1 Número total de pastejos	49
4.1.2.2 Período de ocupação.....	50
4.1.2.3 Intervalo de pastejo.....	51
4.1.3 Massa de forragem pré e pós-pastejo	52
4.1.4 Relação folha:colmo em pré e pós-pastejo.....	54
4.1.5 Interceptação luminosa pelo dossel forrageiro na condição pré-pastejo	56
4.2 Densidade populacional de perfilhos	57
4.3 Aparecimento e morte de perfilhos	58
4.4 Estabilidade da população de perfilhos	61
5 DISCUSSÃO.....	63
6 CONCLUSÕES.....	69
REFERÊNCIAS	71

RESUMO

Densidade populacional e dinâmica do perfilhamento em capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada

O perfilhamento é aspecto central da produtividade e perenidade de plantas forrageiras em pastagens, porém normalmente avaliado sob escalas reduzidas de experimentação (parcelas e piquetes). O objetivo deste experimento foi avaliar a densidade populacional de perfilhos e a dinâmica do perfilhamento em capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada em experimento de grande escala (pastejo) durante uma estação de crescimento das plantas forrageiras (outubro de 2009 a maio de 2010). Os tratamentos corresponderam a duas metas de altura 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 (EU) 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 unidades auto-contidas. Foram utilizados animais da raça Nelore em número variável de conformidade com a necessidade de ajustes em taxa de lotação para manutenção das metas pré-pastejo. A meta de altura pós-pastejo foi única (15 cm), porém permitida variar acima do valor estipulado como forma de gerar flexibilidade e permitir a manutenção das metas de altura pré-pastejo. As variáveis analisadas foram: massa de forragem e relação folha/colmo, densidade populacional de perfilhos inicial (DPPi), intermediária (DPPm) e final (DPPf), taxas de aparecimento (TAP) e morte (TMP) e índice de estabilidade da população de perfilhos (IE). A DPPi foi semelhante para todos os tratamentos, porém as diferenças foram se acentuando ao longo da estação de crescimento, resultando em maior DPPf nos pastos manejados com a altura pré-pastejo 25 cm. De forma geral, pastos manejados a 35 cm apresentaram maior massa de forragem e menor relação folha/colmo em pré e pós-pastejo, caracterizando níveis distintos de competição por luz durante a rebrotação e de severidades de desfolhação, influenciando a dinâmica do perfilhamento. A mortalidade de perfilhos foi maior nos pastos manejados a 35 cm, com diferenças em aparecimento sendo registradas somente a partir de fevereiro de 2010, quando houve redução do aparecimento de perfilhos nos pastos manejados a 25 cm. Como consequência o balanço mensal entre aparecimento e morte nos pastos manejados a 35 cm foi menor, o que resultou em menor DDPf ao final do experimento. Pastos manejados a 25 cm apresentaram maior estabilidade da população de perfilhos, sugerindo melhores condições de crescimento e manutenção de plantas na área. O nitrogênio modificou apenas o *timing* de ocorrência dos efeitos dos tratamentos de pastejo sobre as plantas, consequência da modificação da velocidade de crescimento das mesmas. Os resultados demonstram a importância estratégica desse tipo de avaliação em experimentos de larga escala por permitem que inferências sejam feitas sobre a estabilidade da população de plantas além da produção de forragem e desempenho animal. A melhor estratégia de manejo foi aquela de altura pré-pastejo 25 cm, independente da dose de N utilizada, realçando a importância da colheita adequada e eficiente da forragem produzida antes do uso da adubação nitrogenada.

Palavras-chave: Capim-marandu; Dinâmica do perfilhamento; Densidade populacional de perfilhos; Manejo do pastejo; Estabilidade da população de plantas

ABSTRACT

Tiller population density and tillering dynamics in marandu palisade grass subjected to strategies of rotational stocking management and nitrogen fertilisation

Tillering plays a central role in determining the productivity and the stability of forage grasses in pastures, but is normally evaluated under reduced scales of observation (plot and paddock scale experiments). The objective of this experiment was to evaluate tiller population density and tillering dynamics of marandu palisadegrass subjected to strategies of rotational stocking management and nitrogen fertilisation in a large scale grazing-type experiment during an entire plant growth season (October 2009 to May 2010). 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 using Nellore steers in variable number in accordance with the need of adjustments in stocking rate to 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. The following response-variables were studied: herbage mass and leaf/stem ratio; tiller population density at the beginning (TPDi), middle (TPDm) and end (TPDf) of the experimental period; and tiller population stability index (SI). TPDi was similar for all treatments, but differences became more pronounced during the experiment, resulting in larger TPDf on swards managed at 25 cm. In general, swards managed at 35 cm had larger herbage mass and smaller leaf/stem ratio at pre and post-grazing, characterising distinct levels of competition for light during regrowth and of severities of grazing, influencing tillering dynamics. Tiller death was larger on swards managed at 35 cm, with differences in tiller appearance being recorded only from February 2010 onwards, when there was a reduction in tiller appearance on swards managed at 25 cm. As a consequence, the monthly balance between tiller appearance and death on swards managed at 35 cm was smaller, resulting in lower TPDf. Swards managed at 25 cm showed larger stability of tiller population, suggesting better growth conditions and plant persistence. Nitrogen modified only the timing of occurrence of grazing treatment effects on plants, consequence of modifications caused in how fast plants grew. The results demonstrate the strategic importance of this type of study in large scale grazing experiments, since they allow inferences to be made regarding plant population stability in addition to those related to herbage production and animal performance. The most adequate grazing strategy corresponded to the pre-grazing height of 25 cm, regardless of the nitrogen application rate used, highlighting the importance of efficient harvest of the produced herbage before implementing the use of nitrogen fertilisation in the system.

Keywords: Marandu palisade grass; Tillering dynamics; Tiller population density; Grazing management; Tiller population stability

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Médias mensais de temperatura do ar de janeiro de 2009 a abril de 2010...	35
Figura 2 – Precipitação média durante o período experimental comparada com a média histórica de 30 anos (1968 a 1990 e 2000 a 2008)	35
Figura 3 – Radiação solar média de janeiro de 2009 a abril de 2010	36
Figura 4 – Extrato do balanço hídrico decendial mensal na área experimental de janeiro de 2009 a abril de 2010.....	36
Figura 5 – Croqui de um bloco, seus quatro tratamentos e cada unidade experimental com seis piquetes.....	38
Figura 6 – Vista geral da área experimental.....	38
Figura 7 – Avaliações de dinâmica do perfilhamento: detalhes da marcação dos perfilhos.....	45
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	48
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	49
Figura 10 – Período de ocupação 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.....	50
Figura 11 – Período de ocupação de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010	51
Figura 12 – 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 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 outubro de 2009 a maio 2010.	57

Figura 14 - Balanço entre aparecimento e morte de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubados com nitrogênio de dezembro de 2009 a março de 2010 61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resultados da análise química do solo na área experimental na profundidade de 0-20 cm	34
Tabela 2 - Períodos e taxas de aplicação de fertilizantes em capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2009 a abril de 2010	41
Tabela 3- Datas em que foram realizadas as avaliações de densidade populacional de perfilhos e de dinâmica do perfilhamento em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de outubro de 2009 a maio de 2010	44
Tabela 4 – 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	49
Tabela 5 – Massa de forragem verde pós-pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de março de 2009 a março 2010	53
Tabela 6 – Massa de forragem verde pós-pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de março de 2009 a março 2010	54
Tabela 7 – Relação folha:colmo pré-pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de março de 2009 a março 2010.....	55
Tabela 8 – Relação folha:colmo pré-pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e fertilizados com 50 e 200 kg ha ⁻¹ de N de março de 2009 a março 2010	55
Tabela 9 – Densidade populacional de perfilhos 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.....	58
Tabela 10 - Taxa de aparecimento de perfilhos (perfilho/perfilho.dia) em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de dezembro de 2009 a março de 2010.	59

Tabela 11 - Taxa de mortalidade de perfilhos (perfilho/perfilho.dia) em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010.	60
Tabela 12 - Índice de estabilidade (P_f/P_i) da população de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubados com nitrogênio de dezembro de 2009 a março de 2010.	62

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui atualmente o maior rebanho bovino comercial do mundo, com aproximadamente 200 milhões de cabeças (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2010) criadas quase que exclusivamente em pasto (PEDREIRA, 2002), sem o uso de qualquer alimento suplementar, a não ser minerais. Essa forma natural e de baixo custo de produção animal integra a atividade pecuária brasileira ao meio-ambiente e, com manejo adequado, resulta em produto produzido de forma sustentável, contribuindo para que o país atenda as exigências de mercados rigorosos e conquiste espaço no cenário mundial. A bovinocultura é um dos principais destaques do agronegócio brasileiro. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011), o Brasil assumiu a liderança nas exportações desde 2004, produzindo um quinto da carne comercializada internacionalmente e com vendas realizadas para mais de 180 países. Certamente o Brasil ainda é um dos únicos países que possui condições para expandir a pecuária de corte devido à extensão territorial e ao clima tropical. Além disso, o Brasil conta com grande variedade de espécies forrageiras e raças bovinas com alto potencial de produtividade que podem se adaptar a diversas condições edafo-climáticas. Apesar dessa situação favorável, os índices de produtividade média da pecuária brasileira ainda estão abaixo do seu potencial (SÃO PAULO, 2011). As causas residem no desconhecimento e não adoção de tecnologias disponíveis, tais como manejo inadequado do rebanho, pequena utilização de corretivos e fertilizantes, formação deficiente e manejo inadequado das pastagens, sem respeitar os limites de utilização das plantas forrageiras. Esses fatores podem levar à degradação das pastagens e comprometer, de forma irremediável, a realização do potencial agrícola e pecuário do país (DIAS FILHO, 2011), transformando uma modalidade eficiente de exploração da terra (pecuária) do ponto de vista de prestação de serviços ambientais em agente de degradação e deterioração ambiental (LEMAIRE et al., 2005).

Pastagens são formadas por populações de plantas que, no caso das gramíneas forrageiras, têm como unidade básica de desenvolvimento os perfilhos

(HODGSON, 1990). Estes têm duração de vida limitada, tendo o pastejo como a principal causa de mortalidade por meio da decapitação de seus pontos de crescimento ou meristemas apicais. Dessa maneira, para garantir a perenidade e produtividade das pastagens, deve haver relativa estabilidade da população de perfilhos, o que somente é conseguido por meio de equilíbrio dinâmico e harmônico entre os processos de morte e aparecimento de perfilhos (DA SILVA et al., 2008). Adicionalmente, é por meio da variação em densidade populacional de perfilhos que a comunidade de plantas se adapta de forma mais efetiva e eficiente a estratégias ou regimes de desfolhação empregados, uma vez que permite às plantas maior flexibilidade de restauração e formação de área foliar (MATTHEW et al., 2000). Conhecer a demografia do perfilhamento e como esta varia em função das estratégias de manejo empregadas e das épocas do ano permite a visualização de oportunidades de manejo. Estas são baseadas na otimização do ciclo natural de produção de novos perfilhos, assegurando a perenização dos pastos e contribuindo para a exploração racional e sustentável das áreas de pastagens. Por essa razão, apesar de requerer avaliações detalhadas de plantas forrageiras, mesmo em experimentos de grande porte, como os de pastejo voltados para a avaliação de respostas como produção de forragem e desempenho animal, esse tipo de informação é importante para auxiliar na compreensão de como as respostas, especialmente de produção de forragem, ocorrem. Em casos em que o uso de fertilização nitrogenada é parte da proposta experimental o conhecimento desse processo assume importância relativa ainda maior, uma vez que o nitrogênio exerce forte influência sobre o perfilhamento e o alongamento de folhas nos perfilhos (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Dentro desse contexto, fica clara a necessidade de estudos que permitam a compreensão do processo de perfilhamento e das respostas das plantas a diferentes estratégias de pastejo e fertilização. A compreensão dessas respostas aumenta a possibilidade de planejamento de estratégias eficientes e sustentáveis de uso dos pastos.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a densidade populacional de perfilhos e a dinâmica do processo de perfilhamento em pastos de

capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e fertilizados com nitrogênio em uma condição de larga escala, ou seja, um experimento de pastejo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A pastagem como uma população de perfilhos

A compreensão do desenvolvimento de plantas forrageiras constitui importante ferramenta tanto para a caracterização do potencial de produção de uma dada espécie como também para a definição de seu potencial de uso em sistemas de produção animal em pasto. Dessa forma, é importante conhecer o ciclo de vida de plantas individuais, como componentes de uma população, ressaltando as influências dos fatores de ambiente, das práticas de manejo assim como a importância das estratégias de perenização (DA SILVA et al., 2008).

