

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

**Dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria brizantha*
cv. Marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento
contrastantes**

Priscila de Mesquita

**Dissertação apresentada para obtenção do Título de
Mestre em Agronomia. Área de Concentração:
Ciência Animal e Pastagens**

**Piracicaba
2008**

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

Priscila de Mesquita
Zootecnista

Dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes

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

Dissertação apresentada para obtenção do Título de Mestre em Agronomia. Área de Concentração: Ciência Animal e Pastagens

**Piracicaba
2008**

*À **Deus e Nossa Senhora das Graças**, por iluminar meu caminho e sempre me dar forças de enfrentar os obstáculos.*

AGRADEÇO

***Aos meus pais** LUIZ CARLOS DE MESQUITA e MARIA L. C. DE MESQUITA, pelo amor e apoio incondicional nessa e em toda as fases de minha vida*

***Às minhas irmãs e sobrinhas** VANESSA DE MESQUITA, ALESSANDRA DE MESQUITA, ALICE DE MESQUITA GARCIA e PIETRA DE MESQUITA RAPETTI, pelos momentos de alegria e amor que sempre proporcionam à minha vida*

***E ao meu noivo, razão de minha vida, e futuro marido** GUSTAVO RUSA PEREIRA pela simples e concreta definição da palavra AMOR*

DEDICO

OFEREÇO

*À minha **amiga e irmã de coração** CAROLINA PEREIRA GUIMARÃES, pela valiosa e eterna amizade e pela disposição de sempre fornecer um ombro amigo para me consolar*

*A **minha segunda família**, TIA VERA, TIO OSMAR e DIOGO, meus agradecimentos por todo carinho, amor e dedicação que tiveram por mim durante todo período que estive distante de minha família.*

***À DRA. VALÉRIA PACHECO B. EUCLIDES e ao DR. RODRIGO AMORIM BARBOSA** por toda ajuda e incentivo dado desde o período da Graduação até a concretização desse sonho*

MINHA HOMENAGEM

Sabem o que é superação?

Superação é **poder** fazer **acontecer** com as **ferramentas** que temos em **mãos**, é **trabalhar** da **melhor** forma possível **independente** do que os **outros** **ensem** ou **falem**, é **irmos além** do que os **outros** **acham** que **somos capazes** . . .

(Autor desconhecido)

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, **PROF. DR. SILA CARNEIRO DA SILVA**, pela orientação inestimável, pela paciência e por acreditar no meu trabalho, me dar à oportunidade de ter realizando este grande sonho.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” e à coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens pela oportunidade de desenvolvimento do curso de Mestrado.

A equipe do Grupo de Estudo de Plantas Forrageiras (GEPF) que compartilharam comigo muitas horas de trabalho e dedicação na condução do experimento: Lilian Elgise Techio Pereira, Adenilson José Paiva, Fábio Caminha e Vítor Guarda. Sem essa grande equipe seria impossível a realização desse trabalho.

Aos amigos sempre se fizeram presentes em todos os momentos dessa caminhada: **CAROL SANTOS, SALIM JACAÚNA DE SOUZA JR., JÚLIO TRINDADE, CESINHA, FLÁVIA ANDRADE, MARCONI, RAUL (BEIRUTE), FELIPE TONATO, ALESSANDRA GIACOMINI, CAROL (Q'-RO), VANESSA (K-PUTINO), CYNTHIA SIQUEIRA, MARCINHA E KARINE**, meu muito obrigado pelas horas de amizade e solidariedade.

A **TODOS OS PROFESSORES DO DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA** pelos valiosos conhecimentos transmitidos, que foram essenciais para minha formação.

Aos colegas do Laboratório de Plantas Forrageiras (LAPF), em especial a **LILIAN ELGALISE TECHIO PEREIRA**, pela valiosa amizade e ajuda nos momentos mais difíceis dessa trajetória.

Aos membros do comitê **DRA VALÉRIA PACHECO B. EUCLIDES E PROF. DR. DOMICIO DO NASCIMENTO JÚNIOR**, pela atenção, dedicação, e imprescindíveis sugestões e comentários durante a elaboração da dissertação.

Aos funcionários do Departamento de Produção Animal, Cleide, Samuel, Juscelino, pela constante solicitude.

Ao **DR. ANDRÉ FISCHER SBRISSIA**, por sanar as dúvidas surgidas durante a digitação e retiradas dos dados.

Aos estagiários do GEPF: **IGOR, ROGÉRIO, DAIANE E RICARDO** pela valiosa ajuda durante o período experimental.

Aos colegas do Laboratório de Plantas Forrageiras **BRUNO CARNEIRO E PEDREIRA, MÁRCIO ANDRÉ STEFANELLI LARA, CACÍLIA, RENATA LA GUARDIA NAVE, DIEGO PEQUENO, FELIPE CURCELLI, LEANDRO E VERIDIANA** pela amizade, troca de idéias e experiências, e pelos momentos de descontração.

Ao **SR. LAUREANO e FILHOS**, que muito contribuíram para andamento do experimento, sempre estando à disposição para tudo que precisávamos.

À **GIOVANA e ELIS**, pelos momentos de consolo e terapia durante as fases de alegria a dificuldades dessa minha trajetória, minha gratidão e meu muito obrigado pela amizade e compreensão.

À **DONA NAZARÉ** por cuidar de mim durante esses dois anos e meio, sendo como minha mãe.

A todos da **VIDEO E VERSO e BETTY TRAINING ACADEMIA**, pela valiosa **amizade** durante esses anos de convivência.

Aos meus pais, **LUIZ CARLOS DE MESQUITA E MARIA DE LOURDES CASOTI DE MESQUITA** por todo amor e incentivos que sempre demonstraram durante todo de minha vida, sempre acreditando em mim.

As minhas irmãs e sobrinhas, **VANESSA DE MESQUITA, ALESSANDRA DE MESQUITA, ALICE DE MESQUITA GARCIA E PIETRA DE MESQUITA RAPETTI**, por terem sido solidárias com amor e carinho que sempre se fez presente através de Deus.

Ao amor de minha vida, **GUSTAVO RUSA PEREIRA**, por ter me incentivado a chegar até aqui e sempre estar presente em todas as alegrias e dificuldades que enfrentei durante essa nova fase de minha vida, através da demonstração de seu AMOR.

A minha cunhada e irmã de coração, **PATRÍCIA RUSA PEREIRA ODASHIRO**, por acreditar em mim e pelas constantes forças que sempre estiveram presente há seis anos de minha vida.

À minha vó de coração **DONA ANA PEREIRA LEMES**, minha sogra, **ELIANA MARIA RUSA PEREIRA e ROSA**, por todo amor, carinho e força que me deram durante todo esse período

À **SILVIA ZINSLY E TODOS FUNCINÁRIOS DA BIBLIOTECA** da ESALQ/USP, pela essencial ajuda na revisão bibliográfica e formatação da tese.

Ao **PROF. FLAVIO AUGUSTO PORTELA SANTOS** pela concessão dos animais utilizados nas avaliações.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento do projeto.

Aos “cãopanheiras” **TICA e COOKIE**, pela alegria e bom-humor contagiantes, em todos os momentos.

E também aos que não foram citados aqui e colaboraram para realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
1.1 O capim-marandu	17
1.2 O sistema de produção animal em pastagens	18
1.3 A importância do crescimento no processo produtivo	22
1.4 O processo de acúmulo de forragem	24
1.4.1 A importância do perfilho na dinâmica de acúmulo de forragem	24
1.5 O nitrogênio como regulador do ritmo de crescimento das plantas forrageiras e seu uso estratégico em práticas de manejo do pastejo	26
1.6 O capim-marandu manejado sob lotação contínua	28
Referências	30
2 MASSA DE FORRAGEM, COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA, IAF E IL EM PASTOS DE CAPIM MARANDU SUBMETIDO À LOTAÇÃO CONTÍNUA E RITMOS MORFOGÊNICOS CONTRASTANTES	37
Resumo	37
Abstract	38
2.1 Introdução	38
2.2 Materiais e Métodos	40
2.3 Resultados	44
2.3.1 Altura, índice de área foliar, ângulo da folhagem e interceptação de luz	44
2.3.2 Massa de forragem e composição morfológica dos pastos	48
2.4 Discussão	52
2.5 Conclusões	55
Referências	56
3 DINÂMICA DO ACÚMULO DE FORRAGEM EM PASTOS DE CAPIM MARANDU SUBMETIDOS À LOTAÇÃO CONTÍNUA E RITMOS MORFOGÊNICOS CONTRASTANTES	59

Resumo	59
Abstract	59
3.1 Introdução	60
3.2 Materiais e Métodos	62
3.3 Resultados	67
3.3.1 Densidade populacional de perfilhos	67
3.3.2 Taxa de crescimento de folhas	68
3.3.3 Taxa de crescimento de colmos	69
3.3.4 Taxa de crescimento total	70
3.3.5 Taxa de senescência	71
3.3.6 Taxa de acúmulo líquido de forragem	72
3.3.7 Relação senescência/crescimento de folhas (%)	73
3.4 Discussão	74
3.5 Conclusões	79
Referências	79
4 CONSIDERAÇÕES GERAIS	83
Referências	84
5 CONCLUSÕES	87

RESUMO

Dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes

Recentemente o conceito de alvo de manejo tem sido utilizado para definição de estratégias de manejo do pastejo, com a altura do pasto, dentre outras características estruturais do dossel, assumindo um papel importante para implementação desse conceito em condições de campo. Práticas de manejo podem influenciar de forma diferente os processos de crescimento e senescência, afetando assim a estrutura e o acúmulo de forragem e, por essa razão, precisam ter seu efeito conhecido de forma a permitir o planejamento práticas de manejo do pastejo eficientes e sustentáveis. Dentro desse contexto, o objetivo deste experimento foi avaliar a estrutura do dossel forrageiro, seus padrões de variação ao longo do ano e a dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm de altura por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008. Os tratamentos corresponderam à aplicação de três doses de nitrogênio (150, 300 e 450 kg/ha de N) mais o controle (sem adubação), e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 1200 m²) segundo um delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis-resposta: massa de forragem, composição morfológica, índice de área foliar, ângulo da folhagem, interceptação luminosa do dossel, densidade populacional de perfilhos e as taxas de crescimento total, de folhas, de colmos, da senescência e do acúmulo líquido de forragem. De forma geral, a aceleração dos ritmos de crescimento dos pastos resultou em aumento da massa de forragem, porcentagem de folhas e de colmos e redução da porcentagem de material morto, modificações essas coerentes com o maior IAF, maior densidade populacional de perfilho e menor ângulo da folhagem, porém sem alteração em interceptação de luz. Essas variações estruturais, apesar de pequenas, resultaram em aumento das taxas de crescimento de folhas, total, e de acúmulo líquido de forragem nos pastos adubados com as maiores doses de N. Apesar da grande amplitude entre as doses de N utilizadas, foi possível detectar um padrão comum de variação na estrutura do dossel forrageiro, cuja diferença entre tratamentos foi apenas relacionada à ordem de grandeza da variação registrada, consequência do maior ou menor ritmo de crescimento dos pastos. As mudanças em estrutura do dossel e acúmulo de forragem foram maiores em função da época do ano relativamente às doses de N utilizadas. Ritmos mais acelerados de crescimento associados com as doses mais altas de N resultaram em aumento de crescimento e de senescência, os quais ocorreram de forma relativamente proporcional, sugerindo um forte mecanismo compensatório que impede que grandes mudanças em eficiência de utilização da forragem produzida sejam obtidas. Os resultados demonstraram consistência e robustez da altura como critério de campo, e aponta para a possibilidade de seu uso como forma eficiente de monitorar e controlar o processo de pastejo e a estrutura do dossel forrageiro. Por outro lado, revelaram a necessidade de planejamento cuidadoso e uso estratégico do nitrogênio como forma de assegurar elevada produção de forragem, eficiência de utilização, desempenho e produtividade animal.

Palavras-chave: Nitrogênio; *Brachiaria brizantha*; Estrutura do dossel; Acúmulo de forragem; Eficiência de utilização; Manejo do pastejo

ABSTRACT

Dynamics of herbage accumulation of marandu palisadegrass swards subjected to continuous stocking and contrasting rhythms of growth

Recently, the concept of sward target has been used to define grazing management strategies, with sward surface height, among other swards structural characteristics, assuming an important role for implementing it in field conditions. Management practices can influence growth and senescence processes differently, interfering with herbage accumulation and, therefore, need to have their effect known in order to allow adequate planning of efficient and sustainable grazing management practices. Against that background, the objective of this study was to evaluate sward structure and its patterns of change throughout the year and the dynamics of herbage accumulation on continuously stocked marandu palisadegrass swards maintained at 30 cm and subjected to contrasting rhythms of growth from January 2007 to April 2008. Treatments corresponded to three nitrogen application rates (150, 300 and 450 kg ha⁻¹ N) plus the control (no N fertilisation), and were allocated to experimental units (1200 m² paddocks) according to a complete randomised block design, with four replications. The following response variables were evaluated: sward herbage mass, morphological composition, leaf area index (LAI), foliage angle, canopy light interception, tiller population density and the rates of total, leaf and stem growth, senescence, net herbage accumulation. Overall, the increase in nitrogen application rates resulted in increase of sward herbage mass, leaf and stem percentage and decrease of dead material percentage, modifications in line with the increase in LAI, light interception and tiller population density and decrease in foliage angle. These changes in sward structural characteristics were relatively small, but resulted in increased rates of total and leaf growth as well as net herbage accumulation on swards fertilised with high rates of nitrogen application. In spite of the wide range of nitrogen application rates used, it was possible to detect a common pattern of variation in sward structure, there was a common pattern of variation in sward structure, and treatments differences were related only to the size of the variation recorded, consequence of the faster or slower growth rhythm of swards. Changes in sward structure and herbage accumulation were larger with season of the year relative to nitrogen application rates. Faster growth rhythms associated with high nitrogen application rates resulted in proportionately similar increases in growth and senescence, suggesting a strong compensatory mechanism that would avoid that significant variations in utilisation efficiency were obtained. This indicates consistency and robustness of sward height as a field indicator, and highlights the possibility of using it as an efficient management tool to monitor and control the grazing process and sward structure. Further, it also highlights the need for careful planning and strategic use of nitrogen as a means of ensuring high levels of herbage production, utilisation efficiency, animal performance and productivity.

Keywords: Nitrogen; *Brachiaria brizantha*; Sward structure; Herbage accumulation; Utilisation; Grazing management

1 INTRODUÇÃO

Sistemas de produção animal em pasto são interessantes e têm atraído atenção crescente de técnicos e produtores por permitirem produção com baixos custos, o que favorece a competitividade e a lucratividade da atividade pecuária. Contudo, para que esses benefícios possam ser realizados, é necessário que o processo produtivo seja muito bem conduzido e que a forragem produzida seja de qualidade e colhida de forma eficiente. Para alcançar esses objetivos é necessário compreender como a planta forrageira cresce e como se dá o acúmulo de forragem, o que pode ser feito somente por meio de estudos mais detalhados em que a dinâmica do acúmulo de forragem, ou seja, o balanço entre os processos de crescimento e senescência que ocorrem no interior do dossel forrageiro, seja avaliada (DA SILVA, 2004). Entretanto, poucos são os trabalhos com plantas forrageiras tropicais que combinam utilização adequada da forragem produzida com elevada produtividade e sustentabilidade do sistema de produção, resultado de planejamento e organização eficientes de estratégias de pastejo (DA SILVA; PEDREIRA, 1997).

As pastagens são importantes devido à sua contribuição em todo o mundo, pois sua utilização possui ligação com os impactos ambientais de estratégias de uso da terra, com implicações para a estabilidade dos recursos bióticos e abióticos, da diversidade e de mudanças climáticas (LEMAIRE et al., 2005). Por isso, em países tidos como de pecuária desenvolvida, tem havido aumento na pressão pela criação e condução de sistemas de produção animal sustentáveis e que tenham retorno econômico satisfatório, gerando benefícios ambientais e sociais. Nesse contexto, o manejo do pastejo é uma das principais estratégias para realização da produção animal sustentável, desde que leve em consideração a exploração racional dos processos de crescimento, utilização e conversão de forragem (HODGSON, 1990), respeitando os limites e as necessidades tanto de plantas como de animais. Contudo, para que práticas de manejo adequadas e eficientes possam ser idealizadas e implementadas é fundamental conhecer os limites de tolerância e resistência das plantas forrageiras ao pastejo (BRISKE, 1996; LEMAIRES; CHAPMAN, 1996), sua dinâmica de acúmulo de matéria seca e aspectos relacionados com a interface planta-animal determinantes da

facilidade de apreensão e consumo de forragem pelos animais em pastejo (DA SILVA, 2004; DA SILVA; CARVALHO, 2005; DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2006).

Diversos trabalhos de pesquisa realizados não levam em consideração o ponto de vista ecofisiológico e a natureza multidisciplinar da produção animal em pastagens, caracterizada pelas interações solo-planta-animal-ambiente, gerando inconsistências entre resultados de pesquisas e suas aplicações no campo. Dessa maneira, é essencial a realização de trabalhos que associem pesquisa básica e aplicada na tentativa de integrar esses diversos fatores que, uma vez identificados, podem se tornar passíveis de melhoria, promovendo aumento da eficiência, da qualidade e economicidade da produção animal (GIACOMINI, 2008).

Num sistema de produção existem três grandes grupos de eficiências que podem ser manipulados, crescimento, utilização e conversão (HODGSON, 1990). Dentre esses, aquele que apresenta a maior oportunidade de manipulação e possibilidade de geração de benefícios imediatos em todo o processo produtivo é a eficiência de utilização, ou seja, colheita eficiente da forragem produzida (DA SILVA; CORSI, 2003). Apesar de o capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Hochst. Ex A. Rich cv. Marandu) ser uma espécie de gramínea de expressiva participação no cenário nacional (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2006), razão pela qual é uma das mais estudadas, o conhecimento disponível sobre suas respostas a práticas de manejo do pastejo e padrões de crescimento e produção de forragem é ainda limitado no que diz respeito ao comportamento dessa planta sob condições de pastejo. Em série de experimentos realizados sob lotação contínua e caracterizados por controle cuidadoso da estrutura do dossel forrageiro ficou demonstrado que é possível associar elevados níveis de ganho por animal e por área (ANDRADE, 2003) sem redução na produção de forragem (MOLAN, 2004; SBRISSIA, 2004), indicando um elevado potencial dessa planta forrageira para utilização em sistemas de produção animal em pasto. Contudo, essa condição normalmente acontece associada a uma menor eficiência de colheita da forragem produzida (GONÇALVES, 2002), resultado de um processo de senescência mais acentuado (SBRISSIA, 2004). Nesse contexto, práticas de manejo que resultem em melhoria na eficiência de utilização da forragem produzida seguramente permitiriam

melhorias adicionais significativas na produtividade animal em pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua.

A eficiência de utilização pode ser melhorada por meio da manipulação dos ritmos de morfogênicos e de crescimento das plantas forrageiras, sendo o uso estratégico de adubação nitrogenada uma maneira eficiente de atingir esse objetivo (MAZZANTI; LEMAIRE, 1994). Contudo, essa possibilidade foi testada apenas com plantas forrageiras de clima temperado, permanecendo desconhecida a possibilidade de sua utilização no caso de gramíneas forrageiras tropicais.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar e descrever a dinâmica de acúmulo de forragem (crescimento e senescência) e a composição morfológica da massa de forragem de pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm de altura por meio de lotação contínua e taxa de lotação variável e submetidos a doses de nitrogênio como forma de gerar ritmos de crescimentos contrastantes. Esse conhecimento deverá favorecer o planejamento e a manipulação do processo produtivo de forma eficiente, assegurando persistência e produtividade da pastagem.

1.1 O capim marandu

A *Brachiaria brizantha* (Hochst. Ex A. Rich) cv. Marandu é conhecida no Brasil como capim-marandu, possuindo, ainda, diversas denominações regionais como brizantão, braquiarão, capim-ocinde e marandu (RENVOIZE et al., 1996). Neste trabalho, para maior facilidade e consistência na denominação, será referida como capim-marandu. Em 1977 a Estação de Pesquisa em Pastagens de Marandela – Zimbábue, na África, enviou as amostras do material vegetal ao Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), da Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, situado no município de Campo Grande, Estado do Mato Grosso do Sul, onde passou a ser estudado sob o código de acesso BRA-000591. No ano de 1979 o CPAC - Centro de Pesquisa Agropecuária do Cerrado, também da EMBRAPA, situado no município de Planaltina, Distrito Federal, recebeu parte do material para estudo. No ano de 1984 houve o lançamento oficial do cultivar, numa parceria entre o CPAC e o CNPGC, servindo como mais uma alternativa aos pecuaristas brasileiros (RENVOIZE et al., 1996).

É uma gramínea que tem hoje expressiva participação no cenário nacional (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2006); é caracterizada por um hábito de crescimento cespitoso, com folhas pouco pilosas, bainhas foliares pilosas e inflorescências de até 40 cm de comprimento possuindo de quatro a seis racemos (RENVOIZE et al.,1996). É uma das melhores alternativas de planta forrageira resistente às cigarrinhas típicas de pastagens como *Notozulia entreriana* (Berg.), *Deois flavopicta* (Stal), *D. incompleta* (Walker), *D. schach* (Fabr.) e *Aeneolamia selecta* (Walker). Ultimamente, em algumas regiões do país, tem sofrido ataque por cigarrinhas do gênero *Mahanarva*, o que limita sua utilização extensiva em áreas com histórico de problemas com cigarrinhas desse gênero. Apesar de tolerante a condições de baixa fertilidade do solo, é uma planta altamente responsiva a adubações (Embrapa Gado de Corte, 2006).

O Brasil possui aproximadamente 20% de sua área territorial ocupada com pastagens, dos quais 20% correspondem a pastagens plantadas com plantas do gênero *Brachiaria* em diversos graus de degradação (FNP, 2003). Estima-se que as plantas desse gênero ocupem em torno de 7,6 milhões de hectares somente no Estado de São Paulo, e que aproximadamente 50% desse total já se encontrem em algum estágio de degradação (FERREIRA et al., 1999).

1.2 O sistema de produção animal em pastagens

A produção animal em pastagens implica na interferência do homem por meio do uso de conhecimentos que permitam assegurar produção de forragem em quantidade e qualidade para alcançar metas de produção e de produtividade animal, simplificar e reduzir custos e aumentar o lucro para produtor sem, contudo, comprometer a sustentabilidade do sistema (DA SILVA, 2004). Para tanto, a primeira condição para atingir esses objetivos está baseada no reconhecimento do sistema pastoril como sendo um ecossistema particular caracterizado por uma série de interações multidisciplinares entre seus componentes bióticos e abióticos (Figura 1).

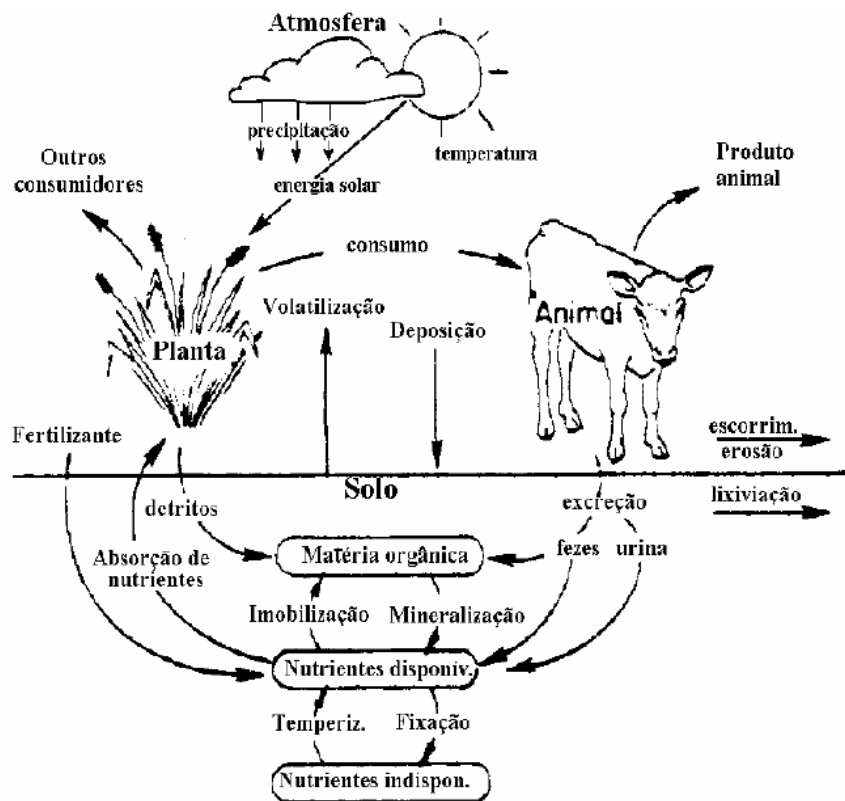


Figura 1 – Representação simplificada dos componentes do ecossistema pastagem (adaptado de WILKIMSON; LOWREY, 1973)

Segundo Odum (1971), um ecossistema ou sistema ecológico é definido como um conjunto de organismos vivendo em associação com seu ambiente físico e químico onde existe elevada interdependência entre os seus vários componentes. A pastagem é um sistema ecológico onde plantas, animais e outros organismos representam os componentes bióticos, e o solo, os nutrientes e a atmosfera completam o ecossistema representando os componentes abióticos (HOLECHEK et al., 1989). Alguns desses fatores podem ser manipulados, tais como a disponibilidade de nutrientes no solo e a intensidade e a frequência de desfolhação aplicada sobre as plantas, e outros não, como a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), temperatura e precipitação. A capacidade produtiva do ambiente pastoril está limitada às restrições ecológicas impostas pelas disponibilidades dos fatores “não controláveis”, razão pela qual o conhecimento dos efeitos desses fatores sobre o processo produtivo é condição

essencial ao uso de qualquer estratégia de produção animal baseada na exploração exclusiva de pastagens (NABINGER, 1997).

A transferência de energia no sistema pastoril inicia-se no processo de captação da radiação luminosa pela vegetação, passando pelo processo de utilização da vegetação pelos herbívoros até a conversão da energia ingerida em produto animal (BRISKE; HEITSCHMIDT, 1991). Hodgson (1990) comentou que, para se obter o produto animal de interesse, três etapas de transferência da energia captada a partir do sol estão interligadas, a saber: crescimento, utilização e conversão (Figura 2). O crescimento resulta do processo de captação da energia luminosa proveniente do sol e sua transformação em energia química integrante dos tecidos vegetais, ou seja, a fotossíntese. Nesse processo, os fatores ambientais como a disponibilidade de luz, temperatura, água e nutrientes são importantes. É a partir da fotossíntese que a comunidade de plantas consegue a energia necessária para todos os demais processos morfofisiológicos determinantes e condicionadores da produção vegetal (DA SILVA; PEDREIRA, 1997). Entretanto, apesar de ser o ponto de partida para todo o processo produtivo no ambiente pastoril, a sua eficiência é baixa (proporção da energia luminosa disponível que é retida na forma de tecido vegetal). A utilização, etapa intermediária do processo produtivo, correspondente à colheita da forragem produzida por meio do pastejo (DA SILVA; CORSI, 2003). A conversão corresponde à última etapa em que a energia contida na forragem ingerida é metabolizada e convertida em produto animal. Nessa fase do processo produtivo, assim como na fase de crescimento, a eficiência de uso da energia na cadeia produtiva é baixa (proporção da energia na forragem ingerida que é retida no produto animal). Considerando-se as eficiências parciais em cada uma dessas etapas (crescimento, utilização e conversão), fica claro que é durante a etapa da utilização ou colheita da forragem produzida que podem ser vislumbradas as maiores oportunidades de manipulação e controle do processo produtivo (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). Adicionalmente, quanto maior a eficiência nas etapas que antecedem a conversão, especialmente no crescimento, maior é a quantidade total de energia que chega à etapa de conversão e, com isso, maiores serão os benefícios potenciais de ações de manejo relacionadas com essa etapa do processo produtivo, maximizando a eficiência global final do processo produtivo como um todo (CARVALHO et al., 2004).

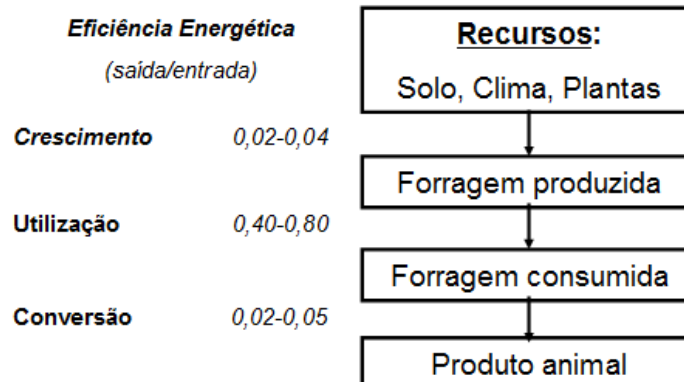


Figura 2 – Representação esquemática da produção animal em pastagens e o uso de energia entre os distintos níveis tróficos (Adaptado de HODGSON, 1990)

Para Hodgson (1990), o ideal seria maximizar as eficiências parciais dessas três etapas, porém o autor ressalta que esse fato não seria possível, uma vez que correspondem a processos antagônicos. Portanto, o dilema básico da produção animal em pastagens é a impossibilidade de otimização da interceptação e conversão de energia solar em produção primária (produção de forragem) simultaneamente com a máxima eficiência de colheita (PARSONS et al., 1983). Ou seja, é impossível maximizar a eficiência de todos os processos concomitantemente em função do conflito entre a demanda de plantas e animais por um componente comum, as folhas.

Assim sendo, devido à existência dessa interdependência e do antagonismo entre as etapas de transferência de energia no processo produtivo, decisões de manejo pontuais, visando melhorar a eficiência de uma das etapas de forma isolada e independente das demais, tendem a reduzir a eficiência de outra e vice-versa. Esse fato indica que o manejo do pastejo tem, na realidade, a finalidade de gerenciar ineficiências parciais entre as etapas do processo produtivo com o objetivo de maximizar a produtividade do sistema (DA SILVA; CORSI, 2003). Dessa maneira, para definir estratégias de manejo do pastejo é necessário conhecer e compreender a base produtiva (recursos físicos, vegetais e animais), além do perfil do sistema de produção (forma segundo a qual os componentes da base física interagem), as respostas de plantas e animais ao pastejo e a contextualização específica da unidade de produção (DA SILVA; CORSI, 2003; DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2006). Para entender os padrões de respostas das plantas é importante entender os processos envolvidos em seu crescimento e desenvolvimento, ou seja, a dinâmica do processo de acúmulo

ferragem. Isso significa dizer que pesquisas com pastagens precisam ser realizadas dentro do contexto multidisciplinar onde as respostas em cada componente, de cada universo, são analisadas de maneira sistêmica e integrada.

1.3 Importância do crescimento no processo produtivo

Os processos que ocorrem dentro do ecossistema pastagem estão interligados. As interações entre seus componentes e os distintos caminhos nos quais podem interagir tornam o ecossistema complexo e altamente heterogêneo (SBRISSIA; DA SILVA, 2002). Contudo, tal complexidade se manifesta em níveis variáveis dentro do ambiente, onde as observações e descrições são dependentes da escala de observação e cuja abordagem depende de objetivos particulares (TAITON, 1974).

O crescimento do pasto é o resultado da captação da energia luminosa pelas plantas e sua transformação em biomassa vegetal. Essa produção pode ser limitada por duas categorias de “restrições ecológicas”. A primeira diz respeito à qualidade da radiação solar que atinge a superfície da Terra. Do total da radiação solar que chega, apenas 45% estão compreendidos na região do espectro da radiação que é efetiva para fotossíntese (radiação fotossinteticamente ativa, compreendida na faixa de comprimento entre 400 a 700 nm), os outros 55% não são convertidos em energia química, não originando, portanto, biomassa (NABINGER, 1997). A segunda, envolve a disponibilidade de outros fatores abióticos como água, temperatura e nutrientes, cujo nível pode impedir a máxima captação de energia solar uma vez que limitam a velocidade dos processos responsáveis pelo desenvolvimento da área foliar das plantas. Já a produtividade secundária (quantidade de produto animal por unidade de área) é limitada pela disponibilidade de ferragem, produto proveniente da produção primária, pela capacidade do animal em consumir a ferragem produzida, e pela qualidade da ferragem, sendo esta última dependente da espécie, da idade da planta e da disponibilidade de nutrientes (NABINGER, 1998).