2.2 Perfilhos e perfilhamento

Gramíneas forrageiras são formadas por um conjunto de perfilhos, consideradas unidades modulares de crescimento dessas plantas (HODGSON, 1990). Estes são organizados conforme a origem de crescimento, idade e estágio de desenvolvimento (MATTHEW et al., 2001), e são formados por uma sequência de fitômeros em diferentes estágios de desenvolvimento (VALENTINE; MATTHEW, 1999). As primeiras e mais importantes estruturas a serem formadas em um fitômero são os primórdios foliares. O acúmulo de fitômeros e o grau de desenvolvimento individual (expansão foliar, alongamento e comprimento dos entrenós) resultam no acúmulo de biomassa do perfilho (SKINNER; NELSON, 1995). Essa organização dinâmica permite às gramíneas manter sua persistência por longo tempo, assim como promove um mecanismo plástico (dentro de certos limites) que proporciona adaptações ao pastejo e mudanças estacionais na estrutura do dossel forrageiro (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993; MATTHEW et al., 2000).

O perfilho possui importância ímpar no que diz respeito à produtividade e perenidade das pastagens, uma vez que a produção de forragem é determinada pela contribuição relativa de cada perfilho e pelo número de perfilhos que constituem a comunidade de plantas (NELSON; ZARROUGH, 1981). O surgimento de novos

perfilhos se dá a partir de gemas axilares localizadas nas axilas de cada folha (JEWISS, 1972), e é influenciado por mecanismos hormonais e condições de meio ambiente (MURPHY; BRISKE, 1992). A iniciação e o desenvolvimento de sucessivos perfilhos garantem às gramíneas forrageiras a principal via de perenização e produção, o perfilhamento (MATTHEW et al., 2000). Este é dependente tanto da produção de novas gemas (pontos de crescimento), basais ou laterais, como da velocidade com que cada uma se desenvolve (MITCHELL, 1953), ou seja, o perfilhamento depende diretamente da emissão de folhas, uma vez que é esse processo que determina o número potencial de gemas axilares. A relação entre o aparecimento de perfilhos e o aparecimento de folhas, o “site filling” (DAVIES, 1974), é uma medida desse potencial. “Site filling” e/ou “site usage” (SKINNER; NELSON, 1992) correspondem a relações entre o aparecimento de perfilhos e o aparecimento de folhas, e denotam a proporção de gemas formadas que posteriormente podem se transformar em novos perfilhos, considerando que cada nova folha formada possui em sua axila uma gema que, dependendo das circunstâncias locais, pode desenvolver-se formando um novo perfilho. O número de folhas desenvolvidas contribui para o restabelecimento do IAF do dossel, induz a recuperação da planta forrageira após eventos de desfolhação e influencia a persistência da população de plantas (MATTHEW et al., 2000). A persistência é importante e está relacionada com habilidade da planta em manter sua densidade populacional de perfilhos e da habilidade de perfilhos individuais em manter folhas verdes (estruturas de elevada eficiência fotossintética para a planta e valor nutritivo para o animal), assegurando contínua renovação de perfilhos e folhas a partir de meristemas remanescentes de plantas desfolhadas (Da SILVA et al., 2008). Essa renovação é influenciada pela capacidade da planta em repor (aparecimento) ou manter (sobrevivência) perfilhos vivos, o que depende de características genéticas e é fortemente influenciado por estratégias de manejo e disponibilidade de fatores de crescimento como precipitação, temperatura, luminosidade e disponibilidade de nutrientes (e.g. Langer, 1963, 1974). Outro fator que influencia na persistência das pastagens é o número de gemas próximas ao solo, pois a localização dos pontos de crescimento abaixo da altura de desfolhação garante às gramíneas forrageiras a habilidade de tolerar a remoção periódica de tecido foliar (DAVIES, 1988).

2.3 Perfilhamento e o processo de desfolhação

Plantas submetidas a regimes de desfolhação alteram a expressão de suas características morfológicas, mudando sua forma e função como forma de se adaptar ao novo ambiente e continuar produzindo folhas. Essa capacidade de alteração de forma e função em resposta a práticas de desfolhação é conhecida como plasticidade fenotípica, definida como sendo a mudança progressiva e reversível na morfogênese das plantas como forma de otimizar seu IAF a assegurar persistência e produção (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). Por essa razão, pastagens podem ser consideradas sistemas altamente regulados onde qualquer mudança estrutural determina respostas na morfogênese de plantas que, por sua vez, modificam a estrutura do pasto (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). O principal componente estrutural do pasto sensível a essas adaptações é o IAF (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996) e uma comunidade de plantas pode otimizá-lo de diversas maneiras. Das três características responsáveis pela formação do IAF do pasto, a densidade populacional de perfilhos é a que permite maior flexibilidade de ajuste por parte da planta a diferentes regimes de desfolhação (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). A densidade populacional de perfilhos é resultado da dinâmica de morte e aparecimento de perfilhos ao longo do ano. A dinâmica populacional resulta em modificação da longevidade e estabilidade de gerações individuais e da população de perfilhos como um todo (DA SILVA et al., 2008) além de determinar sua contribuição para a composição botânica do dossel, de forma a permitir maior ou menor acúmulo de forragem em diferentes épocas do ano (LANGER, 1963; KORTE, 1986). Assim, se faz importante compreender quais aspectos influenciam a dinâmica das populações, ou seja, as taxas de aparecimento e morte de perfilhos, a fim de assegurar maior vigor, perenidade e produtividade da população de plantas no decorrer do ano. Segundo Matthew et al. (2000), os fatores mais importantes na determinação do aparecimento e morte de perfilhos seriam (1) estímulo ao aparecimento de perfilhos quando a luz alcança a base do dossel; (2) redução na taxa de aparecimento e aumento na mortalidade de perfilhos com o sombreamento excessivo em situações de elevada massa de forragem nos pastos; (3) inibição do perfilhamento após desfolhação severa, consequência do baixo nível de reservas

orgânicas na planta; e (4) variação em número de perfilhos fisicamente removidos pelos animais durante o pastejo, sendo essa remoção maior em situações de lotação intermitente relativamente às aquelas de lotação contínua, e maior, também, sob condições de pastejo severo relativamente a pastejo leniente. Esse processo caracteriza renovação constante da população de perfilhos no pasto que, para que seja mantida estável, necessita de um equilíbrio harmônico entre os processos de aparecimento e morte de perfilhos regulado por características de perfilhos individuais como massa e área foliar (SBRISSIA; DA SILVA, 2008).

Perfilhos aparecem continuamente na pastagem e possuem um tempo de vida limitado, normalmente não excedendo mais que um ano, sendo seu tempo de vida, assim como suas taxas de aparecimento, fatores importantes para a persistência das plantas no pasto (LANGER, 1963). Por essa razão é importante estimular o aparecimento de perfilhos, principalmente em épocas de crescimento acelerado da planta forrageira, quando normalmente ocorre elevada mortalidade como resultado das elevadas taxas de lotação necessárias para colheita eficiente da forragem produzida. A desfolhação diminuiu o IAF dos pastos, favorecendo a entrada de luz (quantidade e qualidade) no interior do dossel, estimulando o perfilhamento a partir das gemas axilares. Caso não haja restrição de outros fatores de ambiente, como água e nutrientes, a luz parece ser o fator de maior limitação ao perfilhamento (LANGER, 1956).

As reações fotoquímicas da fotossíntese são desencadeadas pelo estímulo da luz, para conseqüente formação de compostos responsáveis por originar novos tecidos e recuperar a área foliar. Nesse sentido, as respostas das plantas à desfolhação podem ser consideradas como um mecanismo de restabelecimento e manutenção dos padrões de crescimento, segundo o qual todos os recursos disponíveis devem ser utilizados de forma racional para garantir, num primeiro momento, a formação de novos tecidos fotossintetizantes (folhas), visando restaurar balanço positivo de energia e, por conseqüência, permitir o crescimento da planta (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Quando submetidos a estratégias de pastejo rotativo, a rebrotação dos pastos é iniciada por meio de aumento do número de perfilhos (perfilhamento) e do tamanho de cada perfilho. A partir de determinado momento começa haver limitação de disponibilidade e

qualidade de luz no interior do dossel, o perfilhamento é reduzido, passando a ocorrer, inclusive, morte de perfilhos (DA SILVA et al., 2008). Deste ponto em diante, inicia-se o processo de morte dependente de densidade populacional, ou seja, começa a operar o mecanismo de compensação tamanho x densidade populacional de perfilhos (SBRISSIA; DA SILVA, 2008), segundo o qual aumentos subseqüentes em altura e/ou massa de forragem nos pastos estão associados com redução em densidade populacional de perfilhos. Se o período de rebrotação é excessivamente longo, favorecendo o acúmulo de massas de forragem excessivamente altas, a redução em densidade populacional é muito grande e a área foliar residual após desfolhação muito pequena e de baixa eficiência fotossintética, o que pode comprometer a capacidade de recuperação da área foliar e reduzir a habilidade competitiva e produção dos pastos (DA SILVA et al., 2008), com implicações negativas para a produtividade animal. O fato aponta para o potencial que práticas de manejo do processo de desfolhação têm sobre a produção e persistência das pastagens, razão pela qual não podem deixar de considerar aspectos da dinâmica de populações quando de sua idealização e/ou avaliação de resultados em experimentos de pastejo.

O processo de recuperação após eventos de desfolhação apresenta duas fases distintas: (1) curto prazo (dias), em que ocorre adaptação fisiológica devido à restrição no suprimento de carbono para o crescimento, resultante da remoção de tecidos fotossintetizantes (folhas). Este é um período transitório, durante o qual as reservas orgânicas previamente armazenadas são usadas para a rápida reposição dos tecidos perdidos na desfolhação (NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2002); e (2) longo prazo (semanas), em que os mecanismos de curto prazo são incapazes de restabelecer balanço positivo de energia, fase que envolve o reajustamento da atividade fisiológica, quando os estoques de reservas são progressivamente restaurados. Dessa forma é verificada uma readaptação relativa às atividades fisiológicas, incluindo ações em nível hormonal (DAVIES, 1995), resultando em modificações na expressão das características morfológicas da planta (RICHARDS, 1993) como adaptações estruturais e botânicas ao regime de pastejo utilizado (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000).

As alterações morfológicas constituem uma importante parte da resistência das plantas ao pastejo, particularmente ligadas aos mecanismos de “preterimento ou

escape” (BRISKE, 1996), os quais visam reduzir a probabilidade e a intensidade da desfolhação de tecidos vegetais (HODGKINSON; WILLIAMS, 1983; LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Para situações em que intensidade de desfolhação (severidade x frequência) não permite que o restabelecimento do crescimento seja efetuado pela área foliar remanescente, a mobilização e translocação de compostos nitrogenados são responsáveis pela produção de novos tecidos (AVICE et al., 1996 ; LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; VOLENEC et al., 1996; THORNTON et al., 2000; LE DILY et al., 2001; NOQUET et al., 2001; JUSTES et al., 2002). BROUGHAM (1956) constatou que a recuperação das plantas desfolhadas dependia da área foliar remanescente, uma vez que observou uma relação inversa entre a velocidade de recuperação da área foliar inicial e o grau de desfolhação sofrido pelas plantas. Estudos realizados com diversas espécies C_3 e C_4 verificaram que o crescimento radicular é paralizado quando 50% ou mais da área foliar é removida. Nesse contexto, a prioridade de distribuição de assimilados para a parte aérea pode ser considerada uma resposta adaptativa da planta à desfolhação, permitindo a restauração rápida do IAF para captura de luz e fixação de C para manutenção do crescimento (RICHARDS, 1993). O controle da intensidade de desfolhação é importante porque que o acúmulo de compostos de reservas orgânicas na planta pode não ser suficiente para a restauração da área foliar do dossel, o que pode causar redução do crescimento e, em casos extremos, degradação da pastagem. Dessa forma, é importante conhecer os limites de resistência (BRISKE, 1996) das plantas forrageiras e como elas respondem às práticas de manejo do pastejo utilizadas como forma de evitar o processo de degradação e melhorar sua utilização por meio de ajustes na intensidade de desfolhação.