A população de plantas é composta de indivíduos que interagem entre si e com o ambiente. Assim, os indivíduos são afetados por e reagem a condições e mudanças no ambiente modificando sua forma e função que, em conjunto, na comunidade de plantas, resultam em novas modificações do ambiente (LEMAIRE, 2001), caracterizando um

ciclo contínuo de interações. Para Da Silva e Pedreira (1997), a combinação dos atributos genéticos de uma dada espécie e os efeitos do ambiente sobre os processos fisiológicos e características morfológicas são os fatores que definem o ritmo de crescimento do pasto em condição de crescimento livre. Já em uma comunidade de plantas pastejadas, as interações planta-planta são afetadas pelos eventos de desfolhação, os quais exercem efeito direto por meio de modificação do funcionamento e da morfologia das plantas e indireto por meio de modificação do micro-ambiente onde se encontram as plantas (LEMAIRE, 2001).

Para Lemaire e Chapman (1996), as respostas das plantas aos distúrbios promovidos pela desfolhação podem ser entendidas como forma de restabelecer e manter padrões “homeostáticos” de crescimento, segundo os quais todos os recursos são utilizados buscando um caminho ótimo para o crescimento da planta. Portanto, o ajuste em nível de população (densidade populacional de perfilhos) ocorre em função da plasticidade fenotípica, compensando os contrastes em manejo do pastejo empregados. Isso permite à comunidade de plantas manter certa estabilidade de produção dentro de uma amplitude significativa de condições de dossel forrageiro (HODGSON; DA SILVA, 2002), ocasionando modificações no arranjo e distribuição dos componentes morfológicos e na composição morfológica da massa de forragem, que, por sua vez, podem resultar em alterações de comportamento e resposta animal (DA SILVA; CARVALHO, 2005).

Assim, resumidamente, as respostas das plantas forrageiras a distúrbios promovidos pela desfolhação podem ser vistas como forma de aproveitamento ótimo da luz disponível e restabelecimento rápido da área foliar e padrões de crescimento das plantas. Para tanto, a etapa de crescimento é essencial para todo o processo produtivo, uma vez que define a quantidade total de energia que será transferida ao longo de todo o processo produtivo (CARVALHO et al., 2004). O processo de crescimento interfere com a quantidade e composição da forragem acumulada que, por sua vez, interfere com o processo de colheita e eficiência de utilização. Dessa maneira, conhecer como se dá o acúmulo de forragem e quais as implicações que práticas de manejo têm sobre ele é fundamental para o planejamento de práticas eficientes e eficazes de manejo do pastejo e da pastagem (DA SILVA, 2004).

1.4 O processo de acúmulo de forragem

1.4.1 A importância do perfilho na dinâmica de acúmulo de forragem

As pastagens são formadas por uma população de plantas em que cada planta é formada por unidades básicas que, no caso de gramíneas forrageiras, são denominadas perfilhos (VALENTINE; MATTHEW, 1999). Dessa maneira, o entendimento dos processos determinantes do desenvolvimento de plantas forrageiras no ecossistema pastagem passa pelo conhecimento dos processos que ocorrem em perfilhos individuais, sendo o acúmulo de forragem do pasto resultado do somatório do acúmulo de todas as unidades que o compõem (MATTHEW et al., 2001).

Hodgson (1990) descreveu o perfilho como sendo a unidade básica das gramíneas, cujo desenvolvimento morfológico está baseado na sucessiva diferenciação do meristema apical em fitômeros em diferentes estádios de desenvolvimento (Figura 3). Um fitômero é constituído basicamente por uma folha (lâmina e bainha), internódio e nó com sua respectiva gema axilar (EVANS; GROVER, 1940; NELSON, 2000). Para alguns autores as raízes também fazem parte do fitômero (NASCIMENTO JR.; ADESE, 2004). Essa organização dinâmica permite às gramíneas manter sua persistência por período longo de tempo, assim como promove um mecanismo plástico (dentro de certos limites) que proporciona adaptações ao pastejo e mudanças estacionais na estrutura do dossel (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993; MATTHEW et al., 2001).

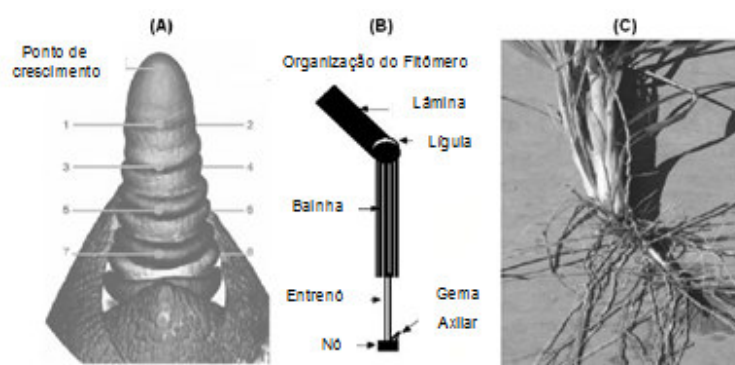


Figura 3 – (A) Meristema apical (primórdios foliares em lados alternados), (MATTHEW; HODGSON, 1999); (B) Unidade funcional básica da planta (fitômero) (NELSON, 2000); (C) Fotografia de uma gramínea na qual aparecem as raízes formadas nos fitômeros mais velhos (NASCIMENTO JR.; ADESE, 2004)

A formação e o desenvolvimento de sucessivos fitômeros é, de forma resumida, o processo de morfogênese, sendo este relacionado com o aparecimento de folhas, que é um dos fatores determinantes da dinâmica de fluxo de tecidos nas plantas forrageiras (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000). Logo, a compreensão do desenvolvimento de perfilhos individuais, de variações em densidade populacional de perfilhos e de que a população é formada por perfilhos de várias gerações e tamanhos abre caminho para se entender a relação entre o acúmulo de biomassa em perfilhos individuais e em uma comunidade vegetal (NASCIMENTO JR.; ADESE, 2004). Assim sendo, a dinâmica de acúmulo de forragem pode ser mais bem compreendida por meio do estudo da morfogênese, conhecida como o processo de formação de novos tecidos da parte aérea, ordenado genotipicamente e dependente de fatores ambientais, ou seja, a partir de estudos das variáveis que integram as características morfogênicas: aparecimento de folhas, alongamento de folhas, duração de vida da folha (LEMAIRE; AGNUSDEI, 2000) e alongamento de colmos (SBRISSIA; DA SILVA, 2001).

O acúmulo de forragem em pastagens é resultado de interações complexas advindas da combinação dos atributos genéticos de uma dada espécie e os efeitos do ambiente sobre seus processos fisiológicos e características morfofisiológicas para determinação da produtividade (DA SILVA; PEDREIRA, 1997). Hodgson et al. (1981) definiram o acúmulo de forragem como sendo um processo dinâmico e resultado do balanço entre o crescimento e senescência/decomposição de tecidos no pasto. No caso específico de plantas sob pastejo, considera-se no balanço o material consumido pelos animais, tornando o acúmulo de forragem o balanço líquido entre crescimento, consumo e perdas por senescência (BIRCHAM; HODGSON, 1983).

Assim, o entendimento das características morfogênicas permite uma melhor visualização da curva de produção, acúmulo de forragem e uma estimativa da qualidade do pasto, além de favorecer o desenvolvimento de recomendações de práticas de manejo diferenciadas (GOMIDE, 1998), que respeitem os requerimentos biológicos e ecológicos das plantas forrageiras (DA SILVA, 2004).

1.5 O nitrogênio como regulador do ritmo de crescimento das plantas forrageiras e seu uso estratégico em práticas de manejo do pastejo

A utilização de fertilizantes nitrogenados é uma importante ferramenta na intensificação dos sistemas de produção animal em pasto, uma vez que o nitrogênio (N) é de fundamental importância dentro da fisiologia da planta, funcionando como modulador, regulador e acelerador do crescimento, condições que podem resultar em aumentos de produção e melhoria da qualidade da forragem produzida (FAGUNDES et al., 2005; ANDRADE et al., 2000).

A aceleração do ritmo de crescimento das plantas é resultante da aceleração dos processos morfogênicos, que ocorrem no perfilho, e está associada a aumentos nas taxas de aparecimento e alongamento de folhas e de aparecimento de perfilhos que, em contrapartida, estão normalmente associados a aumentos nas taxas de senescência e de mortalidade de perfilhos e redução na longevidade de folhas (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996). Para que os benefícios da aceleração do crescimento possam ser realizados é necessário colher a forragem produzida antes que essa entre em processo de senescência exacerbado e, para isso, é preciso promover ajustes no intervalo de desfolhação (lotação rotativa) ou taxas de lotação empregadas (lotação contínua) para que o mesmo não exceda o período de vida das folhas (PARSONS et al., 1988; LEMAIRES, 2001).

A principal adaptação fisiológica das plantas após desfolhação é a alocação preferencial de carbono para os meristemas ou pontos de crescimento com a finalidade de maximizar a expansão de nova área foliar (GASTAL et al., 1992). Tais processos, todavia, têm-se mostrado bastante dependentes de uma adequada nutrição nitrogenada, uma vez que esta afeta a expressão das variáveis morfogênicas básicas no perfilho (CRUZ; BOVAL, 2000). As variáveis morfogênicas que sofrem influência da aplicação de nitrogênio são a taxa de aparecimento de folhas (TApF), a taxa de alongamento de folhas (TAIF) e a duração de vida de folhas (DVF). Segundo Lemaire (1988), a TApF é pouco afetada pela deficiência de N em gramíneas de clima temperado. Já em gramíneas de clima tropical, Garcez Neto et al. (2002) e Alexandrino et al. (2004) relataram que a aplicação de N afetou a TApF, porém em menor proporção do que a TAIF e ao perfilhamento. Isso pode ser explicado pelo fato de a zona de

divisão celular ser um local onde ocorre maior acúmulo de N (GASTAL; NELSON, 1994), apresentando um efeito pronunciado sobre a taxa de alongamento de folhas (MAZZANTI et al., 1994). Esta é a variável morfogênica que, isoladamente, mais se correlaciona diretamente com massa da forragem dos pastos (HORST et al., 1978). Assim, à medida que a TAIF aumenta, ocorre incremento na proporção de folhas e, conseqüentemente, maior área foliar fotossinteticamente ativa, promovendo maior acúmulo de MS.

Com relação à duração de vida de folhas (DVF), Mazzanti et al. (1994) relataram diminuição na longevidade de folhas em condições de alta disponibilidade de N, explicando tal fato pela competição por luz ocasionada pelo aumento da taxa de alongamento foliar e maior tamanho final das folhas. Portanto, o conhecimento da duração de vida das folhas é importante para o manejo do pastejo, pois indica o platô potencial de produção da espécie (máxima quantidade de material vivo por área), podendo ser um indicador para a determinação da intensidade de pastejo a ser adotada quando do uso de lotação contínua (altura do dossel e/ou taxa de lotação empregada) ou da freqüência de pastejo em casos de lotação rotativa que permita manter índices de área foliar próximos da maior eficiência de interceptação de luz e máximas taxas médias de acúmulo de forragem (NABINGER; PONTES, 2001).

Experimentos têm demonstrado (MARTUSCELLO et al., 2006; LOPES et al., 2005) que plantas adubadas com N atingem um número máximo de folhas por perfilho mais precocemente, resultado de ritmos morfogênicos mais acelerados, possibilitando manejos que permitam maiores freqüências de desfolhação. Para um dado tempo de vida das folhas, essa maior freqüência de desfolhação representaria um maior número de eventos de desfolhação por folha durante seu tempo de vida, o que resultaria em uma maior eficiência de colheita dos tecidos produzidos (MAZZANTI; LEMAIRE, 1994; LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Por outro lado, o aumento no aparecimento de folhas normalmente ocorre associado com uma diminuição da longevidade das mesmas, o que poderia negar o benefício da maior freqüência de desfolhação passível de ser implementada sob condições de ritmo de crescimento mais acelerado. Apesar de o capim-marandu ser uma das espécies de gramíneas tropicais mais bem estudadas no país, pouco se sabe

sobre o efeito do N e os ritmos morfogênicos resultantes, limitando, sobremaneira, o planejamento e definição de práticas mais eficientes de manejo do pastejo.

1.6 O capim-marandu manejado sob lotação contínua

A pesquisa sobre o manejo do pastejo deve ter por objetivo encontrar o ponto de equilíbrio ótimo entre a necessidade da planta forrageira de conservar sua área foliar e a remoção desse tecido por meio do corte ou pastejo para manutenção da produção animal (PARSONS et al., 1988). A forma de utilização das pastagens com animais varia em função da frequência com que a área é pastejada, ou seja, do intervalo entre um pastejo e outro, do tempo em que os animais permanecem pastejando a mesma área e da intensidade com que o pastejo é realizado. A frequência e a intensidade do pastejo são fatores determinantes do acúmulo de forragem sob condições de lotação contínua, método de pastejo comumente empregado em pastagens de capim-marandu no país. Nesse método de pastejo, a frequência com que uma planta é pastejada depende da relação entre a taxa de lotação, a disponibilidade de pasto e as características das plantas e tipo animal utilizado (NABINGER, 1998). Com isso, estudos relativos ao impacto que diferentes métodos de pastejo (contínuo ou rotativo) têm sobre as respostas de plantas e animais são essenciais para melhor compreensão do processo produtivo e visualização de oportunidades de manipulação e intensificação.

O capim-marandu é uma das gramíneas forrageiras mais cultivadas em todo o território nacional (BUENO, 2006), desempenhando papel fundamental nos sistemas que têm por base as pastagens. Sua importância justifica a necessidade de se conhecer suas respostas a distintas estratégias de desfolhação, uma vez que normalmente encontra-se submetida a uma grande variedade de regimes de utilização e métodos de pastejo. O efeito da desfolhação, por meio da frequência e intensidade com que é realizada, reflete-se diretamente na condição das plantas que compõem a pastagem, determinando sua velocidade de crescimento, produtividade e persistência.

Nos últimos 7 anos foram desenvolvidos estudos com o objetivo de compreender as respostas funcionais do capim-marandu e animais ao pastejo. Diversos trabalhos demonstraram que, sob lotação contínua, a faixa de altura em que a persistência do pasto e a produção de forragem foram favorecidas esteve entre 20 e 40 cm (MOLAN,

2004; SBRISSIA, 2004). Nesses estudos determinou-se que a maior eficiência de utilização (76,2%) foi registrada em pastos mantidos a 20 cm de altura (GONÇALVES, 2002). Por outro lado, verificou-se que os maiores ganhos por animal e por unidade de área foram registrados nos pastos mantidos a 30 cm (ANDRADE, 2003), situação em que a eficiência de utilização foi mais baixa (69,4%; GONÇALVES, 2002). Esse fato indica que práticas de manejo que permitam manter a condição de pasto ótima para desempenho e produtividade animal elevados (30 cm de altura), mas, também, promovam melhoria na eficiência de utilização da forragem produzida, seguramente vão permitir melhorias adicionais significativas na produtividade animal em pastagem de capim-marandu manejados sob lotação contínua.

Uma possibilidade, já estudada e avaliada para gramíneas de clima temperado (MAZZANTI; LEMAIRE, 1994), seria a aceleração do ritmo de crescimento dos pastos por meio de adubações nitrogenadas, favorecendo aumentos na freqüência de desfolhação como resultado das maiores taxas de lotação empregadas para manutenção da meta de altura. Isso porque a aceleração do ritmo de crescimento resultaria em maior produção de forragem, conseqüência do aumento nas taxas de alongamento foliar e maior tamanho final de folhas (MARTUSCELLO et al., 2005). Experimentos dessa natureza, em que o fertilizante nitrogenado é utilizado com a finalidade de melhorar a eficiência de utilização do pasto jamais foram realizados no país, e poderiam gerar resultados importantes que contribuiriam para aumentar o nível de conhecimento sobre o capim-marandu, favorecendo melhoria considerável da eficiência global do processo produtivo, aumentando a produtividade e a competitividade da atividade pecuária sem comprometer a sustentabilidade do sistema pastoril.

O objetivo deste estudo foi avaliar a hipótese de que é possível melhorar a eficiência de utilização do capim-marandu manejado sob lotação contínua utilizando a meta de 30 cm de altura de forma a propiciar maior desempenho por animal e por unidade de área utilizando o fertilizante nitrogenado de forma estratégica, como modulador do ritmo de crescimento dos pastos.

Referências

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D., MOSQUIM, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA F.C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004
- ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A. Produtividade e valor nutritivo do capim-elefante cv. Napier sob doses crescentes de nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 1589-1591, 2000.
- ANDRADE, F.M.E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte**. 2003. 125 p. Dissertação (Mestrado Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 38, p. 323-331, 1983.
- BRISKE, D.D. Strategies of plant survival in grazed systems: A functional interpretation. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A. W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. p. 37- 67.
- BRISKE, D.D.; HEITSCHMIDT, R.K. An ecological perspective. In: HEITSCHMIDT, R.K.; STUTH, J.W. **Grazing management: an ecological perspective**. Oregon: Timber Press, 1991. p.11-26.
- BUENO, M.E.G. **Potencial produtivo e qualitativo de gramíneas tropicais sob diferentes níveis de adubação nitrogenada, irrigação e época do ano**. 2006. 67 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá,, 2006.
- CARVALHO, P.C.F.; CANTO, M.W.; MORAES, A. Fontes de perdas de forragem sob pastejo: forragem se perde? In: PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; FONSECA; D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. (Org.). **Manejo estratégico da pastagem**. Viçosa, 2004. v. 1, p. 387-341.
- 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.
- CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. (Ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing. 2000. p. 151-168.

DA SILVA, S.C. Fundamentos para o manejo de pastagens de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Editora Suprema, 2004. p. 347-685.

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

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

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Ed. Suprema, 2006. p. 1-42.

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

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Marandu – cultivar de *Brachiaria brizantha***. Disponível em: <<http://www.cnpqg.embrapa.br/produtoseservicos/capimmarandu.html>>. Acesso em: 20 ago. 2006.

EVANS, M.W.; GROVER, F.O. Developmental morphology of the growing point of the shoot and the inflorescence in grasses. **Journal of Agricultural Research**, Washington, v. 61, n.7, p. 481-520, 1940.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubado com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 4, p. 397-403, 2005.

FERREIRA, C.R.R.P.T.; VEGRO, D.D.R.; BORTOLETO, E.E.; FRANCISCO, V.L.F.S. Caracterização de pecuária bovina no Estado de São Paulo. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 29, p. 7-30, 1999.

FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. Pastagens garantem o futuro da pecuária leiteira. In: _____. **Anualpec**: anuário da pecuária brasileira. São Paulo, 2003. p. 55-56.

GARCEZ NETO, A. F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; REGAZZI, A.J. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 31, n. 5, p.1890-1900, 2002.

GASTAL, F.; BELANGER, G.; LEMAIRE, G. A model of the leaf extension rate of tall fescue in response to nitrogen and temperature. **Annals of Botany**, Oxford, v. 70, p. 437-442, 1992.

GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 105, p. 191-197, 1994.

GIACOMINI, A. A. **Demografia do perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. 2007. 175 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

GOMIDE, C.A.M.; PACIULLO, D.S.C.; GRASSELLI, L.C.P.; GOMIDE, J.A. Efeito da adubação sobre a morfogênese de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p. 486-488.

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

_____. Variations in the surface characteristics of the sward and short-term rate of herbage intake by calves and lambs. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 36, p. 49- 57, 1981.

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

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

HOLECHEK, J.L.; PIEPER, R.D.; HERBEL, C.H. **Range management: principles and practices**. New Jersey: Prentice Hall, Englewood Cliffs, 1989. 501 p.

HORST, G. L., NELSON. C. J., ASAY, K. H. Relationship of leaf elongation to forage yield of tall fescue genotypes. **Crop Science**, Madison, v. 18, n. 5, p. 715-719, 1978

LEMAIRE, G. Swards dynamics under different management programmer. In: MEETING OF THE EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 12., 1988, Dublin. **Proceedings...** Dublin: Irish Grassland Association, Ireland, 1988. p. 7-22.

LEMAIRE, G. Understanding root and shoot development. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 29-37.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turn-over and efficiency of herbage utilization. In: LEMAIER, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. et al. (Ed.) **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publ., 2000. chap. 14. p. 265-288.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. chap. 1, p. 3-36.

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

LOPES, R.S.; FONSECA D. M., NASCIMENTO-JÚNIOR, D.; OLIVEIRA, R.A.; ANDRADE, A.C.; MASCARENHAS, A.G. Efeito da irrigação e adubação na disponibilidade e composição bromatológica da massa seca de lâminas foliares de capim-elefante¹. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 1, p. 20-29, 2005.

MARTUSCELLO, J. A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P.M.; CUNHA, D. N. F. V.; MOREIRA, L. M. Características morfogênicas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v 35, n. 3, p.665-671, 2006.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P.M.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I.; CUNHA, D. N.F.V.; MOREIRA L.M. Características morfogênicas e estruturais do capim-xaraés submetido à adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v 34, n. 5, p.1475-1482, 2005.

MATTHEW, C.; HODGSON, J. **Grassview**: form and function of grass. New Zealand: Massey University, 1999.1 CD-ROM.

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.

MAZZANTI, A.; LEMAIER, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue continuously grazed by sheep: 2- Consumption and herbage efficiency utilization. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.49, p.352-359, 1994.

MAZZANTI, A.; LEMAIER, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 49, n. 3, p. 352-359, 1994.

MOLAN, L.K. **Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua**. 2004. 159 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1997. p. 213-251.

_____. Princípios de manejo e produtividade das pastagens. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE – MANEJO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DE PASTAGENS, 1998, Canoas. **Anais...** Canoas: ULBRA, 1998. p. 54-107.

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 755-771

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p.289-330.

NELSON, C.J. Shoot morphological plasticity of grasses: Leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A.; CARVALHO, P.C.F.; NABINGER, C. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publ., 2000. chap. 6, p. 101-126.

ODUM, E.P. **Fundamentals of ecology**. 3rd. ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1971. 391 p.

PARSONS, A.J.; JOHNSON, J.R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide fundamental comparison of the continuous and intermittent desfoliation of grass. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 43, p. 49-59,1988.

PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLETT, B.; PENNING, P.D.; LEWIS, J. The physiology of grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, Oxford, v. 20, p. 127-139, 1983.

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; 1996. chap. 1, p. 1-15.

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

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

TAITON, N.M. Effects of different grazing rotations on pasture production. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v. 29, p.191-202, 1974.

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

WILKINSON, S.R.; LOWREY, R.W. Cycling of mineral nutrients in pasture ecosystems. In: BUTLER, G.W.; BAILLEY, R.W. (Ed.). **Chemistry and biochemistry of herbage**. London: Academic Press, 1973. v. 2, p. 247-315.

2 MASSA DE FORRAGEM, COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA, ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR, ÂNGULO DA FOLHAGEM E INTERCEPTAÇÃO LUMINOSA DE PASTOS DE CAPIM-MARANDU SUBMETIDOS À LOTAÇÃO CONTÍNUA E RITMOS DE CRESCIMENTO CONTRASTANTES

Resumo

A baixa eficiência das práticas de manejo empregadas em sistemas de produção animal baseados no uso de pastagens e a degradação das mesmas alertou para a necessidade do entendimento da pastagem como sendo um ecossistema em que a sustentabilidade depende do equilíbrio entre seus componentes bióticos e abióticos. Assim surgiu o conceito de alvo de manejo e novas estratégias de uso das plantas forrageiras tropicais começaram a ser definidas com base em um indicador de campo capaz de agregar as relações funcionais entre respostas de plantas e animais e a estrutura do dossel, a altura do pasto. O objetivo deste experimento foi avaliar a estrutura do dossel forrageiro e seus padrões de variação ao longo do ano em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm de altura por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008. Os tratamentos corresponderam à aplicação de três doses de nitrogênio (150, 300 e 450 kg/ha de N) mais o controle (sem adubação) e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 1200 m²) segundo um delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis-resposta: massa de forragem, composição morfológica, índice de área foliar (IAF), ângulo de folhagem e interceptação luminosa. De forma geral, a aceleração dos ritmos de crescimento dos pastos resultou em aumento da massa de forragem, aumento da porcentagem de folhas e de colmos e redução da porcentagem de material morto, modificações essas coerentes com o maior IAF, menor ângulo da folhagem, porém sem variação em luminosa dos pastos adubados com as maiores doses de N. Embora significativas, as diferenças foram pequenas do ponto de vista agrônômico, mas poderiam ser importantes do ponto de vista de comportamento ingestivo dos animais. Apesar da grande amplitude entre as doses de N utilizadas, foi possível detectar um padrão comum de variação em estrutura do dossel forrageiro cuja diferença entre tratamentos foi apenas a ordem de grandeza da variação registrada, consequência do maior ou menor ritmo de crescimento dos pastos. Esse fato indica consistência e robustez da altura como critério de campo, e aponta para a possibilidade de seu uso como forma eficiente de monitorar e controlar o processo de pastejo e a estrutura do dossel forrageiro.

Palavras-chave: Nitrogênio; *Brachiaria brizantha*; Estrutura do dossel; Altura; Manejo do pastejo

HERBAGE MASS, MORPHOLOGICAL COMPOSITION, LEAF AREA INDEX, FOLIAGE ANGLE AND LIGHT INTERCEPTION OF MARANDU PALISADEGRASS SWARDS SUBJECTED TO CONTINUOUS STOCKING AND CONTRASTING RHYTHMS OF GROWTH

Abstract

The low efficiency of current management practices used in pastoral systems and pasture degradation indicated the need to consider grasslands as an ecosystem in which sustainability depends on the equilibrium between their biotic and abiotic components. In that context, the concept of sward target was developed and new strategies for managing tropical grasses started to be defined based on a field indicator capable of integrating functional responses of plants and animals to changes in sward structure, the sward surface height. The objective of this experiment was to evaluate sward structure and its patterns of variation throughout the year on continuously stocked marandu palisadegrass maintained at 30 cm and subjected to contrasting rhythms of growth from January 2007 to April 2008. Treatments corresponded to three nitrogen application rates (150, 300 e 450 kg/ha de N) plus the control (no N fertilisation), and were allocated to experimental units (1200 m² paddocks) according to a complete randomised block design, with four replications. The response variables studied were sward herbage mass, morphological composition, leaf area index (LAI), foliage angle and light interception. The increase in nitrogen application rates resulted in increased sward herbage mass, increase proportion of leaf and stem and reduction in the proportion of dead material. These modifications were in line with the increase in LAI and reduction in foliage angle (more horizontal structure), although they did not result in light interception differences on swards fertilised with higher nitrogen application rates. Despite being significant, differences were small in agronomic terms, but could have important implications to ingestive behaviour of animals. Despite the wide range of nitrogen application rates used, there was a common pattern of variation in sward structure, and treatments differences were related only to the size of the variation recorded, consequence of the faster or slower growth rhythm of swards. This indicate consistency and robustness of sward height as a field indicator, and highlights the possibility of using it as an efficient management tool to monitor and control the grazing process and sward structure.

Keywords: Nitrogen; *Brachiaria brizantha*; Sward structure; Sward height; Grazing management

2.1 Introdução

Na última década, pesquisas com plantas forrageiras têm se inserido em um novo contexto, onde a pastagem é entendida como um ecossistema em que a sustentabilidade depende do equilíbrio entre seus componentes bióticos e abióticos. Essa nova abordagem teve origem a partir da constatação da baixa eficiência das

práticas de manejo tradicionalmente adotadas em sistemas que têm como base o pasto, onde as necessidades fisiológicas e biológicas de plantas e animais nem sempre são respeitadas. Surgiu então o conceito de alvo de manejo (HODGSON; DA SILVA, 2002) e novas estratégias de uso das plantas forrageiras tropicais começaram a ser definidas com base em um indicador de campo gerado a partir de avaliações de respostas funcionais tanto de plantas como de animais, a altura do dossel forrageiro (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007). Contudo, em função da grande variação, em condições de solo e clima, em diferentes regiões do país e da possibilidade de se aumentar o ritmo de crescimento das plantas por meio do uso de aplicação de fertilizantes e de irrigação, tem surgido discussões sobre a consistência da meta e a efetividade do controle da estrutura do dossel por meio de uma variável única e simples como a altura.

Várias são as características utilizadas para descrever a estrutura do dossel: a altura, a massa de forragem, a densidade volumétrica, a distribuição da fitomassa por estrato vertical, o ângulo da folhagem, o índice de área foliar (IAF), a relação lâmina/colmo. Dentre essas, a altura é a que apresenta relação mais consistente com as respostas de plantas e animais comparativamente às demais (HODGSON, 1985), além de ser facilmente mensurável em condições de campo, razões pelas quais é uma das mais utilizadas. Isso ocorre porque essa característica possui elevada correlação com os processos determinantes do acúmulo de forragem e comportamento ingestivo dos animais (HODGSON; MAXWELL, 1981), além de ser a característica mais importante no aumento da habilidade competitiva das plantas com relação ao fator de crescimento, luz (HAYNES, 1980). Dessa forma, o manejo do pastejo deveria ser baseado no conhecimento de como plantas e animais respondem a variações em estrutura do dossel forrageiro (HODGSON, 1985), e as práticas agrônômicas utilizadas consideradas como a forma de se gerar essas condições de estrutura (HODGSON; DA SILVA, 2002).

Nesse contexto, o uso de um único indicador de campo, como a altura, para controlar o processo de pastejo parece ser uma simplificação muito grande do processo, uma vez que é possível que, em função de características edafoclimáticas e de manejo de insumos e fertilizantes, possam ocorrer variações na estrutura da

vegetação para uma mesma altura de dossel. Por essa razão é importante que sejam realizados estudos sobre a estrutura do dossel forrageiro, sua variação em função da época do ano, uso de insumos como fertilizantes (especialmente nitrogênio) e irrigação e a relação com o indicador de campo utilizado para definir o alvo de manejo (e.g. altura), de forma a permitir que ajustes finos possam ser realizados e o processo de pastejo conduzido de forma eficiente.

Com base no exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a estrutura do dossel forrageiro e seus padrões de variação ao longo do ano em pastos de capim-marandu adubados com doses de nitrogênio e mantidos em uma meta única de altura (30 cm) sob lotação contínua, meta essa recomendada para obtenção de elevados valores de desempenho e produtividade animal (DA SILVA, 2004).

2.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido na Unidade Experimental de Plantas Forrageiras (UEPF), em área do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pertencente à Universidade de São Paulo, no município de Piracicaba, SP. As coordenadas geográficas aproximadas do local do experimento são 22°42’ de latitude sul e 47° 37’ de longitude oeste, e altitude de cerca de 550 metros (OMETO, 1989). O relevo da área experimental pode ser considerado suave a moderadamente ondulado e o solo classificado como Nitossolo Vermelho eutrófico (EMBRAPA, 1999), com horizonte A moderado e textura variando de argilosa a muito argilosa, de elevada fertilidade. As características químicas da camada de 0-20 cm do solo antes do início do experimento eram: pH CaCl₂: 5,0; MO (dg.dm⁻³): 41,6; P (resina) (mg.dm⁻³): 62,1; Ca (mmolc.dm⁻³): 60,7; Mg (mmolc.dm⁻³): 16,0; K (mmolc.dm⁻³): 6,6; H + Al (mmolc.dm⁻³): 44,3; S (mmolc.dm⁻³): 99; T (mmolc.dm⁻³): 127,5; V (%): 65,5.