2.4 O manejo do pastejo e a produção animal em pasto

As estratégias de manejo do pastejo devem ser baseadas na compreensão do funcionamento das plantas como forma de identificar oportunidades de otimizar e intensificar o processo de produção e assegurar perenidade dos pastos de maneira sustentável. Para que isso possa ser feito, é necessário conhecer os componentes do ecossistema pastagem e a forma segundo a qual estão integrados na determinação das

respostas de plantas, animais e produtividade do sistema (DA SILVA; CORSI, 2003). Os componentes correspondem aos recursos físicos, vegetais e animais, os quais se encontram arranjados segundo uma estrutura interativa organizada numa sequência hierárquica lógica (SHEATH; CLARK, 1996). Como recursos físicos entende-se a base produtiva, caracterizada pelo tipo de solo, relevo, topografia, condições edafo-climáticas entre outras. A base física impõe restrições às infinitas possibilidades de recursos vegetais e animais passíveis de escolha. É necessário que ocorra uma combinação ótima entre os recursos disponíveis na base física e a escolha vegetal, pois somente após o estabelecimento de uma combinação estável é que se torna possível considerar o terceiro componente da exploração animal em pastagens, o recurso animal (DA SILVA; SBRISSIA, 2000). Plantas e animais têm requerimentos conflitantes que podem resultar em colapso do sistema caso medidas de manejo não sejam tomadas de forma orientada e objetiva (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). Uma vez estabelecido o equilíbrio do ecossistema por meio da integração desses três componentes (planta, animal e meio ambiente) e seus requerimentos de forma a assegurar sua perenidade, adquire importância relativa maior o fator animal, como forma de propiciar a produção de produtos comercializáveis e geradores de receita para o sistema. O processo de produção animal em pasto é composto de três etapas básicas: crescimento, utilização e conversão (HODGSON, 1990). Por crescimento, entende-se a fixação da energia luminosa e sua transformação em biomassa. O processo fisiológico envolvido nessa etapa é a fotossíntese, e é por meio dela que a comunidade de plantas consegue a energia necessária para todos os demais processos morfofisiológicos e condicionadores da produção vegetal (perfilhamento, produção de tecidos da parte aérea e raízes, acúmulo de reservas orgânicas etc.) (DA SILVA; PEDREIRA, 1997). A utilização compreende a etapa da colheita da forragem produzida e a conversão, etapa final do processo produtivo, correspondente à transformação da energia química contida na forragem em tecidos e produtos de origem animal (SBRISSIA; DA SILVA, 2001b). Dentre as três etapas, é a de utilização que permite a maior oportunidade e gera os resultados mais contundentes em termos de manejo, uma vez que é condição básica para que investimentos nas demais etapas (crescimento e conversão) sejam bem sucedidos. Plantas colhidas adequadamente, de forma eficiente e em seu ponto

ideal propiciam condições de crescimento rápido e vigoroso além de produção de forragem em quantidade e qualidade (DA SILVA; CORSI, 2003). Basicamente, a manipulação eficiente do processo de colheita se dá por meio do controle da estrutura do dossel forrageiro e de seus padrões de variação (HODGSON, 1985), condição que permitiu o desenvolvimento do conceito de alvo ou meta de manejo para plantas de clima temperado e que recentemente foi demonstrado aplicável para plantas forrageiras tropicais (HODGSON; DA SILVA, 2002). A densidade populacional de perfilhos e seus padrões de variação são um componente importante determinante da estrutura dos pastos, podendo, dessa forma, determinar as respostas de plantas e animais. O fato realça a importância da compreensão desse importante processo de crescimento e desenvolvimento das plantas como forma, também, de vislumbrar oportunidades para idealizar práticas de manejo baseadas na exploração natural do ciclo de reposição e renovação de perfilhos (MATTHEW et al., 2000), e não apenas determinar os limites de resistência ao pastejo das plantas forrageiras (BRISKE, 1996). O uso de fertilizantes nitrogenados interfere diretamente com a produção de novos perfilhos por estimular o processo de perfilhamento e renovação de perfilhos no pasto, afetando não somente a densidade populacional, mas, também, a idade média da população de perfilhos (CAMINHA et al., 2010), com implicações potenciais sobre a produção (CARVALHO et al., 2001) e valor nutritivo (SANTOS et al., 2006) da forragem produzida. Normalmente, estudos envolvendo perfilhamento das gramíneas forrageiras são feitos em escala reduzida, no máximo em nível de piquetes, uma vez que se trata de avaliação considerada detalhada e, portanto, justificável apenas nessas condições. Contudo, em estudos de maior escala, como os de pastejo, são necessários alguns indicadores de resposta das plantas que permitam que inferências sejam feitas sobre as respostas sendo avaliadas na pastagem, assim como indicadores são avaliados para as respostas de animais, como o consumo de forragem, por exemplo. Esse tipo de enfoque é pouco comum, porém potencialmente importante para a compreensão de resultados em experimentos de grande escala.

2.5 Hipótese

A densidade populacional e seus padrões de variação em função de época do ano e práticas de manejo influenciam as respostas de plantas e animais por interferir com a estabilidade da população de perfilhos e a estrutura dos pastos. Em condições de experimento de pastejo de larga escala, onde normalmente apenas variáveis simples e finais de processos como o acúmulo de forragem e o desempenho animal são avaliadas, conhecimento sobre o processo de perfilhamento podem permitir inferências sobre a sustentabilidade das práticas de manejo adotadas e assegurar maior poder explicativo e integração dos resultados.

2.6 Objetivo

Avaliar a densidade populacional de perfilhos, a dinâmica do perfilhamento e seus padrões de variação ao longo de uma estação de crescimento em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubados com 50 e 200 kg.ha⁻¹ de N em experimento de larga escala.

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, Nova Odessa, SP, 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, de forma concomitante a um experimento de pastejo de larga escala em que foram avaliados produção e perdas de forragem e desempenho animal de janeiro de 2009 a abril de 2010 (GIMENES, 2010). A referida área situa-se no município de Nova Odessa, SP, nas coordenadas geográficas aproximadas de 22° 42' de latitude sul, 47° 18' de longitude oeste e 528 m de altitude. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2006). Antes do início do experimento foram realizadas amostragens de solo na camada de 0 a 20 cm de profundidade para cada unidade experimental (módulo de seis piquetes de 5.000 m² cada) dentro de cada um dos quatro blocos, totalizando 16 amostras. Os resultados das análises químicas

indicaram valores baixos de pH e teor de fósforo, e teor mediano de potássio (Tabela 1) em relação as necessidades 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 (CaCl ₂)	M.O. g/dm ³	P mg/dm ³	K	Ca	Mg	H+Al mmol/dm ³	SB	T	V %
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

O clima da região é do tipo Cwa da classificação Köppen, tropical, quente e úmido com estação chuvosa no verão e seco no inverno. A temperatura média anual é de 22 °C, a pluviosidade média anual está próxima de 1200 mm. 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 de pastejo foram coletados na Estação Meteorológica 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).

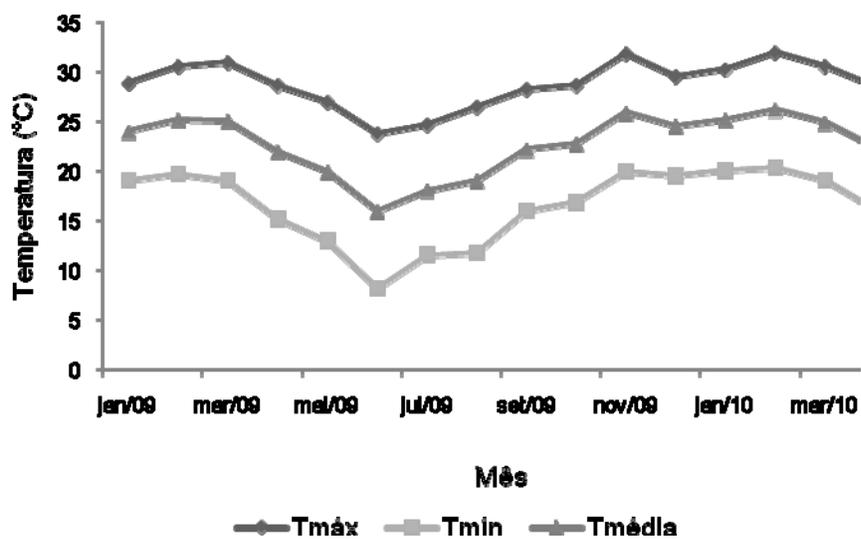


Figura 1 – Médias mensais de temperatura do ar de janeiro de 2009 a abril de 2010

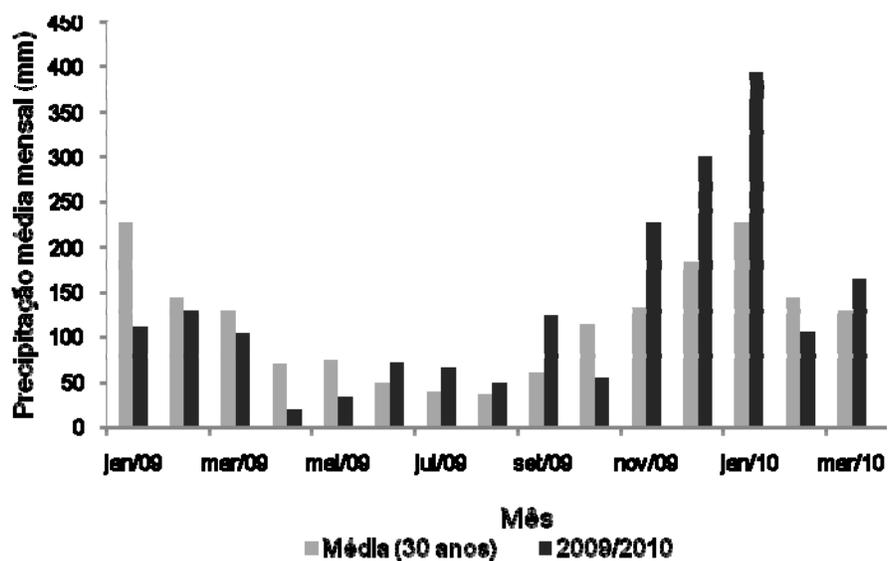


Figura 2 – Precipitação média durante o período experimental comparada com a média histórica de 30 anos (1968 a 1990 e 2000 a 2008)

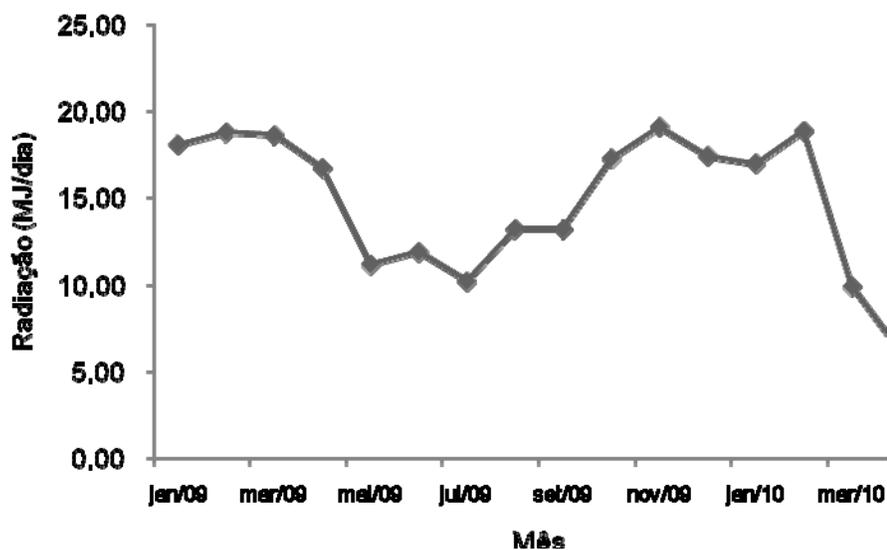


Figura 3 – Radiação solar média de janeiro de 2009 a abril de 2010

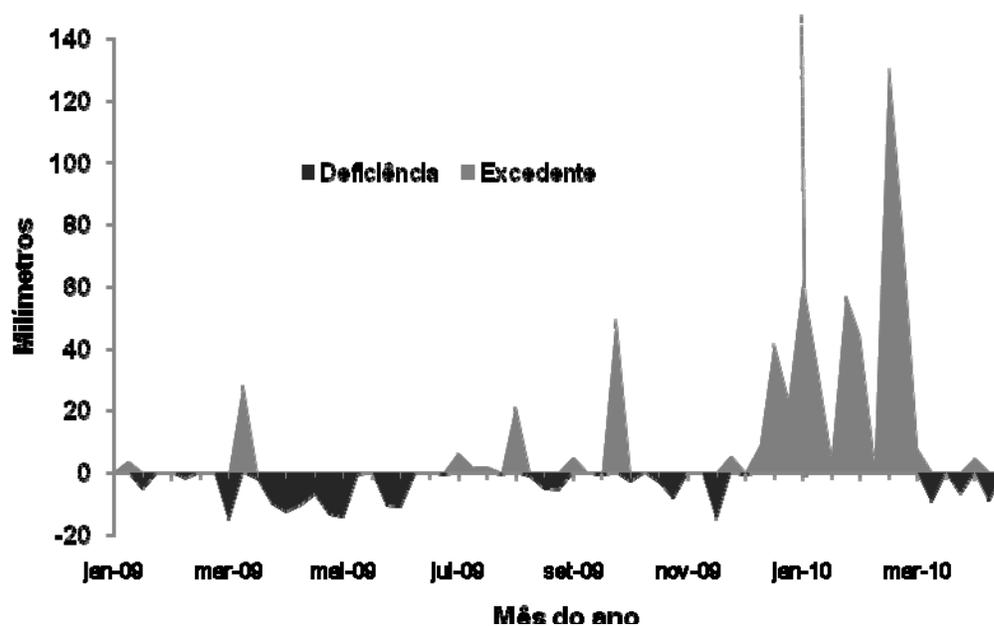


Figura 4 – Extrato do balanço hídrico decendial mensal na área experimental de janeiro de 2009 a abril de 2010

3.1.4 Animais

Ao longo do experimento de pastejo foram utilizados 420 bovinos machos da

raça Nelore, castrados, com idade média e peso corporal inicial de 18 meses e 320 kg, respectivamente, todos oriundos de parcerias com pecuaristas. Destes, foram selecionados 48 animais para avaliações de desempenho (GIMENES, 2010) com peso corporal médio de 327 kg, os quais foram alocados três a três às unidades experimentais (módulos de seis piquetes de 5.000 m² cada) de forma que a média de peso dos três animais fosse praticamente a mesma para cada unidade experimental. 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 máxima de interceptação da luz incidente (IL) pelo dossel forrageiro, respectivamente, conforme resultados de série anterior de experimentos análogos com a mesma planta forrageira (e.g. TRINDADE et al., 2007; GIACOMINI et al., 2009,). As doses de aplicação de nitrogênio corresponderam a 50 e 200 kg ha⁻¹ ano⁻¹, doses consideradas suficientes para manutenção (CADISH et al., 1994; WERNER et al., 1996) e 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 (altura pré-pastejo/dose de N). 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 m² cada. Dessa maneira, cada UE teve uma área total de 30.000 m² ou 3,0 hectares

(Figura 5), e foi utilizada como uma unidade de manejo auto-contida. 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 da taxa de lotação quando não havia necessidade de sua entrada nas unidades experimentais para fins de ajustes.

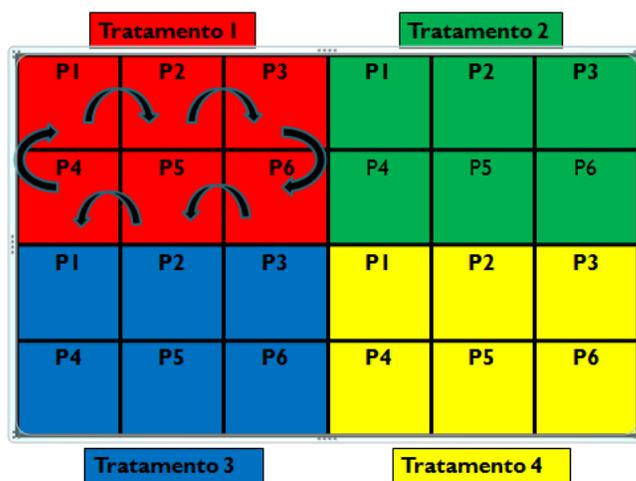


Figura 5 – Croqui de um bloco, seus quatro tratamentos e cada unidade experimental com seis piquetes



Figura 6 – Vista geral da área experimental

3.2.2 Instalação das condições experimentais e imposição dos tratamentos

A preparação da área para o experimento foi realizada por meio de pastejos seguidos de roçadas de uniformização, utilizando roçadora de arrasto em altura de corte aproximada de 20 cm no período de agosto a dezembro de 2008. Esse procedimento foi necessário porque a área encontrava-se manejada de forma extensiva, com elevada massa de forragem, o que resultou em grande quantidade de material morto posicionado na base dos pastos ao longo de todo o período experimental. A partir de novembro de 2008, com o primeiro bloco já roçado e em fase de 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) 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 com o objetivo de reduzir o período de ocupação de cada piquete e permitir maior flexibilidade de manejo em cada uma das unidades experimentais. A instalação da cerca elétrica foi iniciada em janeiro de 2009 e finalizada no início de março de 2009, razão pela qual o verão de 2009 foi considerado período de adaptação dos pastos aos tratamentos de pastejo impostos e as avaliações de densidade populacional de perfilhos e dinâmica do perfilhamento iniciadas somente no início da nova estação de crescimento, no final de outubro de 2009, com o início das chuvas e restabelecimento do crescimento dos pastos.

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 bastão medidor (*sward stick*) (BARTHAM, 1985) ao longo de transeções pré-definidas cobrindo toda a área de cada um dos 96 piquetes em pré e pós-pastejo (100 leituras por piquete). 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 como forma de 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 (permitida variação de apenas 5%).

O planejamento da condução do manejo em cada unidade experimental 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 na sequência. A partir dessas informações, o manejo dos animais dentro de cada unidade experimental foi 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 durante a rebrotação foi realizado diariamente de forma visual. Dessa maneira, considerando-se os seis piquetes por unidade experimental e o piquete sendo utilizado, era feita uma previsão do número de dias até que o próximo piquete da seqüência estivesse em condições de receber animais. Essa previsão foi utilizada para definir o período de ocupação do piquete sendo utilizado de forma a assegurar que o término de um piquete coincidissem com a chegada do próximo e assim sucessivamente. Os animais-extra, 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 unidade experimental pudessem ser utilizados em rotação e de forma a representar uma unidade auto-contida de manejo.

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). Durante o primeiro verão, 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 chuvosa 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 2010 (Tabela 2).

Tabela 2 - Períodos e taxas de aplicação de fertilizantes em capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo 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

3.2.4 Avaliações de campo

Para as avaliações agronômicas relativas às respostas aos tratamentos de pastejo foi escolhido um piquete de amostragem por unidade experimental que representasse o 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 experimento.

3.2.4.1 Interceptação luminosa pelo 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 6 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 somente após a estabilização dos pastos aos tratamentos de pastejo impostos, no final da primavera 2009 e verão 2010 com o objetivo de avaliar se as metas de altura pré-pastejo estavam correspondendo às condições planejadas de 95% e máxima IL.

3.2.4.2 Massa de forragem e relação folha/colmo em pré e pós-pastejo

Amostras de forragem foram coletadas nas condições de pré e de pós-pastejo nos 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 por piquete. Estas foram posicionadas em pontos representativos da condição média dos pastos no momento da amostragem (avaliação visual de altura e massa) e o corte realizado no nível do solo utilizando aparadores de cerca viva acionados por geradores de energia

elétrica a gasolina. Cada amostra foi subdividida 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 °C até peso constante. As amostras submetidas à separação manual tiveram seus componentes botânicos (capim-marandu e outras espécies) e morfológicos (folha (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 massa de forragem foi calculada com base no peso seco de folhas e colmos apenas (massa de forragem verde), uma vez que a quantidade de material morto existente era excessivamente grande em função do uso anterior da área experimental.

3.2.4.3 Densidade populacional de perfilhos e dinâmica do perfilhamento

As avaliações relativas à densidade populacional de perfilhos e dinâmica do perfilhamento, realizadas sempre na condição pós-pastejo, foram iniciadas somente no início da estação de crescimento 2009/2010, em outubro de 2009, quando os pastos voltaram a crescer (Tabela 3). O período de janeiro a setembro de 2009 foi considerado período de adaptação dos pastos aos tratamentos impostos. As avaliações de dinâmica do perfilhamento foram realizadas em três pontos de amostragem por piquete, sendo que cada um deles correspondeu a um anel de PVC de 30 cm de diâmetro fixado ao solo por meio de grampos metálicos. Estes foram alocados em pontos que representassem a condição média do dossel (avaliação visual de altura e massa de forragem). Na primeira avaliação todos os perfilhos dentro de cada anel foram marcados com fio telefônico de cor branca. A cada nova avaliação todos os perfilhos marcados eram contados, novos perfilhos marcados com uma cor diferente da utilizada nas marcações anteriores, e os arames dos perfilhos mortos recolhidos. Foram considerados mortos os perfilhos desaparecidos e aqueles secos ou em estágio avançado de senescência. Dessa maneira, os perfilhos pertencentes a todas as gerações avaliadas eram sempre recontados e os novos perfilhos marcados com uma

nova cor. Com base nas contagens foram calculadas as taxas de aparecimento (TAP), sobrevivência (TSP) e mortalidade (TMP) de perfilhos (perfilho perfilho⁻¹ dia⁻¹). A Figura 7 ilustra detalhes da marcação de perfilhos nos anéis.

Tabela 3- Datas em que foram realizadas as avaliações de densidade populacional de perfilhos e de dinâmica do perfilhamento em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de outubro de 2009 a maio de 2010

Tratamentos	Blocos			
	I	II	III	IV
25/200	22/10/2009	22/10/2009	23/10/2009	23/10/2009
	19/11/2009	04/12/2009	11/12/2009	11/12/2009
	17/12/2009	04/01/2010	20/01/2010	11/01/2010
	20/02/2010	11/02/2010	22/02/2010	11/02/2010
	19/02/2010	17/03/2010	31/03/2010	18/03/2010
	31/03/2010	22/04/2010	-	04/05/2010
25/50	29/10/2009	19/11/2009	04/12/2009	04/11/2009
	28/12/2009	21/12/2009	25/01/2010	17/12/2009
	12/02/2010	22/02/2009	06/04/2010	22/02/2009
	24/03/2010	22/04/2010	-	16/03/2010
35/200	03/12/2009	12/11/2009	14/12/2009	30/12/2009
	18/01/2010	30/12/2009	23/02/2010	16/03/2010
	23/03/2010	09/03/2010	04/05/2010	27/05/2010
	18/05/2010	13/05/2010	-	-
35/50	29/10/2009	04/12/2009	29/12/2009	21/12/2009
	28/12/2009	03/02/2010	02/03/2010	24/02/2010
	03/03/2010	06/04/2010	10/05/2010	19/05/2010
	27/05/2010	-	-	-



Figura 7 – Avaliações de dinâmica do perfilhamento: detalhes da marcação dos perfilhos

As avaliações de densidade populacional de perfilhos (DPP) foram realizadas de forma independente daquelas de dinâmica do perfilhamento por meio da contagem do total de perfilhos contidos no interior de três armações metálicas de 1,00 x 0,25 m, as quais foram lançadas aleatoriamente em locais dos piquetes representativos da condição média (avaliação visual da altura e massa de forragem) no momento da amostragem. Os dados obtidos foram agrupados de forma a caracterizar três etapas do período experimental: inicial (DPPi), intermediária (DPPm) e final (DPPf). A DPPi correspondeu à primeira avaliação realizada em cada tratamento após o reinício do crescimento dos pastos de outubro a dezembro de 2009. A DPPm foi calculada com base nos valores registrados durante os meses de janeiro a março de 2010, e a DPPf correspondeu à última avaliação feita para cada tratamento antes do término do experimento, de março a maio de 2010.