Os dados climáticos durante o período em que foi realizado o experimento são mostrados na Figura 1. O extrato de balanço hídrico mensal foi calculado considerando-se uma capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) de 50 mm (Figura 2).

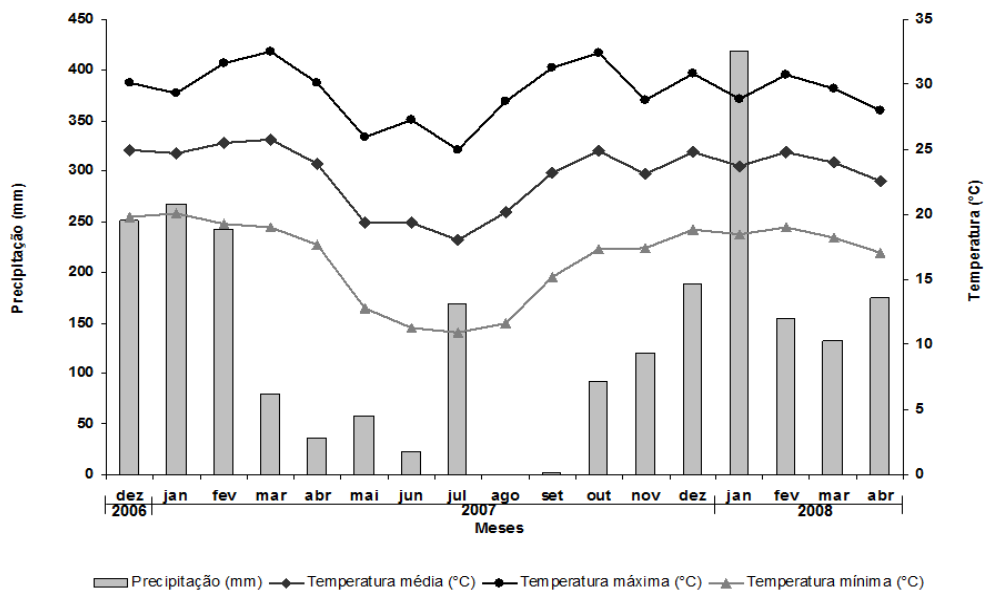


Figura 1 – Médias mensais das temperaturas máxima, média e mínima e da precipitação pluvial ao longo do experimento

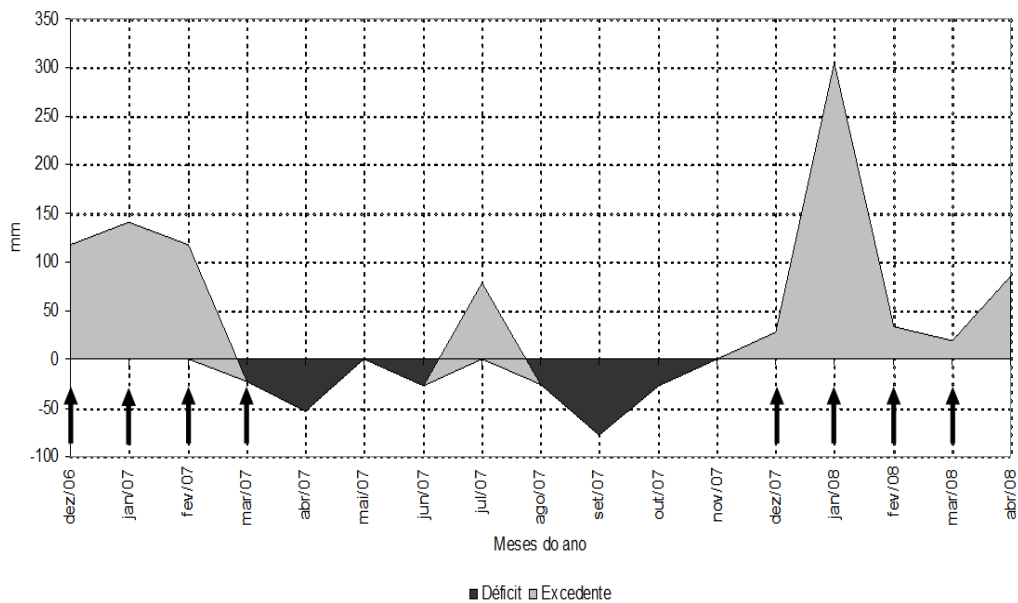


Figura 2 – Extrato do balanço hídrico mensal do período dezembro de 2006 a abril de 2008 (setas correspondem às épocas de aplicação de fertilizante nitrogenado)

Os pastos de capim-marandu foram estabelecidos em setembro de 2001 e serviram a uma série de experimentos baseados no uso de lotação contínua (2001 a 2003) e de lotação rotativa (2004 a 2006) abordando aspectos da ecofisiologia e

ecologia do pastejo. Ao final dos experimentos a área foi mantida sob pastejo intermitente por bovinos de corte até março de 2006, recebendo uma roçada de uniformização a 10 cm do solo em abril de 2006, como forma preparar a área para o início de uma nova série de experimentos baseada em lotação contínua. A meta de pasto escolhida foi a de 30 cm de altura, condição que, na série anterior de experimentos, sob lotação contínua (pastos mantidos a 10, 20, 30 e 40 cm), resultou em elevados valores de acúmulo de matéria seca (SBRISIA, 2004), ganho de peso por animal e por unidade de área (ANDRADE, 2003), mas baixa eficiência de utilização da forragem produzida (GONÇALVES, 2002).

O monitoramento das condições experimentais começou a ser feito logo após a roçada de uniformização dos pastos e foi realizado por meio de avaliações de altura do dossel forrageiro, duas vezes por semana, utilizando-se um bastão medidor (*sward stick*) (BARTHAM, 1985). Foram tomadas 100 leituras por piquete (1.200 m²) ao longo de quatro linhas transectas (25 pontos por transecta) em formato de zig-zag. Foi permitida uma amplitude de variação da altura dos pastos em torno da meta de $\pm 10\%$, ou seja, de 27 a 33 cm. À medida que o limite inferior da banda de variação da meta começou a ser alcançado, a partir de outubro de 2006, animais começaram a ser adicionados nos piquetes. O método de pastejo utilizado foi o de lotação contínua com taxa de lotação variável, e os animais foram adicionados ou retirados dos piquetes de acordo com a necessidade para manutenção da meta de altura relativamente estável e em torno de 30 cm. O pastejo foi realizado por novilhas das raças Nelore e Canchim com peso médio corporal inicial de 250 kg.

Os tratamentos corresponderam a quatro ritmos de crescimento criados por meio da aplicação de três doses de N (150, 300 e 450 kg/ha de N) mais o controle (sem fertilização). As doses de N foram divididas em quatro épocas de aplicação ao longo do ano (Ano 2006/2007: 19/12/2006; 16/01/2007; 23/02/2007 e 23/03/2007; Ano 2007/2008: 20/12/2007; 17/01/2008; 14/02/2008 e 13/03/2008) e o fertilizante utilizado foi nitrato de amônio em sua forma pura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições. As avaliações foram iniciadas somente após todos os pastos terem atingido a meta de altura planejada e apresentarem animais em pastejo (início da lotação contínua), o que aconteceu

somente a partir de dezembro de 2006. Dessa maneira, o período experimental foi iniciado em janeiro de 2007 e encerrado em abril de 2008, permitindo o acompanhamento de duas estações de crescimento consecutivas (2006/2007 e 2007/2008).

As determinações de massa de forragem, composição morfológica e índice de área foliar do dossel foram realizadas durante as épocas verão 1 (janeiro a março de 2007), outono/inverno (abril a agosto de 2007), início de primavera (setembro a meados de novembro de 2007), final de primavera (meados de novembro a dezembro de 2007) e verão 2 (janeiro a meados de abril de 2008). As amostragens foram feitas utilizando-se uma armação metálica de 0,90 x 0,37 m (0,999 m²). Estas foram lançadas de forma aleatória sobre as regiões dos piquetes que representassem a condição média dos pastos no momento da amostragem (avaliação visual de altura e massa de forragem). Foram colhidas três amostras por piquete, sendo que toda a forragem contida no interior da armação metálica foi cortada no nível do solo e acondicionada em sacos de papel. Após o corte, as amostras foram levadas ao laboratório, onde tiveram suas massas quantificadas. De cada amostra, foram tomadas duas sub-amostras, uma para determinação do teor de matéria seca e outra para separação manual dos componentes morfológicos folha (lâminas foliares), colmo (bainhas foliares e colmo) e material morto. As lâminas foliares tiveram sua área foliar medida com auxílio de um integrador de área foliar LI-COR modelo LAI-3100, e os resultados utilizados para determinação do índice de área foliar (IAF) dos pastos. Posteriormente, todos os componentes morfológicos foram colocados para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até massa constante. Os dados foram utilizados para o cálculo da massa de forragem, expresso em kg/ha de MS, e de sua composição morfológica, expressa em porcentagem da massa total.

As avaliações de interceptação luminosa e de ângulo da folhagem do dossel forrageiro dos pastos foram realizadas quinzenalmente utilizando-se um aparelho analisador de dossel marca LI-COR, modelo LAI 2000 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA). As medições foram realizadas em quatro estações de leitura por piquete, sendo que em cada estação foram tomadas dez leituras no nível do solo e uma acima do dossel, totalizando quarenta leituras no nível do solo e quatro acima do dossel por

piquete. Antes de serem submetidos à análise de variância os dados de interceptação de luz e ângulo da folhagem foram agrupados em épocas do ano de conformidade com as épocas de amostragem utilizadas para massa de forragem, composição morfológica e índice de área foliar do dossel.

Os dados assim agrupados foram analisados utilizando-se o PROC MIXED do pacote estatístico SAS® (*Statistical Analysis System*), versão 8.2 para Windows®. Para escolha da matriz de variância e covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). Assim, foi possível detectar os efeitos das causas de variação principais (dose de N e época do ano) bem como da interação entre elas. Os efeitos de dose de N e época do ano e suas interações foram considerados fixos e o efeito de blocos foi considerado aleatório (LITTEL et al., 2000). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas foi realizada por meio da probabilidade da diferença (“PDIF”), usando o teste “t” de “Student” e um nível de significância de 5%.

2.3 Resultados

2.3.1 Altura, índice de área foliar, ângulo da folhagem e interceptação de luz

Depois de atingida a meta de 30 cm e iniciado o pastejo, a altura dos pastos permaneceu relativamente estável e dentro da amplitude de variação planejada de 27 a 33 cm ($30 \text{ cm} \pm 10\%$) independentemente da aplicação e dose de N durante todo o período experimental (Figura 3).

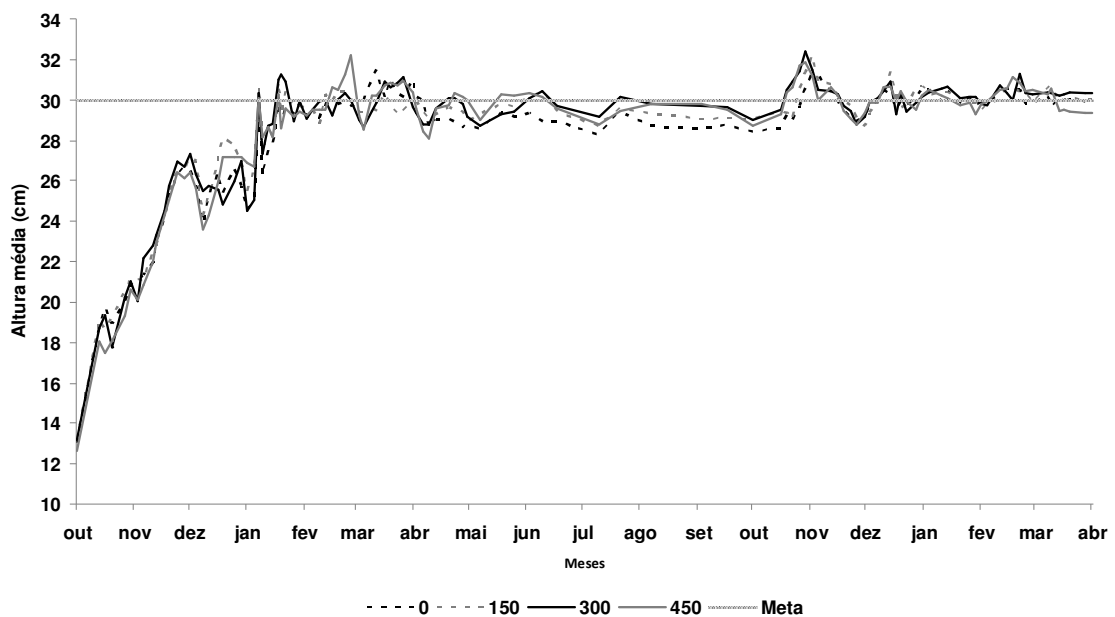
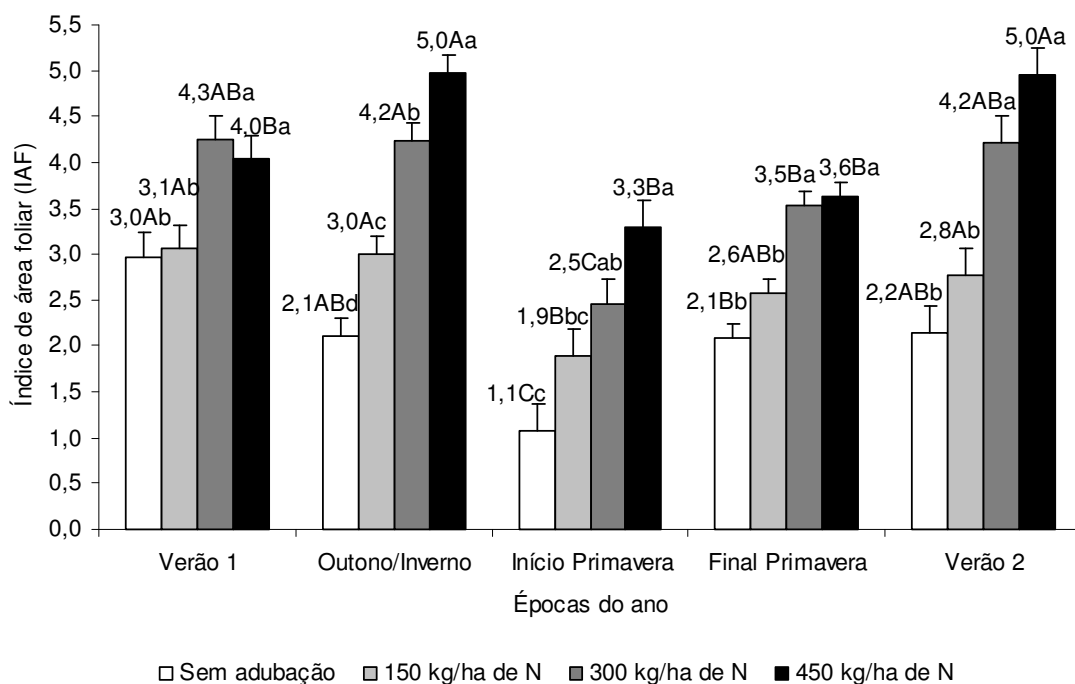


Figura 3 - Altura média (cm) dos pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua de outubro de 2006 a abril de 2008

Apesar da altura relativamente uniforme, o IAF dos pastos variou com a dose de N ($P < 0,0001$), época do ano ($P < 0,0001$) e com a interação dose de N x época do ano ($P = 0,0111$). Com exceção do verão 1, em que não houve diferença entre pastos não adubados e aqueles que receberam 150 kg/ha de N, o IAF dos pastos aumentou em resposta às doses de N (Figura 4). Os valores mais baixos de IAF durante todo o período experimental foram registrados no início da primavera.