3.2.4.4 Processamento dos dados e análise estatística

Em função dos intervalos variáveis de pastejo para cada tratamento e repetição, consequência da forma como os tratamentos foram definidos, e da condução independente de cada unidade experimental, os resultados de caracterização dos pastos e dos regimes de pastejo (janeiro de 2009 a maio de 2010) foram agrupados em épocas do ano dentro das quais o comportamento das variáveis estudadas era relativamente uniforme, mas que, em si, representavam mudanças potencialmente importantes em padrão de resposta ao longo do período experimental: Verão 1= fevereiro e março de 2009, Outono= abril a junho de 2009, Inverno= julho a setembro de 2009, Primavera= outubro a dezembro de 2009 e Verão 2= janeiro a março de 2010. Os dados relativos às avaliações de densidade populacional e dinâmica do perfilhamento foram agrupados mês a mês levando-se em consideração as datas de cada ciclo de pastejo e sua duração.

A análise de variância dos dados foi realizada utilizando-se o PROC MIXED do pacote estatístico SAS® (Statistical Analysis System), versão 9.1 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, meses e/ou épocas do ano e suas interações foram considerados fixos e o efeito de blocos foi considerado aleatório (LITTEL et al., 2006). 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, foi utilizado o procedimento GLM do mesmo pacote estatístico adotando-se o mesmo nível de significância de 5%.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização dos pastos e dos regimes de pastejo avaliados

As informações sobre a caracterização dos pastos e dos regimes de pastejo serão apresentadas considerando-se o período integral do experimento de pastejo (de janeiro de 2009 a maio de 2010) e não apenas o período de avaliação da densidade populacional e dinâmica do perfilhamento (outubro de 2009 a maio de 2010), uma vez que o objetivo é descrever o estado dos pastos e os regimes de desfolhação a que foram submetidos desde o início da imposição dos tratamentos.

4.1.1 Altura do dossel forrageiro

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

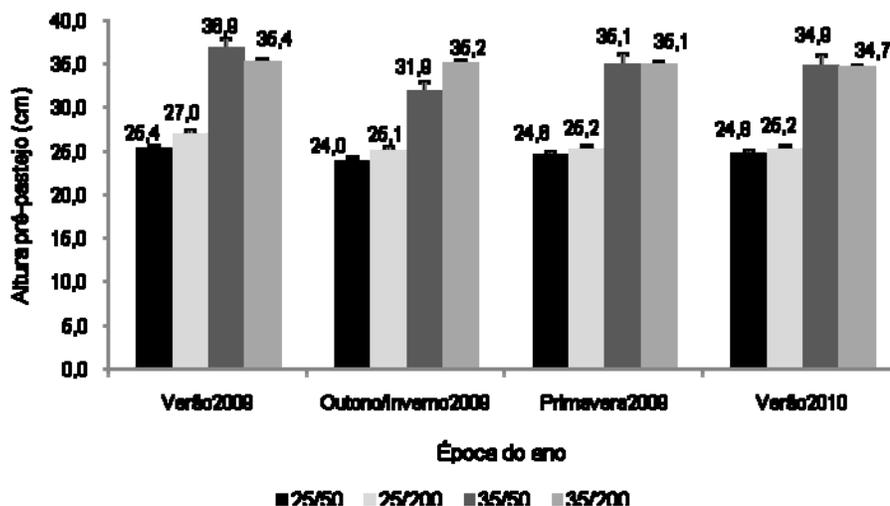


Figura 8 – Altura pré-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

Os valores de altura pós-pastejo variaram de 15,1 a 19,0 cm (média = 15,5) e de 15,3 a 27,9 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, com as maiores discrepâncias em relação à meta registradas durante o verão 2009 e outono/inverno 2009 (Figura 9).

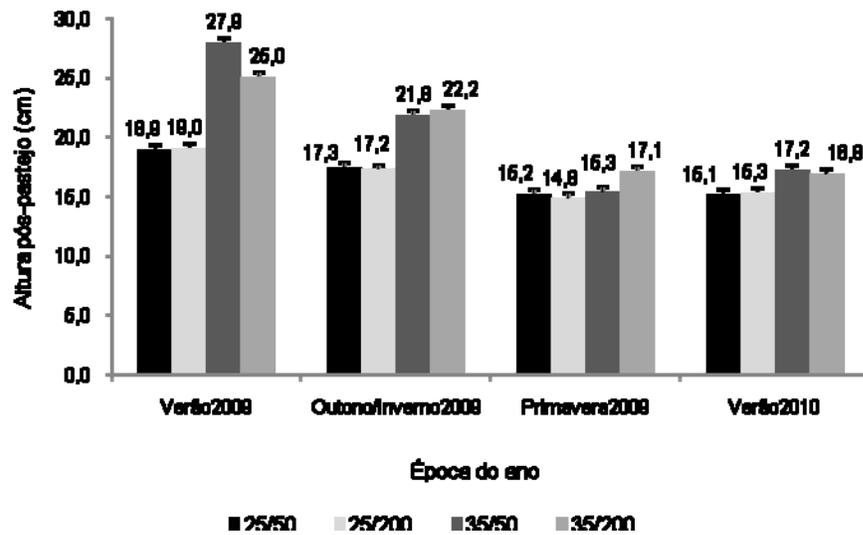


Figura 9 – Altura pós-pastejo (cm) de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

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

4.1.2.1 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 4).

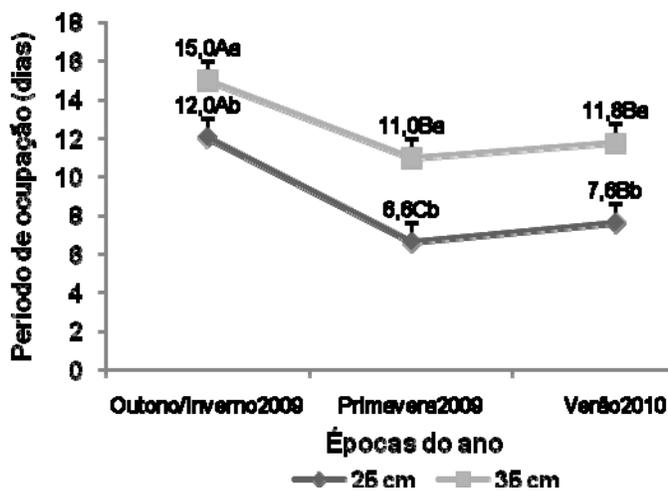
Tabela 4 – Número total de pastejos em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

Dose de N (kg ha ⁻¹)	Altura pré-pastejo (cm)	
	25	35
50	6,9 Ab (0,56)	5,1 Bb (0,21)
200	9,3 Aa (0,48)	5,9 Ba (0,24)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si ($P > 0,05$). Números entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

4.1.2.2 Período de ocupação

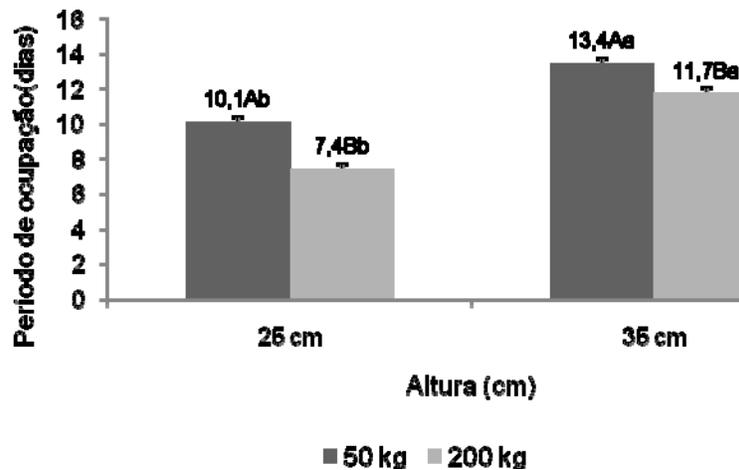
O período de ocupação variou com a altura pré-pastejo ($P < 0,0001$), dose de N ($P < 0,0001$), época do ano ($P < 0,0001$) e com as interações altura pré-pastejo x dose de N ($P = 0,0008$) e altura pré-pastejo x época do ano ($P = 0,0001$). Em todas as épocas do ano avaliadas os pastos manejados a 35 cm apresentaram períodos de ocupação mais longos que aqueles manejados a 25 cm (Figura 10). A dose de 200 kg ha^{-1} de N contribuiu para reduzir o período de ocupação relativamente àquela de 50 kg ha^{-1} nos pastos manejados com as duas alturas pré-pastejo avaliadas, particularmente a de 25 cm (Figura 11).



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

* Análise realizada em dados transformados ($1/x$)

Figura 10 – Período de ocupação 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



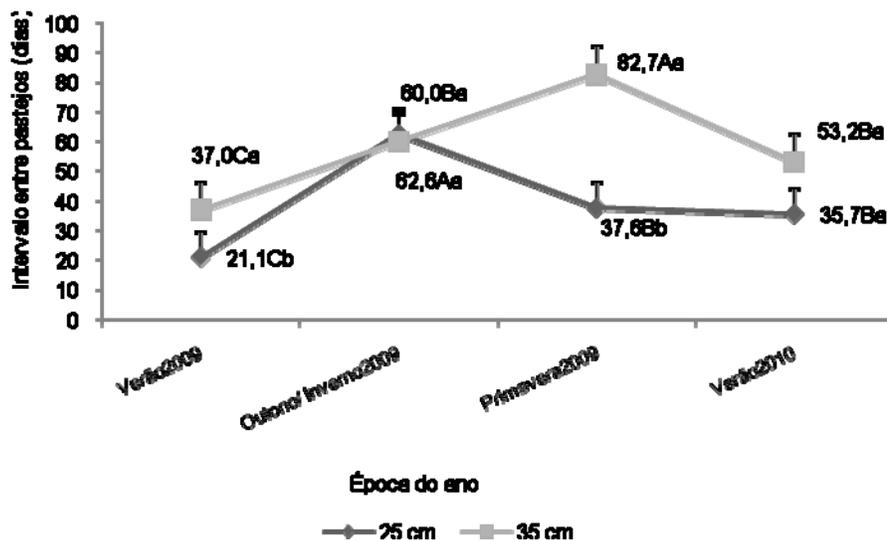
Letras minúsculas comparam médias de altura pré-pastejo dentro de doses de N
 Letras maiúsculas comparam médias de doses de N dentro das alturas pré-pastejo

* Análise realizada em dados transformados (1/x)

Figura 11 – Período de ocupação de pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de fevereiro de 2009 a abril 2010

4.1.2.3 Intervalo de pastejo

O intervalo de pastejo foi afetado pela altura pré-pastejo ($P < 0,0001$), época do ano ($P < 0,0001$) e interação altura pré-pastejo x época do ano ($P < 0,0001$). 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 cm relativamente à de 25 cm (Figura 12). Para a altura pré-pastejo de 35 cm os maiores intervalos de pastejo ocorreram na primavera 2009, seguidos daqueles 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, seguidos daqueles 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