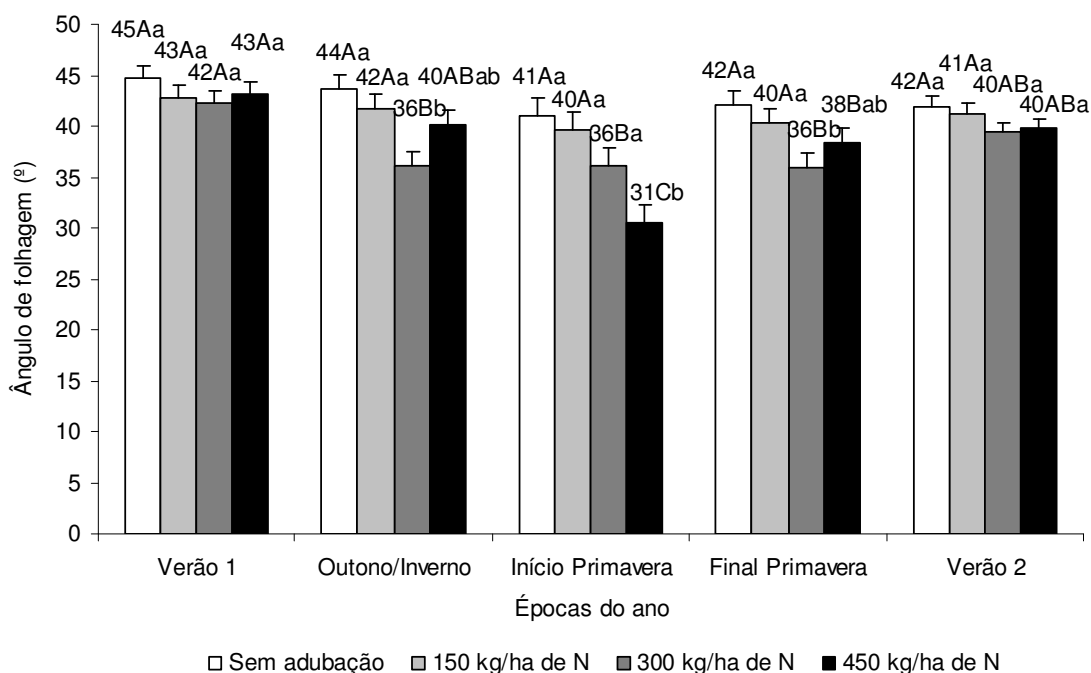


Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro de época do ano

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de tratamentos

Figura 4 – Índice de área foliar de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento de contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

O ângulo da folhagem variou com a dose de N ($P=0,0012$), época do ano ($P<0,0001$) e com a interação dose de N x época do ano ($P=0,0359$). De uma maneira geral, houve uma tendência de redução do ângulo da folhagem (arquitetura mais horizontal) com o aumento das doses de N (Figura 5). No entanto, a diferença não foi significativa no verão 1 e no verão 2, sendo que o contraste entre pastos não adubados e aquele que receberam 450 kg/ha de N foi mais pronunciado no início da primavera.

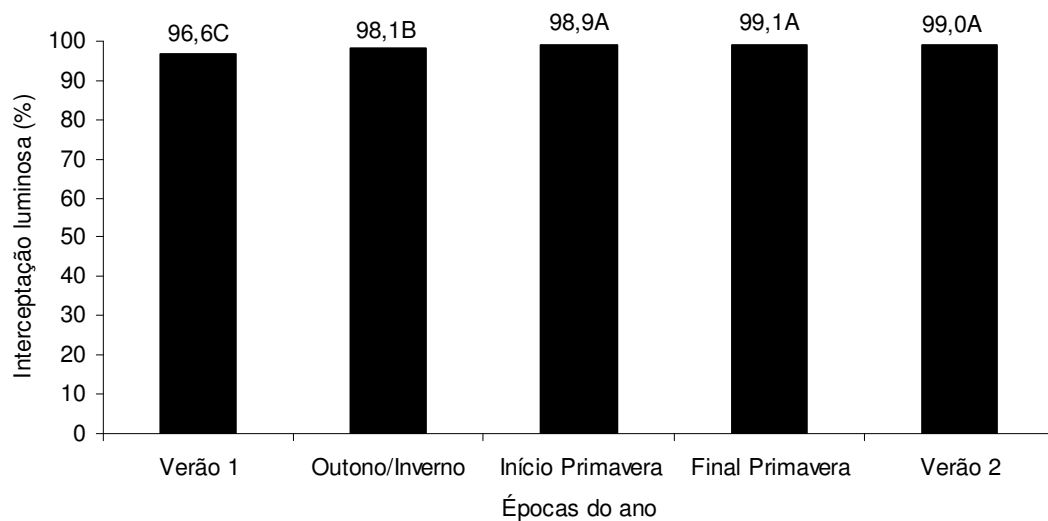


Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro de época do ano

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de tratamentos

Figura 5 – Ângulo de folhagem (graus) de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

Apesar da variação em IAF e ângulo da folhagem com as doses de N, a interceptação de luz dos pastos variou apenas com a época do ano ($P=0,0039$), sendo os menores valores registrados no verão 1 e os maiores no início e final de primavera e verão 2 (Figura 6).

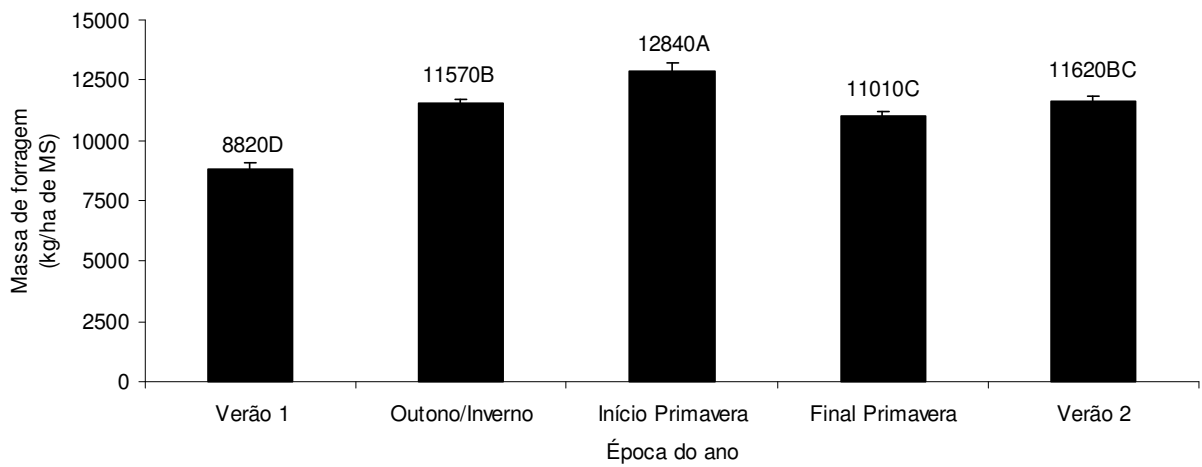


Letras maiúsculas comparam médias entre épocas do ano

Figura 6 – Interceptação luminosa (%) de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

2.3.2 Massa de forragem e composição morfológica dos pastos

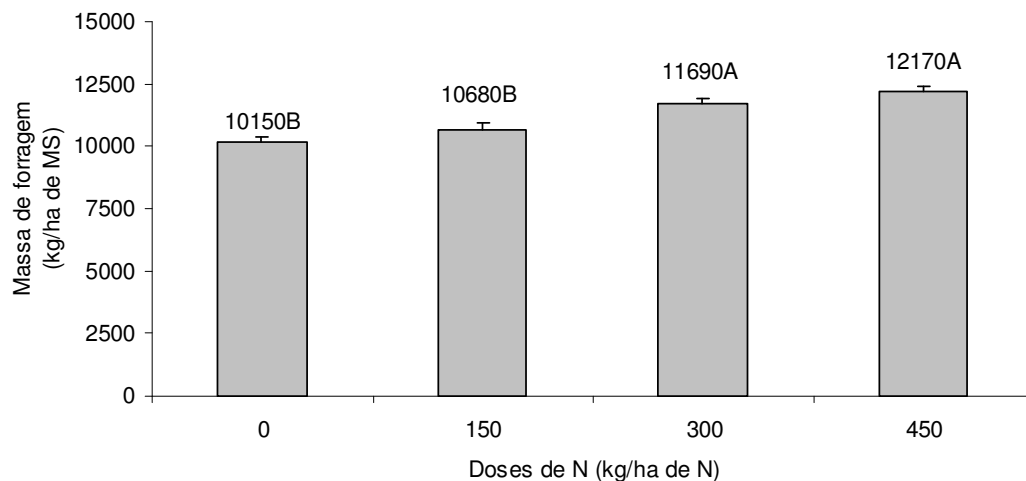
A massa de forragem dos pastos foi afetada pela dose de N ($P=0,0010$) e pela época do ano ($P<0,0001$), sendo que não houve efeito da interação dose de N x época do ano ($P=0,2611$). Os maiores valores de massa de forragem foram registrados no início da primavera (Figura 7). O verão 1 foi caracterizado pelos menores valores de massa de forragem comparativamente às demais épocas do ano.



Letras maiúsculas comparam médias entre épocas do ano

Figura 7 – Massa de forragem (kg/ha de MS) de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

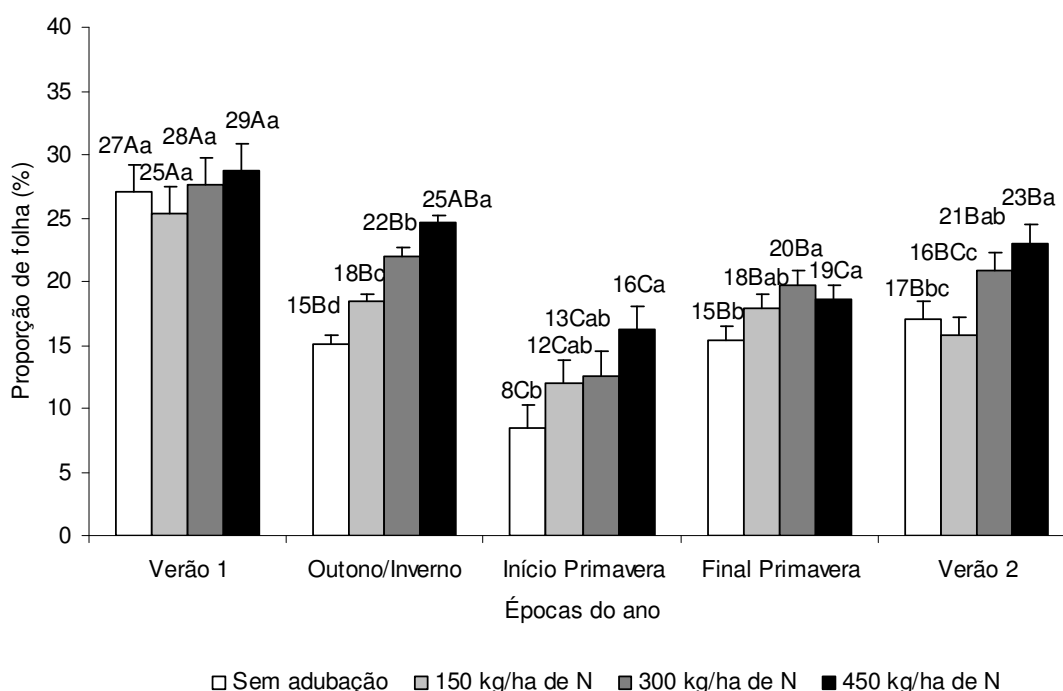
Pastos adubados com 300 e 450 kg/ha de N apresentaram valores semelhantes de massa de forragem semelhante, porém superiores àqueles não adubados ou adubados com 150 kg/ha de N, os quais não diferiram entre si (Figura 8).



Letras maiúsculas comparam médias entre tratamentos (doses 0, 150, 300 e 450 kg/ha de N).

Figura 8 – Massa de forragem (kg/ha de MS) de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes

A porcentagem de folhas na massa de forragem dos pastos foi afetada pela dose de N ($P < 0,0001$), época do ano ($P < 0,0001$) e pela interação dose de N x época do ano ($P = 0,0036$). De uma maneira geral, a porcentagem de folhas foi ligeiramente superior nos pastos que receberam maiores doses de N, com exceção do verão 1, época em que a porcentagem de folhas foi semelhante para todas as doses de N avaliadas (Figura 9). A época do ano em que a participação de folhas na massa de forragem dos pastos foi mais baixa foi no início da primavera.



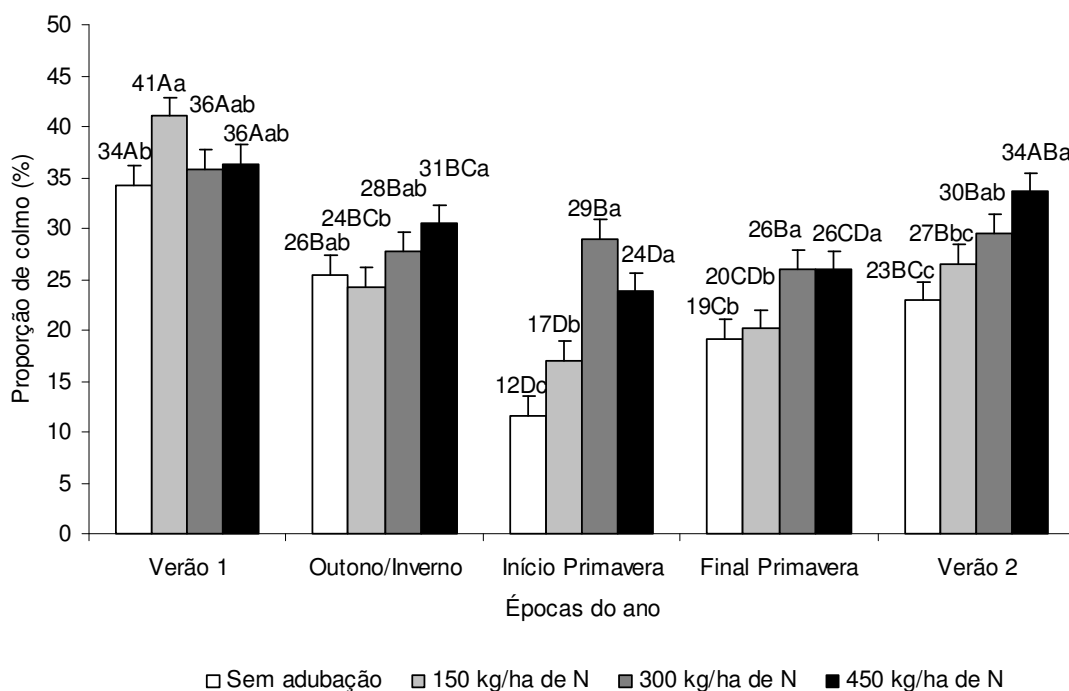
Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro de época do ano

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de tratamentos

Figura 9 – Porcentagem de folhas na massa de forragem de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

Assim como para a porcentagem de folhas, a porcentagem de colmos na massa de forragem dos pastos também foi afetada pela dose de N ($P = 0,0035$), época do ano ($P < 0,0001$) e pela interação dose de N x época do ano ($P < 0,0001$). Geralmente, maiores doses de N resultaram em ligeiro aumento da porcentagem de colmos, com exceção do verão 1, quando a participação de colmos na massa de forragem dos

pastos foi relativamente estável (Figura 10). O início da primavera foi a época do ano em que a porcentagem de colmos a foi mais baixa de todo o período experimental.

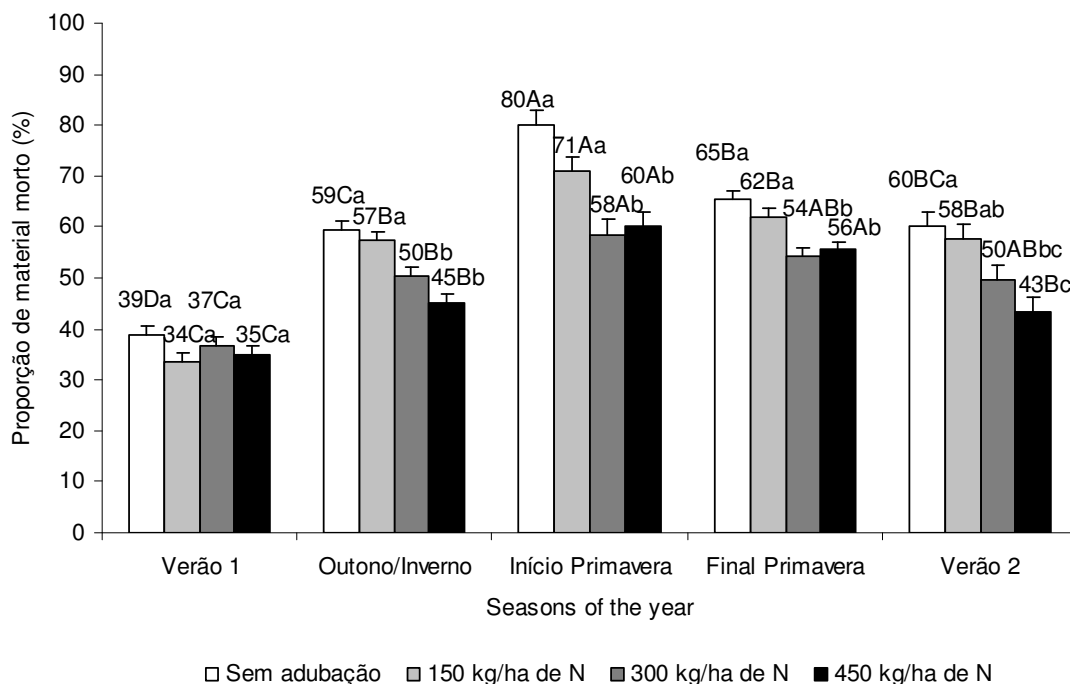


Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro de época do ano

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de tratamentos

Figura 10 – Porcentagem de colmos na massa de forragem de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

A porcentagem de material morto na massa de forragem dos pastos foi afetada pela dose de N ($P < 0,0001$), época do ano ($P < 0,0001$) e pela interação dose de N x estação do ano ($P = 0,0039$). Com exceção do verão 1, a porcentagem de material morto diminuiu com o aumento da dose de N, sendo que os valores mais altos de porcentagem de material morto foram registrados no início da primavera (Figura 11).



Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro de época do ano

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de tratamentos

Figura 11 - Porcentagem de material morto na massa de forragem de pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

2.4 Discussão

A baixa eficiência das práticas de manejo tradicionalmente empregadas em sistemas de produção animal baseados no uso de pastagens é reflexo da falta de conhecimento das necessidades fisiológicas e biológicas tanto de plantas como de animais (PARSONS et al., 1988). O reconhecimento do fato alertou para a necessidade do entendimento da pastagem como sendo um ecossistema em que a sustentabilidade depende do equilíbrio entre seus componentes bióticos e abióticos. Esse equilíbrio pode ser descrito e obtido por meio do conhecimento das variações das respostas de plantas e animais em relação ao ponto de origem dessas respostas, as variações em estrutura do dossel forrageiro (HODGSON, 1985). Assim surgiu o conceito de alvo de manejo (HODGSON; DA SILVA, 2002) e novas estratégias de uso das plantas forrageiras tropicais começaram a ser definidas com base em um indicador de campo capaz de

agregar as relações funcionais entre respostas de plantas e animais e a estrutura do dossel, a altura do pasto (DA SILVA; NASCIMENTO JR., 2007).

No presente experimento a altura dos pastos permaneceu relativamente estável e dentro da meta de amplitude de variação planejada de 27 a 33 cm ($30 \text{ cm} \pm 10\%$) independentemente da adubação e dose utilizada durante todo o período experimental (Figura 3). Esse fato assegurou que as variações em estrutura do dossel forrageiro mensuradas foram claramente função das doses de nitrogênio (N) avaliadas e das épocas do ano. Os ritmos mais acelerados de crescimento dos pastos (300 e 450 kg/ha de N) resultaram em valores de massa de forragem mais altos que aqueles de ritmos mais lentos (0 e 150 kg/ha N). Os aumentos registrados foram da ordem de 5, 15 e 20% para as doses 150, 300 e 450 kg/ha de N em relação aos pastos não adubados, e estiveram associados a taxas médias de lotação de 2,43; 3,63; 4,11 e 4,24 UA/ha para os pastos não adubados ou adubados com 150, 300 e 450 kg/ha de N, respectivamente (janeiro a abril de 2007 e 2008). O aumento em massa de forragem (Figura 8) foi acompanhado de aumento na porcentagem de folhas (Figura 9) e de colmos (Figura 10) e de redução na porcentagem de material morto no dossel (Figura 11), fato coerente com o maior IAF (Figura 4) e menor ângulo da folhagem (Figura 5), apesar da ausência de diferenças em interceptação luminosa (Figura 6) dos pastos que receberam doses mais elevadas de N. Esse padrão de resposta das plantas forrageiras à adubação nitrogenada é fato conhecido (LAWLOR, 1995; MAZZANTI et al., 1994, CARVALHO et al., 2001), e possui como causa principal aumentos em densidade populacional de perfilhos e em crescimento por perfilho (NELSON et al., 1977).

Doses mais altas de N implicam em maior ritmo de crescimento das plantas que, por sua vez, resultam em maior comprimento final de folhas expandidas, ou seja, folhas mais pesadas (GASTAL; NELSON, 1994). Isso, além de favorecer o aumento da participação de folhas na massa de forragem do dossel (Figura 9), torna as lâminas foliares mais pesadas e, portanto, com disposição mais horizontal (Figura 5) relativamente a doses mais baixas ou ausência de adubação nitrogenada. Assim, maiores ritmos de crescimento, caracterizados por taxas mais altas de aparecimento e de alongamento de folhas (GASTAL; NELSON, 1994; CRUZ; BOVAL, 2000), geram condições para início precoce de processos de competição por luz no interior do dossel,

os quais têm como característica comum o maior alongamento de colmos (SBRISSIA; DA SILVA, 2001). Este resulta em aumento dos entrenós das plantas que, por sua vez, favorece a passagem e a chegada de luz até estratos inferiores do dossel, diminuindo as taxas de senescência e, conseqüentemente, o acúmulo de material morto na base dos pastos. Esse fato sugere maior eficiência de utilização da forragem produzida nos pastos que receberam as maiores doses de N, uma vez que uma proporção menor de tecidos novos produzidos pelas plantas (crescimento) estaria sendo deixada de ser colhida e, como resultado, iniciando processo de senescência. Essa hipótese, contudo, necessita ser mais bem estudada e requer conjunto de avaliações específicas relacionadas com o padrão de desfolhação de perfilhos individuais e respostas morfogênicas das plantas para que possa ser avaliada.

Os maiores valores de massa de forragem para o experimento foram registrados no início de primavera, época seca e de maior déficit hídrico na área experimental (Figura 2), condição em que normalmente o processo de senescência é bastante intenso (CANO et al., 2004, EUCLIDES; EUCLIDES FILHO, 1997) relativamente ao crescimento, favorecendo o acúmulo de material morto nos pastos (Figura 11). Essas são alterações morfológicas importantes, uma vez que implicam em redução de valor nutritivo da massa de forragem em oferta e redução acentuada da taxa de acúmulo de forragem, forçando redução da taxa de lotação dos pastos e, eventualmente, uso de alimentos volumosos suplementares para equacionar a demanda do rebanho. Apesar da grande amplitude entre as doses de N utilizadas, foi possível detectar um padrão comum de variação em estrutura do dossel forrageiro, cuja diferença entre tratamentos foi apenas a ordem de grandeza da variação registrada, conseqüência do maior ou menor ritmo de crescimento dos pastos. De uma maneira geral, a participação de folhas e de colmos (Figura 9 e 10) foi maior e a de material morto (Figura 11) menor nas épocas de maior disponibilidade de fatores de crescimento (verão 1, final de primavera e verão 2), o inverso ocorrendo nas épocas de menor disponibilidade desses fatores (outono/inverno e início de primavera).

A maior participação de folhas e a menor participação de colmos na massa de forragem propiciaram maiores valores de IAF (Figura 4) dos pastos mantidos a uma mesma altura nas épocas em que o crescimento das plantas foi mais favorecido,

relação essa que se manteve com o aumento das doses de N, exceção feita ao verão 1, época em que os pastos ainda encontravam-se em processo transição e o equilíbrio com as condições de manejo impostas não havia sido estabelecido. Os efeitos das estações do ano sobre as porcentagens de folha e de colmo e sobre o IAF dos pastos é decorrência de fatores climáticos que atuam na morfologia e nas respostas morfogênicas das plantas, alterando padrões de alocação de fotoassimilados e determinando restrições ao tamanho do aparato fotossintético das plantas (LAWLOR, 1995; MAZZANTI et al., 1994; LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; CARVALHO et al., 2001).

Maiores valores de massa de forragem (Figura 8) e de IAF (Figura 4) estiveram associados com maiores valores de IL dos pastos (Figura 6), indicando que mesmo tendo sido mantidos a uma mesma altura de manejo, a estrutura do dossel variou com a época do ano e dentro de época em função da dose de N aplicada. Contudo, apesar de significativas na maior parte das vezes, as variações nas respostas de plantas foram pequenas, e representaram pouco, uma vez que pastos não adubados já interceptavam mais de 95% da luz incidente, valor considerado desejável para obtenção de máxima taxa de acúmulo de forragem (PARSONS, 1988). Por outro lado, a maior porcentagem de folhas e a menor porcentagem de colmos poderiam representar, para uma mesma altura de pasto, um estrato pastejável de melhor qualidade. Porém, colmos passaram a representar proporcionalmente mais da massa de forragem dos pastos nessas condições, o que poderia mais que compensar o ligeiro aumento na porcentagem de folhas e redução na porcentagem de material morto. A comprovação dessa hipótese, contudo, demanda avaliação de aspectos do comportamento ingestivo dos animais em pastejo, o que não foi realizado neste experimento.

2.5 Conclusão

Pastos de capim-marandu manejados a 30 cm de altura por meio de lotação contínua apresentaram modificações pequenas em estrutura do dossel dentro de uma amplitude considerável de ritmos de crescimento dentro de estação do ano. As maiores variações são de estação para estação, indicando que o uso de metas de manejo como a altura dos pastos é uma forma eficiente de monitorar e controlar o processo de pastejo e a estrutura do dossel forrageiro em condições de campo.

Referências

ANDRADE, F.M.E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte.** 2003. 125 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

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

CANO, C. C. P.; CECATO, U.; RODRIGUES, A. B.; JOBIM, C. C.; RODRIGUES, A. M.; GALBEIRO, S.; NASCIMENTO, W. G. Produção de forragem do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia-1) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1949-1958, 2004.

CARVALHO, C.A.B.; SILVA, S.C; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L; PEDREIRA, C.G.S. Demografia do perfilhamento e acúmulo de matéria seca em Coastcross submetido a pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 567-575, 2001.

CRUZ, P.; BOVAL, M. Effect of nitrogen on some morphogenetic traits of temperate and tropical perennial forage grasses. In: LEMAIRE, G.; HODGSON, J.; MORAES, A. (Ed.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology**. Wallingford: CABI Publishing. 2000. p. 151-168.

DA SILVA, S.C. Fundamentos para o manejo de pastagens de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Editora Suprema, 2004. p. 347-685.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Ecofisiologia da produção animal em pastagens e suas implicações sobre o desempenho e a produtividade de sistemas pastoris. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., 2007, Viçosa. **Anais ...** Viçosa: Editora Suprema, 2007. p. 1-48.

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

EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K. Avaliação de forrageiras sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p. 85-111.

GASTAL, F.; NELSON, C.J. Nitrogen use within the growing leaf blade of tall fescue. **Plant Physiology**, Minneapolis, v. 105, p. 191-197, 1994.

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

HAYNES, R.J. Competitive aspects of the grass legume association. **Advances in Agronomy**, Newark, v. 15, p. 1-117, 1980.

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., 1985, Kyoto. **Proceedings...** Kyoto, 1985. p.63-66.

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

HODGSON, J.; MAXWELL, T.J. Grazing research and grazing management. In: HILL FARMING RESEARCH ORGANIZATION. **Biennial report**, Midlothian, 1981. p. 169-188.

LAWLOR, D.W. Photosynthesis, productivity and environment. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 46, p. 1449-1461, 1995.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. chap. 1, p. 3-36.

LITTEL, R.C.; PENDERGAST, J.; NATARAJAN, R. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. **Statistics in Medicine**, Boston, v. 19, p. 1793-1819, 2000.

MAZZANTI, A.; LEMAIER, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon the herbage production of tall fescue swards continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 49, n. 3, p. 352-359, 1994.

NELSON, C.J.; ASAY, K.H.; SLEPER, D.A. Mechanisms of canopy development of tall fescue genotypes. **Crop Science**, Madison, v.17, p.449-452, 1977.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425 p.

PARSONS, A.J.; JOHNSON, J.R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation and to provide fundamental comparison of the continuous and intermittent desfoliation of grass. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 43, p. 49-59, 1988.

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

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

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

3 DINÂMICA DO ACÚMULO DE FORRAGEM EM PASTOS DE CAPIM-MARANDU SUBMETIDOS A LOTAÇÃO CONTÍNUA E RITMOS DE CRESCIMENTO CONTRASTANTES

Resumo

O acúmulo de forragem é um processo dinâmico que envolve o balanço entre os processos de crescimento e de senescência, os quais podem ser afetados de maneira diferente por práticas de manejo. O objetivo deste experimento foi avaliar a dinâmica do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu mantidos a 30 cm de altura por meio de lotação contínua e submetidos a ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008. Os tratamentos corresponderam a doses de nitrogênio (0, 150, 300 e 450 kg/ha de N) e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 1200 m²) segundo um delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Foram avaliadas as seguintes variáveis-resposta: densidade populacional de perfilhos (DPP) e as taxas de crescimento total, de folhas, de colmos, de senescência e de acúmulo líquido de forragem. De forma geral, os ritmos de crescimento mais acelerados, correspondentes às doses 300 e 450 kg/ha de N, resultaram em valores maiores de densidade populacional de perfilhos, taxa de crescimento de folhas, total, e de acúmulo líquido de forragem. O componente colmo contribuiu muito pouco para a taxa de crescimento total e de acúmulo líquido de forragem, independentemente da época do ano e da dose de N avaliada. A taxa de senescência aumentou com as doses de N de forma proporcional aos aumentos em crescimento, sugerindo um forte mecanismo compensatório que impede que grandes mudanças em eficiência de utilização da forragem produzida sejam obtidas. Esse fato aponta para a necessidade de planejamento cuidadoso e uso estratégico do nitrogênio, como forma de assegurar elevada produção de forragem, eficiência de utilização, desempenho e produtividade animal.

Palavras-chave: Nitrogênio; *Brachiaria brizantha*; Acúmulo de forragem; Eficiência de utilização; Manejo do pastejo

DYNAMICS OF HERBAGE ACCUMULATION OF MARANDU PALISADEGRASS SWARDS SUBJECTED TO CONTINUOUS STOCKING AND CONTRASTING RHYTHMS OF GROWTH

Abstract

Herbage accumulation is a dynamic process involving the balance growth and senescence, which may be affected differently by management practices. The objective of this experiment was to evaluate the dynamics of herbage accumulation on continuously stocked marandu palisadegrass swards maintained at 30 cm and subjected to contrasting rhythms of growth from January 2007 to April 2008. Treatments corresponded to nitrogen application rates (0, 150, 300 and 450 kg/ha) and were allocated to experimental units (1200 m² paddocks) according to a complete randomised

block design, with four replications. The response variables studied were: tiller population density and the rates of total, leaf and stem growth, senescence, and net herbage accumulation. Overall, faster growth rhythms, represented by the 300 and 450 kg/ha N rates, resulted in higher values of tiller population density, leaf and total growth and net herbage accumulation than lower growth rhythms (0 and 150 kg/ha N). Stem represented a very small contribution to total growth and net herbage accumulation rate, regardless of time of the year and nitrogen application rate. Senescence rate increased with increases in nitrogen application rate, suggesting a strong compensatory mechanism that would avoid that significant variations in utilisation efficiency were obtained. This highlights the need for careful planning and strategic use of nitrogen as a means of ensuring high levels of herbage production, utilisation efficiency, animal performance and productivity.