* Análise realizada em dados transformados $\text{Log}_{10}(x)$

Figura 12 – 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

4.1.3 Massa de forragem pré e pós-pastejo

A massa de forragem verde (MFV) pré-pastejo variou com a altura pré-pastejo ($P < 0,0001$) e com a época do ano ($P < 0,0001$). Pastos manejados a 35 cm apresentaram maiores valores de MFV ($6.680 \text{ kg ha}^{-1} \pm 205 \text{ e.p.m.}$) que pastos manejados a 25 cm ($4.800 \text{ kg ha}^{-1} \pm 154 \text{ e.p.m.}$). 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 ($5.420 \text{ kg ha}^{-1} \pm 400 \text{ e.p.m.}$, $6.590 \text{ kg ha}^{-1} \pm 240 \text{ e.p.m.}$, $4.880 \text{ kg ha}^{-1} \pm 270 \text{ e.p.m.}$, $5.510 \text{ kg ha}^{-1} \pm 240 \text{ e.p.m.}$, $6.290 \text{ kg ha}^{-1} \pm 240 \text{ e.p.m.}$ para verão, outono, inverno, primavera 2009 e verão 2010, respectivamente). No pós-pastejo a massa de forragem verde 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 altura pré-pastejo x época do ano ($P=0,0001$). Nos pastos manejados a 35 cm a aplicação de 200 kg ha^{-1} de N resultou em aumento da MFV, fato que não ocorreu nos pastos manejados a 25 cm (Tabela 5). Durante o outono e inverno de 2009, maiores valores de MFV foram registrados nos pastos manejados a 35 cm relativamente àqueles manejados a 25 cm, enquanto que nas demais épocas do ano não houve diferença entre as alturas pré-pastejo avaliadas (Tabela 6). Nos pastos manejados a 35 cm os maiores valores de MFV foram registrados durante o outono 2009, seguidos daqueles do verão 2009, inverno, primavera 2009 e verão 2010. Nos pastos manejados a 25 cm os maiores valores de MFV foram registrados durante o verão e outono de 2009 relativamente às demais épocas do ano (Tabela 6).

Tabela 5 – Massa de forragem verde pós-pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de março de 2009 a março 2010

Dose de N (kg ha^{-1})	Altura pré-pastejo (cm)	
	25	35
50	3230 Aa (165)	3530 Ab (168)
200	3400 Ba (157)	4490 Aa (192)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Tabela 6 – Massa de forragem verde pós-pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de março de 2009 a março 2010

Épocas do ano	Altura pré-pastejo (cm)	
	25	35
Verão 2009	3970 Aa (230)	4410 Ab (345)
Outono	3910 Ba (213)	5680 Aa (213)
Inverno	2740 Bb (230)	3900 Ab (248)
Primavera	2700 Ab (213)	2980 Ac (213)
Verão 2010	3260 Ab (213)	3085 Ac (230)

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si ($P > 0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

4.1.4 Relação folha:colmo em pré e pós-pastejo

A relação folha:colmo em pré-pastejo variou com a altura pré-pastejo ($P=0,0264$), época do ano ($P < 0,0001$) e com as interações altura pré-pastejo x época do ano ($P=0,0276$) e dose de N x época do ano ($P=0,0006$). A relação folha:colmo manteve-se relativamente estável entre as alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm durante a maior parte do período experimental, diferindo apenas durante o verão e inverno de 2009, épocas em que maiores valores foram registrados nos pastos manejados a 25 cm (Tabela 7). Com relação às doses de N, praticamente não houve variação da relação folha:colmo, exceto durante o outono 2009, época em que maiores valores foram registrados nos pastos adubados com 200 kg ha⁻¹ de N (Tabela 8). De forma geral, maiores valores foram registrados nos verões 2009 e 2010 e primavera 2009 e menores durante o outono e inverno 2009.

Tabela 7 – Relação folha: colmo pré-pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de março de 2009 a março 2010

Épocas do ano	Altura pré-pastejo (cm)	
	25	35
Verão 2009	1,98 Aa (0,253)	1,28 Bab (0,418)
Outono	0,89 Ac (0,051)	0,90 Ab (0,051)
Inverno	1,35 Ab (0,128)	0,96 Bb (0,135)
Primavera	1,57 Aab (0,091)	1,40 Aa (0,091)
Verão 2010	1,45 Aab (0,100)	1,30 Aa (0,100)

* Análise realizada em dados transformados (Log_{10})

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

Tabela 8 – Relação folha: colmo pré-pastejo em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e fertilizados com 50 e 200 kg ha⁻¹ de N de março de 2009 a março 2010

Épocas do ano	Dose de N (kg ha ⁻¹)	
	50	200
Verão 2009	1,48Aab (0,382)	1,78Aa (0,302)
Outono	0,71Bc (0,051)	1,09Ab (0,051)
Inverno	1,12Ab (0,135)	1,19Aab (0,128)
Primavera	1,53Aa (0,091)	1,44Aa (0,091)
Verão 2010	1,37Aab (0,100)	1,38Aa (0,100)

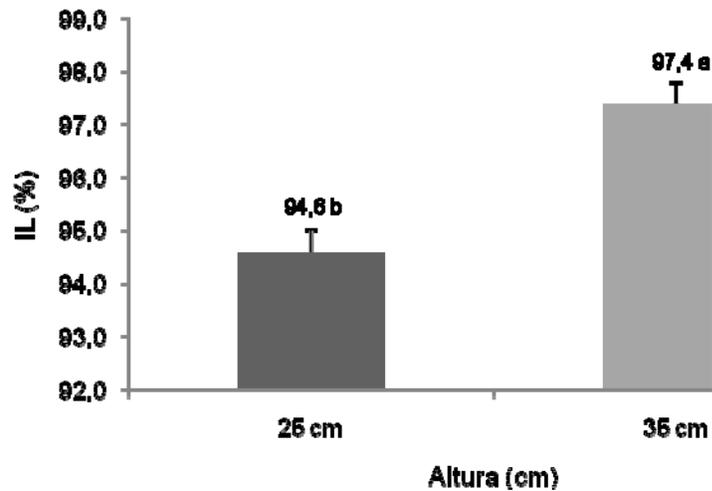
* Análise realizada em dados transformados (Log_{10})

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

No pós-pastejo a relação folha:colmo foi influenciada pela altura pré-pastejo ($P=0,0001$), época do ano ($P<0,0001$) e dose de N ($P<0,0001$). Pastos manejados a 25 cm apresentaram maiores valores de relação folha:colmo que pastos manejados a 35 cm (0,75 e $0,47 \pm 0,047$, respectivamente). Maiores valores também foram registrados nos pastos adubados com 200 kg ha^{-1} em relação àqueles adubados com 50 kg ha^{-1} de N (0,66 e $0,56 \pm 0,045$, respectivamente). Ao longo do experimento, maiores valores foram registrados durante o verão 2009 ($1,08 \pm 0,126$) relativamente às demais épocas do ano (0,47; 0,52; 0,54 e $0,44 \pm 0,044$; para outono, inverno, primavera 2009 e verão 2010, respectivamente).

4.1.5 Intercepção luminosa pelo dossel forrageiro na condição pré-pastejo

A intercepção luminosa (IL) pré-pastejo variou com a altura pré-pastejo ($P=0,0013$) e com a época do ano ($P=0,0004$). Maiores valores de IL foram registrados nos pastos manejados a 35 cm (97,4%) relativamente àqueles manejados a 25 cm (94,6%) (Figura 13). Em relação às épocas do ano, maiores valores de IL foram registrados durante o verão 2010 relativamente à primavera 2009 independentemente do tratamento 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 outubro de 2009 a maio 2010

4.2 Densidade populacional de perfilhos

A densidade populacional de perfilhos (DPP) variou apenas com a etapa da estação de crescimento ($P < 0,0001$) e com a interação altura pré-pastejo x etapa da estação de crescimento ($P = 0,0220$). De forma geral, a DPP aumentou do início ao final do experimento, com diferença entre as alturas pré-pastejo se manifestando somente na etapa final da estação de crescimento, quando maiores valores foram registrados nos pastos manejados a 25 cm (Tabela 9).

Tabela 9 – Densidade populacional de perfilhos 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

Etapa da estação de crescimento 2009/2010	Altura pré-pastejo (cm)		EPM
	25	35	
Inicial	765 Ab	864 Ab	57,8
Intermediária	1302 Aa	1185 Aa	57,8
Final	1471 Aa	1227 Ba	57,8

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$). EPM = Erro padrão da média.

4.3 Aparecimento e morte de perfilhos

A taxa de aparecimento de perfilhos (TAP) variou em função da altura pré-pastejo ($P=0,0242$), meses do ano ($P=0,0001$) e da interação altura pré-pastejo x meses do ano ($P=0,0011$). Não houve diferença entre pastos manejados a 25 e 35 cm em dezembro/09 e janeiro/10, sendo que maiores valores foram registrados nos pastos manejados a 35 cm em fevereiro e março/10 (Tabela 10). De forma geral, o aparecimento de perfilhos diminuiu ao longo da estação de crescimento, com valores maiores em dezembro/09 e janeiro/10 e menores em março/10. Nos pastos manejados a 25 cm o decréscimo em aparecimento de perfilhos ocorreu a partir de fevereiro/10 e naqueles manejados a 35 cm somente em março/10.

Tabela 10 - Taxa de aparecimento de perfilhos (perfilho/perfilho.dia) em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas pelas alturas pré-pastejo de 25 e 35 cm de dezembro de 2009 a março de 2010

Meses do ano	Altura pré- pastejo (cm)		EPM*
	25	35	
Dezembro/09	0,43 Aa	0,45 Aa	0,033
Janeiro/10	0,40 Aa	0,47 Aa	0,033
Fevereiro/10	0,28 Bb	0,48 Aa	0,033
Março/10	0,23 Bc	0,36 Ab	0,033

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúsculas nas colunas não diferem entre si ($P > 0,05$). EPM = Erro padrão da média.

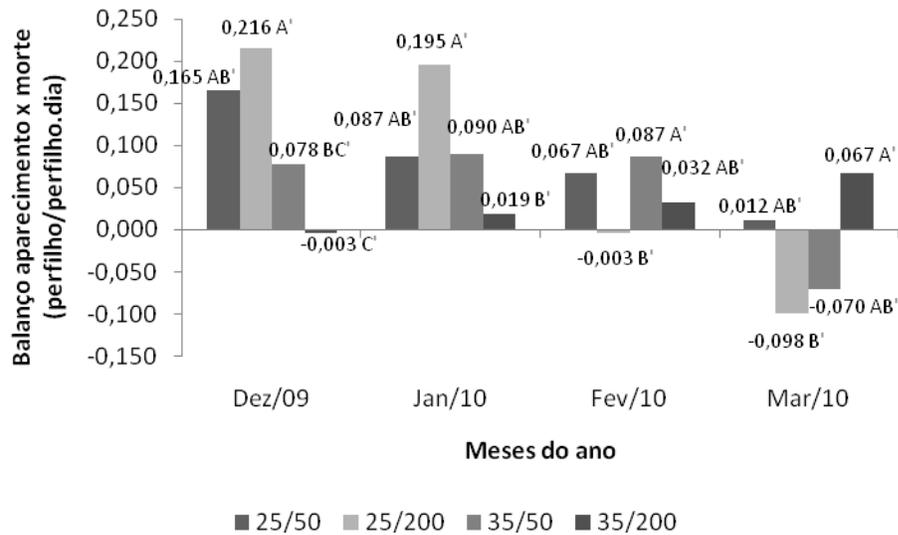
A taxa de mortalidade de perfilhos (TMP) foi influenciada pela altura pré-pastejo ($P=0,0010$) e pela interação altura pré-pastejo x dose de N x meses do ano ($P=0,0350$). Com exceção de março/10, a mortalidade de perfilhos foi relativamente estável ao longo da estação de crescimento, com maiores valores registrados nos pastos manejados a 35 cm relativamente àqueles manejados a 25 cm independentemente da dose de N avaliada (Tabela 11). Em março/10, o contraste entre as alturas pré-pastejo deixou de existir nos pastos adubados com 200 kg ha^{-1} de N, quando houve redução nas taxas de mortalidade nos pastos submetidos ao tratamento 35/200.

Tabela 11 - Taxa de mortalidade de perfilhos (perfilho/perfilho.dia) em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada de dezembro de 2009 a março de 2010

Altura pré-pastejo (cm)	Dose de N (kg ha ⁻¹)	
	50	200
<i>Dezembro/09 (EPM=0, 037)</i>		
25	0,27B'	0,20 B'
35	0,40 A'	0,42A'
<i>Janeiro/10 (EPM=0, 037)</i>		
25	0,29B'	0,23 B'
35	0,42 A'	0,42 A'
<i>Fevereiro/10 (EPM=0, 037)</i>		
25	0,24 B'	0,25 B'
35	0,40 A'	0,44A'
<i>Março/10 (EPM=0, 037)</i>		
25	0,25 B'	0,29 B'
35	0,41 A'	0,31 AB'

Médias de tratamentos (dose/altura pré-pastejo) dentro de meses do ano seguidas de mesma letra maiúscula acrescidas de (') não diferem entre si ($P > 0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

O balanço entre aparecimento e morte de perfilhos variou com os meses do ano ($P = 0,0014$) e com as interações altura pré-pastejo x meses do ano ($P < 0,0001$), dose de N x meses do ano ($P = 0,0093$) e altura pré-pastejo x dose de N x meses do ano ($P = 0,0068$). De forma geral, os valores foram positivos em dezembro de 2009 e janeiro de 2010 para todos os tratamentos, porém maiores nos pastos manejados a 25 cm relativamente àqueles manejados a 35 cm, especialmente quando adubados com 200 kg ha⁻¹ de N (Figura 14). Em fevereiro de 2010 o balanço diminuiu nos pastos manejados a 25 cm, especialmente para a maior dose de N, fato que ocorreu nos pastos manejados a 35 cm somente em março de 2010.



Médias de tratamentos (dose/altura pré-pastejo) dentro de meses do ano seguidas de mesma letra maiúscula acrescidas de (') não diferem entre si ($P > 0,05$)

Figura 14 - Balanço entre aparecimento e morte de pernilhos em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubados com nitrogênio de dezembro de 2009 a março de 2010

4.4 Estabilidade da população de pernilhos

O índice de estabilidade (Pf/Pi) variou com a altura pré-pastejo ($P=0,0059$) e com a interação altura pré-pastejo x dose de N x meses do ano ($P=0,0057$). De forma geral, pastos manejados a 25 cm de altura apresentaram índice de estabilidade próximo de 1 e com valores superiores àqueles de pastos manejados a 35 cm, particularmente quando estes foram adubados com 200 kg ha⁻¹ de N nos meses de dezembro/09 a fevereiro/10 e com 50 kg/ha de N em março/10 (Tabela 12).

Tabela 12 - Índice de estabilidade (Pf/Pi) da população de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubados com nitrogênio de dezembro de 2009 a março de 2010

Altura de entrada (cm)	Dose de nitrogênio (kg/ha)	
	50	200
<i>Dezembro/09 (EPM= 0, 049)</i>		
25	1,00 AB'	1,13 A'
35	0,87 BC'	0,82 C'
<i>Janeiro/10 (EPM= 0, 049)</i>		
25	0,97 AB'	1,09 A'
35	0,86 BC'	0,83 C'
<i>Fevereiro/10 (EPM= 0, 049)</i>		
25	0,99 A'	0,93 AB'
35	0,88 AB'	0,82 B'
<i>Março/10 (EPM= 0, 049)</i>		
25	0,95 A'	0,84 AB'
35	0,79 B'	0,95 A'

Médias de tratamento (dose/altura pré-pastejo) dentro de meses do ano seguidas de mesma letra maiúscula acrescidas de (') não diferem entre si ($P>0,05$). Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

5 DISCUSSÃO

De forma geral, a densidade populacional de perfilhos (DPP) variou de conformidade com a disponibilidade de fatores de crescimento, aumentando do início até o final do período de avaliação (dezembro/09 a maio/10), porém com diferenças apenas entre a etapa inicial e intermediária do período de avaliação (Tabela 9). Os aumentos em DPP foram maiores nos pastos manejados a 25 cm relativamente àqueles manejados a 35 cm, e corresponderam a 70,2 e 37,1% da etapa inicial para a intermediária e 13,0 e 3,5% para a etapa final, respectivamente, o que gerou maior DPP nos pastos manejados a 25 cm somente no final do experimento. Esse padrão de resposta está associado à variação na disponibilidade de fatores climáticos ao longo da estação de crescimento (Figuras 1 a 4), sendo que a magnitude da variação foi determinada pelo tratamento de pastejo imposto. Segundo Langer (1963), variações climáticas relacionadas com as épocas do ano são determinantes para o padrão de perfilhamento, uma vez que este é afetado significativamente pela disponibilidade de fatores como luz, água, temperatura e nutrientes, especialmente o nitrogênio. Pastos manejados a 25 cm foram pastejados mais frequentemente (Figura 12) e com períodos de ocupação mais curtos (Figuras 10 e 11) que aqueles manejados a 35 cm, o que resultou em maior número de ciclos de pastejo (Tabela 4) e possibilitou melhores condições de perfilhamento seguramente associadas com ambiente luminoso de melhor qualidade. Pastos manejados com maior intervalo de desfolhação (Figura 12) e elevada altura (Figura 8) e massa de forragem pré-pastejo (Tabela 5), como os manejados a 35 cm, normalmente apresentam menor DPP que pastos manejados com desfolhações mais freqüentes e menor altura e massa de forragem pré-pastejo (MATTHEW et al., 2000), o fato estando relacionado com a qualidade do ambiente luminoso no interior do dossel (GAUTIER, 1999). A luz é um recurso crítico para o crescimento das gramíneas forrageiras, uma vez que sua produção é determinada pela interceptação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA- 400-700 nm) e de sua distribuição no interior do dossel forrageiro (PEARSON; ISON, 1997). Dessa forma, tanto a qualidade quanto a quantidade de luz existente no interior do dossel podem ter sido determinantes para o

padrão de resposta observado nos pastos manejados a 35 cm. Sob condições de pastejo rotativo, gramíneas forrageiras tropicais, a partir de 95% de interceptação de luz durante a rebrotação, apresentam redução do alongamento de folhas e aumento do alongamento de colmos e de senescência (DA SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2007), indicando claramente competição acirrada por luz a partir dessa condição de dossel, afetando os processos de aparecimento e morte e, conseqüentemente, a densidade populacional de perfilhos nos pastos (DA SILVA et al., 2008). Para o capim-marandu, essa condição de pasto corresponde a altura pré-pastejo de 25 cm (TRINDADE et al., 2007), indicando que as respostas medidas em DPP em condições de experimento de pastejo de larga escala seguem o mesmo padrão daquelas medidas em condições de piquete (GIACOMINI et al., 2007; SBRISSIA; DA SILVA, 2008).

As avaliações de demografia do perfilhamento revelaram que a mortalidade de perfilhos permaneceu relativamente estável ao longo do período experimental, com maiores valores registrados nos pastos manejados a 35 relativamente àqueles manejados a 25 cm, a diferença variando de 45 a 67% de Dez/09 a Mar/10 para a dose de 50 kg ha⁻¹ de N e decrescendo de 110 em Dez/09 para 7% em Mar/10 para a dose de 200 kg ha⁻¹ de N (Tabela 11). Em função da drástica redução em mortalidade no tratamento 35/200 no final do experimento, em Mar/10 o contraste ficou somente entre o tratamento 35/50 e aqueles de altura pré-pastejo 25 cm (25/50 e 25/200). No início de cada estação de crescimento o processo de perfilhamento é intensificado, sendo que os perfilhos surgidos são predominantemente basais (GIACOMINI et al., 2007; SBRISSIA et al., 2010). Perfilhos desse tipo apresentam alongamento significativo de colmos quando os pastejos são realizados na condição de máxima IL pré-pastejo (GIACOMINI et al., 2007), o que favorece a decapitação de seus meristemas apicais e resulta em maior mortalidade de perfilhos relativamente à condição em que os pastejos são realizados com 95% de IL, além de favorecer maior aparecimento de perfilhos aéreos nos colmos decapitados, especialmente durante épocas de desenvolvimento reprodutivo (GIACOMINI et al., 2007; SBRISSIA et al., 2010). Os menores valores de relação folha:colmo pós-pastejo nos pastos manejados a 35 relativamente àqueles manejados a 25 cm (Tabela 8), apesar das maiores alturas e massa de forragem pós-pastejo (Tabelas 5 e 6), são indicativos de menor índice de área foliar remanescente, ou

seja, maior severidade de desfolhação e maior presença de substrato para o desenvolvimento de perfilhos aéreos (colmos decapitados). O fato, associado a valores inicialmente baixos de DPP (765 e 864 perfilhos m^{-2} para pastos manejados a 25 e 35 cm, respectivamente; (Tabela 9), explica a menor mortalidade de perfilhos nos pastos manejados a 25 cm, uma vez que sob aquelas condições o alongamento de colmos é pequeno (ZEFERINO, 2006) e o aumento em número de perfilhos ocorre, primeiramente, como forma de diminuir o espaço entre plantas e aumentar a ocupação da área antes de contribuir para o aumento em altura dos pastos (DA SILVA et al., 2008). Isso se dá seguramente por meio de perfilhos pequenos (GIACOMINI et al., 2007) e com meristemas apicais posicionados abaixo da altura de pastejo relativamente aos pastos manejados a 35 cm. Somente em março de 2010, época de desenvolvimento reprodutivo e florescimento, é que nos pastos submetidos ao tratamento 35/200 houve variação nesse padrão de resposta, situação em que provavelmente havia maior proporção de perfilhos aéreos favorecida pela decapitação de meristemas reprodutivos e maiores alturas pós-pastejo sob aquelas condições (Figura 2). Os perfilhos aéreos são posicionados mais próximos dos colmos dos perfilhos que lhes dão origem, sendo mais difícil a decapitação de seus meristemas apicais, fato que deve ter resultado na menor mortalidade de perfilhos registrada para o tratamento 35/200 naquela época do ano. Provavelmente, se as avaliações tivessem prosseguido por mais tempo, padrão análogo de resposta teria sido observado para o tratamento 35/50, uma vez que as mesmas condições e características estruturais dos pastos foram geradas relativamente ao tratamento 35/200 (Figura 2 e tabelas 3 e 4), a única diferença sendo a velocidade de ocorrência dos eventos, ou seja, o *timing* da decapitação de meristemas reprodutivos, consequência das doses de N utilizadas. Por outro lado, o aparecimento de perfilhos permaneceu estável durante os dois primeiros meses do período experimental (Dez/09 e Jan/10), com diferenças entre alturas pré-pastejo se manifestando somente a partir de fevereiro de 2010 (Tabela 7). Redução em aparecimento de perfilhos ocorreu inicialmente nos pastos manejados a 25 cm, em Fev/10, quando as taxas foram 42% menores em relação àquelas de pastos manejados a 35 cm. Em Mar/10 o aparecimento de perfilhos continuou a diminuir nos pastos manejados a 25 cm e também naqueles manejados a 35 cm (redução de 17,8 e 25,0%

para 25 e 35 cm em relação a fevereiro, respectivamente). O desenvolvimento reprodutivo do capim-marandu inicia-se normalmente em fevereiro e atinge seu máximo em março (CAMINHA et al., 2010), fato que sugere decapitação de meristemas reprodutivos logo no início, em fevereiro, nos pastos manejados a 25 cm relativamente àqueles manejados a 35 cm, consequência da maior frequência de desfolhação sob aquelas condições. Novamente o aspecto central seria o *timing* da desfolhação de perfilhos reprodutivos que, neste caso, foi função basicamente do intervalo de pastejo resultante das metas de manejo avaliadas (Figura 12). No caso de decapitação precoce ocorrida nos pastos manejados a 25 cm, a produção de perfilhos aéreos é pequena porque o alongamento de colmos é pequeno (ZEFERINO, 2006; GIACOMINI et al., 2007), o que, em associação com redução em fatores climáticos de crescimento (Figuras 1 a 4), gera condições pouco propícias para o perfilhamento aéreo e explica a contínua redução em aparecimento de perfilhos até o final do experimento. No caso de decapitação tardia ocorrida nos pastos manejados a 35 cm, havia a presença de colmos decapitados fornecendo condições para a produção de perfilhos aéreos que, apesar de menores e pouco longevos (GIACOMINI et al., 2009), contribuíram para amenizar a redução em aparecimento de perfilhos sob aquelas condições de manejo.

A análise conjunta dos resultados de aparecimento e morte de perfilhos sugere importância relativa maior do aparecimento na determinação dos padrões demográficos de perfilhamento dos pastos, uma vez que foi essa característica a mais responsiva aos tratamentos avaliados, determinando o balanço entre aparecimento e morte de perfilhos (Figura 14) e interferindo com o índice de estabilidade dos pastos (Tabela 12). De forma geral, nos meses de Dez/09 e Jan/10 a densidade populacional de perfilhos aumentou de forma mais pronunciada nos pastos manejados a 25 cm, uma vez que foi nessa condição que o balanço entre aparecimento e morte de perfilhos foi maior, especialmente para a dose de 200 kg ha^{-1} de N (Figura 14). Nos pastos manejados a 35 cm o balanço foi positivo, porém próximo de zero, o que gerou aumentos pequenos em DPP relativamente àqueles registrados nos pastos manejados a 25 cm (Tabela 9). A partir de Fev/10, o saldo praticamente nulo do balanço entre aparecimento e morte de perfilhos indica que ocorreu estabilização da DPP nos pastos submetidos ao tratamento 25/200, fato que não ocorreu naqueles submetidos ao tratamento 35/50, provavelmente

em função da menor velocidade de crescimento e de perfilhamento, sugerindo, novamente, o efeito dos tratamentos no *timing* das respostas e não na modificação das respostas em si. Em Mar/10 os saldos se tornam praticamente muito próximos de zero ou negativos, indicando início de processo de morte de perfilhos dependente de densidade populacional, uma vez que fatores de crescimento começam a se tornar limitantes e, como conseqüência, inicia-se processo de redução da população de perfilhos ao longo do próximo período seco (outono, inverno e início de primavera), completando o ciclo anual de variação com baixos valores de densidade populacional no final da primavera seguinte. Exceção foi o tratamento 35/200, cujo balanço ainda foi positivo, provavelmente em função de maior aparecimento de perfilhos aéreos como discutido acima. Esses resultados corroboram aqueles de índice de estabilidade (Tabela 12), que revelaram o mesmo padrão de resposta.

6 CONCLUSÕES

- Avaliações de densidade populacional de perfilhos e da dinâmica do perfilhamento em experimentos de pastejo de larga escala contribuem com informações adicionais importantes e complementares àquelas de produção de forragem e desempenho animal para a definição de estratégias de manejo do pastejo, uma vez que fornecem informações sobre a estabilidade da população de plantas contribuindo para redução do risco de degradação dos pastos
- A melhor estratégia de manejo foi aquela caracterizada pela altura pré-pastejo de 25 cm, independente da dose de N utilizada, fato que realça a importância da colheita adequada e eficiente da forragem produzida antes do uso da adubação nitrogenada.

REFERÊNCIAS

AVICE, J.C.; OURRY, A.; LEMAIRE, G.; BOUCAUD, J. Nitrogen and carbon flows estimated by N¹⁵ and C¹³ pulse-chase labeling during regrowth of alfafa. **Plant Physiology**, New York, v. 112, p. 281–290, 1996.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 2 maio 2011.

BRISKE, D.D. Strategies of plant survival in grazed systems: A functional interpretation. In: HODGSON, J.; ILLIUS, W. (Ed.) **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. chap. 2, p. 37-67.

BROUGHAM, R.W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal Agricultural Research**, Melbourne, v. 7, p. 377-387, 1956

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.; PEREIRA, L.E.T. Estabilidade da população de perfilhos de capim-marandu sob lotação contínua e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 2, p. 213-220, 2010.

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, P.C.F., RIBEIRO FILHO, H.M.N., POLI, C.H.E.C. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: MATTOS, W.R.S. et al. (Ed.). **Produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 853-871.

CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M.J. (Ed.) **Grasslands for our world**. Wellington: SIR Publishing, 1993. p. 55-64.

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

DA SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPOSIO SOBRE MANEJO DA PASTEGEM, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 155-186.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, p. 121-138, 2007. Suplemento Especial.

DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., 1997. Jaboticabal, 1997. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1997. p.1-62.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JR., D.; SBRISSIA, A.F.; PEREIRA, L.E.T. Dinâmica de população de plantas forrageiras em pastagens. In: PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JR., D. (Org.). **Manejo estratégico da pastagem**. Viçosa: Editora da UFV, 2008. p. 75-100.

DAVIES, A. The regrowth of grass swards. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Ed.). **The grass crop**. London: Chapman and Hall, 1988. p. 85-127.

DAVIES, P.J. **Plant hormones: physiology, biochemistry and molecular biology**. 2nd ed. Boston: Kluwer Academic Press, 1995. 833 p.

DIAS FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos**, causas e estratégias de recuperação. 4. ed. Belém, PA: O autor, 2011. p. 216.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

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.

GAUTIER, H.; VARLET-GRANCHER, C.; HAZARD, L. Tillering responses to the light environment and to the defoliation in populations of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) selected for contrasting leaf length. **Annals of Botany**, Oxford, v. 83, n.4, p. 423-429, 1999.

GIACOMINI, A.A.; DA SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; ZEFERINO, C.V.; GUARDA, V.D.A.; PAIVA, A.J. Densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2007a. p. 1-3.

_____. Demografia do perfilhamento em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2007b. p. 1-3.

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 Agricola**, 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 index of marandu palisadegrass swards subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, p. 721-732, 2009b.

GIMENES, F.M.A. **Produção e produtividade animal em capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo e adubação nitrogenada**. 2010. 109 p. Tese (Doutorado em Ciência animal e pastagens)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

HODGKINSON, K.C.; WILLIAMS; O.B. Adaptation to grazing in forage plants. In: MCIVOR, J.G.; BRAY, R.A. (Ed.). **Genetic resources of forage plants**. Melbourne: CSIRO, 1983. p. 85-100.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley; Longman Scientific and Technical, 1990. 203 p.

_____. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., Kyoto, 1985. **Proceedings**. Nishi-Nasuno: Japanese Society of Grassland Science, 1985. p. 63-66.

HODGSON, J.; SILVA, S.C. Options in tropical pasture management. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...**, Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p. 180-204

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 maio 2011.

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

JUSTES, E.; THIÉBEAU, P.; AVICE J.C.; LEMAIRE, G.; VOLENEC, J.J.; OURRY, A. Influence of summer sowing dates, N fertilization and irrigation on autumn VSP accumulation and dynamics of spring regrowth in alfalfa (*Medicago sativa* L.). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, p. 111-121, 2002.

KORTE, C.J. Tillering in "Grasslands Nui" perennial ryegrass swards. 2. – Seasonal pattern of tillering and age of flowering tillers with two mowing frequencies. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Wellington, v. 29, p. 629-638, 1986.

LANGER, R.H.M. Growth and nutrition of Timothy (*Phleum pratense*). I. Life story of individual tillers. **Annals of Applied Biology**, Cambridge, v. 44, p. 166-187. 1956.

_____. Tillering in herbage grasses. **Herbage Abstracts**, Wallingford, v. 33, p. 141-148, 1963.

_____. Tillering. In: LANGER, R.H.M. (Ed.). **How grasses grow**. London: Edward Arnold, 1979. chap. 5 p. 19-25.

LE DILY, F.; GOULAS, E.; LAINÉ, P.; LE DEUNFF, E. Patterns of development and nitrogen reserves mobilization during regrowth of defoliated clover. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 45-46.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CAB International, 2000. p. 265-288.

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.; WILKINS, R.; HODGSON, J. Challenges for grassland science: managing research priorities. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 108, n. 2, p. 99-108, 2005.

LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W. ; WOLFINGER, R.D.; SCHABENBERGER, O. **Sas for mixed models**. 2nd ed. Cary: SAS Institute, 2006. 1 CD-ROM.

MATTHEW, C.; ASSUERO, S.G.; BLACK, C.K.; SACKVILLE-HAMILTON, N.R. Tiller dynamics of grazed swards. In: LEMAIER, G.; 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.

MATTHEW, C.; VAN LOO, E.N.; THOM, E.R.; DAWSON, L.A.; CARE, D.A. Understanding shoot and root development. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 19-27.

MITCHELL, K.J. Influence of light and temperature on the growth of ryegrass (*Lolium* spp.). 2. The control of lateral bud development. **Physiologia Plantarum**, Malden, v. 6, p. 425-443, 1953.

MURPHY, J.S.; BRISKE, D.D. Regulation of tillering by apical dominance: chronology, interpretive value, and current perspectives. **Journal of Range Management**, Baltimore, v. 45, n. 5, p. 419-429, 1992.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; GARCEZ NETO, A.F.; BARBOSA, R.A. ; ADRANDE, C.M.S. Fundamentos para o manejo de pastagens: evolução e atualidade. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 1., 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p. 149-196.

NELSON, C.J.; ZARROUGH, K.M. Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards. In: PLANT PHYSIOLOGY AND HERBAGE PRODUCTION, BIENNIAL SYMPOSIUM, 1981. Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: British Grassland Society, 1981. p.25-29.

NOQUET, C.; AVICE, J.C.; OURRY, A.; VOLENEC, J.J.; CUNNINGHAM, S.M.; BOUCAUD, J. Effects of environmental factors and endogenous signals on N uptake, N partitioning, and taproot vegetative storage protein accumulation in *Medicago sativa*. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 28, p. 279–287, 2001.

NOQUET, C.; AVICE, J.C.; OURRY, A.; VOLENEC, J.J.; CUNNINGHAM, S.; 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. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1121-1129, 2005.

PEARSON, C.J.; ISON, R.L. **Agronomy of grassland systems**. Cambridge: Cambridge University Press, 1997. 222 p.

PEDREIRA, C.G.S. Avanços metodológicos na avaliação de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 100-150.

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.

RICHARDS, J.H. Physiology of plants recovering from defoliation. In: BAKER, M.J. (Ed.). **Grasslands for our world**. Wellington: Sir Publishing, 1993. p. 46-54.

SANTOS, P.M.; CORSI, M.; PEDREIRA, C.G.S; LIMA, C.G. Tiller cohort development and digestibility in Tanzania guinea grass (*Panicum maximum* cv. Tanzania) under three levels of grazing intensity. **Tropical Grassland**, Peak Crossing, v. 40, p. 84-93, 2006.

SÃO PAULO. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2011.

SAS INSTITUTE. Disponível em: <<http://sasdocs.ucdavis.edu>>. Acesso em: 20 maio 2011.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. O ecossistema de pastagens e a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais**. Piracicaba: SBZ, 2001. p. 731-754.

_____. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 35-47, 2008.

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.

SHEATH, G.W.; CLARK, D.A. Management of grazing systems: temperate pastures. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. **The ecology and management of grazing systems**. Wallingford: CAB International, 1996. p. 301-324.

SKINNER, R.H.; NELSON, C.J. Estimation of potential tiller production and site usage during tall fescue canopy development. **Annals of Botany**, Oxford, v. 70, p. 493-499, 1992.

_____. Elongation of the grass leaf and its relationship to the phyllochron. **Crop Science**, Madison, v. 34, n. 1, p. 4-10, 1995.

THORNTON, B.; MILLARD, P.; BAUSENWEIN, U. Reserve formation and recycling of carbon and nitrogen during regrowth of defoliated plants. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. de; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. London: CAB International, 2000. p. 85-99.

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.

VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (Ed.). **New Zealand: pasture and crop science**. Oxford: Oxford University press, 1999. p. 11-27.

VOLENEC, J.J.; OURRY, A.; JOERN, B.C. A role for nitrogen reserves in forage regrowth and stress tolerance. **Physiologia Plantarum**, Malden, v. 97, p. 185-193, 1996.

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.; 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 Agrônômico, 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* (Hochst. ex A. Rich) cv. Marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos 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.