Keywords: Nitrogen; *Brachiaria brizantha*; Herbage accumulation; Utilisation efficiency; Grazing management

3.1 Introdução

As pastagens são comunidades vegetais formadas por plantas forrageiras cujas unidades básicas de desenvolvimento são os perfilhos (VALENTINE; MATHEW, 1999). Os eventos fenológicos que ocorrem no perfilho assumem um caráter abrangente quando considerados em termos de população de plantas onde, qualquer alteração no ambiente pode promover variações na estrutura e características do dossel, resultando em alterações nos padrões de resposta tanto de plantas como de animais (CHACON; STOBBS, 1976).

A produção de novos tecidos em um perfilho é caracterizada pelo crescimento de novas estruturas, como folhas e colmo. No entanto, o crescimento não é o único processo determinante da produção vegetal num ambiente de pastagem. Tecidos não colhidos entram em processo de senescência e decomposição, processos esses que ocorrem de forma simultânea ao crescimento, de modo que o acúmulo de forragem é o resultado do balanço líquido entre eles (HODGSON, 1990). O conjunto de perfilhos (densidade populacional), associado aos padrões demográficos de perfilhamento (aparecimento, morte e sobrevivência), determina o acúmulo de forragem da pastagem (BIRCHAM; HODGSON, 1983).

Os fatores que influenciam os processos de crescimento e de senescência são altamente correlacionados, impossibilitando a discussão do manejo do pastejo sem a

compreensão dos processos de forma integrada e dependente. Dessa forma, em termos práticos, o manejo racional do pastejo é definido como a técnica que permita a colheita da máxima quantidade possível de matéria seca verde e assegure uma redução das perdas por senescência, morte e decomposição de tecidos a um mínimo, assegurando elevada eficiência de utilização dos pastos. Práticas de manejo dessa natureza, caracterizadas por maior eficiência de utilização da forragem produzida, seguramente permitiriam melhorias adicionais significativas na produtividade animal em pastos de capim-marandu manejados sob lotação contínua, uma das modalidades mais comuns de uso dessa planta forrageira no Brasil.

Para gramíneas de clima temperado foi demonstrado que, sob lotação contínua, é possível aumentar a eficiência de utilização da forragem produzida a partir da manipulação dos ritmos de crescimento das plantas forrageiras por meio de uso estratégico de adubações nitrogenadas (MAZZANTI; LEMAIRE, 1994). A premissa básica seria a de que a adubação aumentaria o ritmo de crescimento das plantas, resultando em necessidade de emprego de maiores taxas de lotação com o objetivo de manter uma condição estável de altura, massa de forragem ou índice de área foliar do dossel. As maiores taxas de lotação resultariam em maior frequência de desfolhação de perfilhos, aumentando o número de eventos de desfolhação durante o período de vida das folhas, melhorando a eficiência de colheita (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996).

Sabe-se que o capim-marandu manejado sob lotação contínua necessita ser mantido a 30 cm de altura como forma de assegurar alta produção de forragem (SBRISSIA, 2004) e elevado desempenho e produtividade animal (ANDRADE, 2003). Contudo, essa é uma condição em que o processo de senescência é mais intenso (SBRISSIA, 2004), comprometendo a eficiência de utilização dos pastos (GONÇALVES, 2002). Dessa maneira, o objetivo deste estudo foi avaliar a hipótese, já comprovada para gramíneas de clima temperado (MAZZANTI; LEMAIRE, 1994), de que é possível melhorar a eficiência de utilização do capim-marandu manejado sob lotação contínua e mantido a 30 cm de altura utilizando o fertilizante nitrogenado de forma estratégica, como modulador do ritmo de crescimento dos pastos.

3.2 Material e métodos

O experimento foi conduzido na Unidade Experimental de Plantas Forrageiras (UEPF), em área do Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, pertencente à Universidade de São Paulo, no município de Piracicaba, SP. As coordenadas geográficas aproximadas do local do experimento são 22°42' de latitude sul e 47° 37' de longitude oeste, e altitude de cerca de 550 metros (OMETO, 1989). O relevo da área experimental pode ser considerado suave a moderadamente ondulado e o solo classificado como Nitossolo Vermelho eutrófico (EMBRAPA, 1999), com horizonte A moderado e textura variando de argilosa a muito argilosa, de elevada fertilidade. As características químicas da camada de 0-20 cm do solo antes do início do experimento eram: pH CaCl₂: 5,0; MO (dg.dm⁻³): 41,6; P (resina) (mg.dm⁻³): 62,1; Ca (mmolc.dm⁻³): 60,7; Mg (mmolc.dm⁻³): 16,0; K (mmolc.dm⁻³): 6,6; H + Al (mmolc.dm⁻³): 44,3; S (mmolc.dm⁻³): 99; T (mmolc.dm⁻³): 127,5; V (%): 65,5.

Os dados climáticos durante o período em que foi realizado o experimento são mostrados na Figura 1. O extrato de balanço hídrico mensal foi calculado considerando-se uma capacidade de armazenamento de água no solo (CAD) de 50 mm (Figura 2).

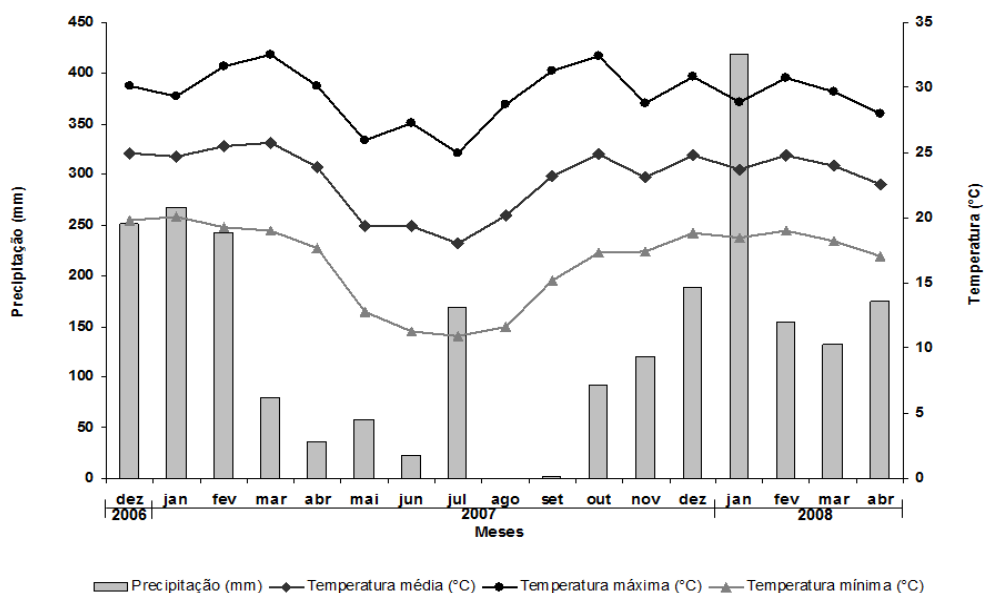


Figura 1 – Médias mensais das temperaturas máxima, média e mínima e da precipitação pluvial ao longo do experimento

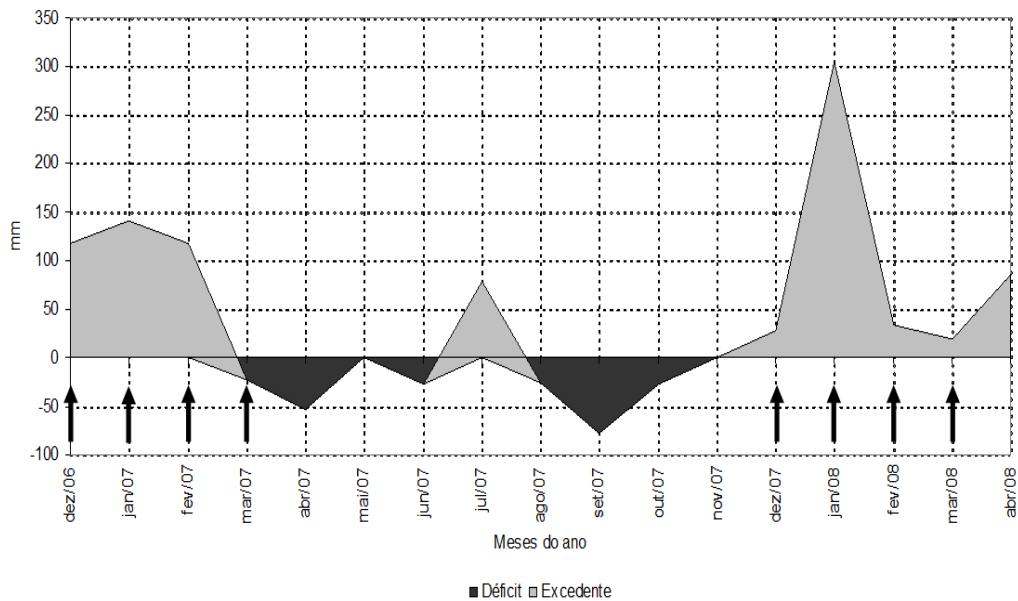


Figura 2 – Extrato do balanço hídrico mensal do período dezembro de 2006 a abril de 2008 (setas correspondem às épocas de aplicação de fertilizante nitrogenado)

Os pastos de capim-marandu foram estabelecidos em setembro de 2001 e serviram a uma série de experimentos baseados no uso de lotação contínua (2001 a 2003) e de lotação rotativa (2004 a 2006) abordando aspectos da ecofisiologia e ecologia do pastejo. Ao final dos experimentos a área foi mantida sob pastejo intermitente por bovinos de corte até março de 2006, recebendo uma roçada de uniformização a 10 cm do solo em abril de 2006, como forma preparar a área para o início de uma nova série de experimentos baseada em lotação contínua. A meta de pasto escolhida foi a de 30 cm de altura, condição que, na série anterior de experimentos, sob lotação contínua (pastos mantidos a 10, 20, 30 e 40 cm), resultou em elevados valores de acúmulo de matéria seca (SBRISIA, 2004), ganho de peso por animal e por unidade de área (ANDRADE, 2003), mas baixa eficiência de utilização da forragem produzida (GONÇALVES, 2002).

O monitoramento das condições experimentais começou a ser feito logo após a roçada de uniformização dos pastos e foi realizado por meio de avaliações de altura do dossel forrageiro, duas vezes por semana, utilizando-se um bastão medidor (*sward stick*) (BARTHAM, 1985). Foram tomadas 100 leituras por piquete (1.200 m²) ao longo de quatro linhas transectas (25 pontos por transecta) em formato de zig-zag. Foi

permitida uma amplitude de variação da altura dos pastos em torno da meta de $\pm 10\%$, ou seja, de 27 a 33 cm. À medida que o limite inferior da banda de variação da meta começou a ser alcançado a partir de outubro de 2006, animais começaram a ser adicionados nos piquetes. O método de pastejo utilizado foi o de lotação contínua com taxa de lotação variável, e os animais foram adicionados ou retirados dos piquetes de acordo com a necessidade para manutenção da meta de altura relativamente estável e em torno de 30 cm. O pastejo foi realizado por novilhas das raças Nelore e Canchim com peso médio corporal inicial de 250 kg.

Os tratamentos corresponderam a quatro ritmos de crescimento criados por meio da aplicação de três doses de N (150, 300 e 450 kg/ha de N) mais o controle (sem fertilização). As doses de N foram divididas em quatro épocas de aplicação ao longo do ano (Ano 2006/2007: 19/12/2006; 16/01/2007; 23/02/2007 e 23/03/2007; Ano 2007/2008: 20/12/2007; 17/01/2008; 14/02/2008 e 13/03/2008) e o fertilizante utilizado foi nitrato de amônio em sua forma pura. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com quatro repetições. As avaliações foram iniciadas somente após todos os pastos terem atingido a meta de altura planejada e apresentarem animais em pastejo (início da lotação contínua), o que aconteceu somente a partir de dezembro de 2006. Dessa maneira, o período experimental foi iniciado em janeiro de 2007 e encerrado em abril de 2008, permitindo o acompanhamento de duas estações de crescimento consecutivas (2006/2007 e 2007/2008).

Diversos perfilhos de capim-marandu foram amostrados em todas as unidades experimentais e ao longo de todo o período de amostragem. A marcação dos perfilhos foi feita com o auxílio de barras de metal de 2 metros de comprimento, graduadas a cada 20 centímetros. As régua foram colocadas em pontos das unidades experimentais representativos da condição do pasto no momento da marcação dos perfilhos (avaliação visual da altura e massa de forragem dos pastos). Em cada régua foram selecionados, ao acaso, 10 perfilhos, os quais foram identificados por meio de anel plástico. Foram utilizadas três régua por unidade experimental, totalizando 120 perfilhos por tratamento. A cada ciclo de coleta de dados, de no mínimo quatro semanas por estação do ano, um novo grupo de perfilhos foi selecionado para

avaliação. Os perfilhos marcados foram identificados como basais ou aéreos e, em intervalos de tempo de três e quatro dias (duas avaliações por semana), foram realizadas as seguintes avaliações por perfilho:

- (a) contagem do número de folhas em expansão, expandidas e senescentes;
- (b) classificação das folhas como intacta ou desfolhada;
- (c) mensuração do comprimento do limbo foliar (cm) de acordo com seu estágio de desenvolvimento. Para folhas expandidas, o comprimento foi medido da ponta da folha até sua lígula. No caso de folhas em expansão, o mesmo procedimento foi adotado, porém, foi utilizada a lígula da última folha expandida como referencial de medida. Para as folhas em senescência foi considerado o ponto até onde o processo de senescência tinha avançado sendo medido o comprimento da porção senescida;
- (d) mensuração do comprimento do colmo (colmo + bainhas foliares): distância entre o nível do solo (perfilhos basais) ou do ponto de inserção do perfilho (perfilhos aéreos) até a lígula da última folha expandida;

Ao final de cada período de avaliação todos os perfilhos marcados eram colhidos próximo ao seu ponto de origem (nível do solo e inserção no perfilho original para perfilhos basais e aéreos, respectivamente), levados para laboratório, onde as lâminas foliares eram separadas manualmente, classificadas como em expansão, expandidas e senescentes, e tinham seu comprimento verde mensurado sendo, em seguida, colocadas para secar em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C até massa constante. O mesmo procedimento era aplicado à fração colmos (colmos + bainhas foliares). Após mensuração da massa seca, um fator de conversão entre comprimento linear e massa (g/mm) era obtido por meio do quociente entre a massa total de cada componente morfológico (g) e o comprimento total correspondente (mm) com a finalidade de transformar os dados de alongamento de folhas e de colmos e de senescência para kg/ha.dia, maneira segundo a qual os dados de taxa de crescimento, senescência e acúmulo líquido de forragem serão apresentados.

Para a avaliação de dinâmica do acúmulo de forragem foram utilizadas as variações em tamanho de cada folha e do colmo ao longo de cada período de avaliação, as quais possibilitaram o cálculo das taxas de crescimento e senescência.

Variações positivas em tamanho tanto de folhas como de colmos permitiram o cálculo das taxas de alongamento de folhas e de colmos, respectivamente. Já as variações negativas em tamanho de folhas permitiram o cálculo das taxas de senescência, todas em mm/perfilho.dia. Os valores de taxa de alongamento e de senescência foram convertidos para kg/ha.dia de MS por meio de multiplicação com os fatores de correção gerados e com os valores correspondentes de densidade populacional de perfilhos (BIRCHAM; HODGSON, 1983). Dessa maneira, as taxas de alongamento de folhas e de colmos e de senescência foram transformadas nas taxas de crescimento de folhas, colmos e de senescência do dossel. A taxa de crescimento total dos pastos foi calculada como sendo a soma das taxas de crescimento de folhas e de colmos, e a taxa de acúmulo líquido como sendo a diferença entre as taxas de crescimento total e de senescência do dossel. A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi determinada por meio da contagem do total de perfilhos existentes no interior de três armações metálicas de 0,25 m² (25 x 100 cm), posicionadas em pontos representativos da condição média dos piquetes (avaliação visual de altura e massa de forragem) no momento da avaliação. Essas contagens foram realizadas sistematicamente a cada 28 dias. Durante cada procedimento de contagem foram contabilizados de maneira separada os perfilhos basais e aéreos.

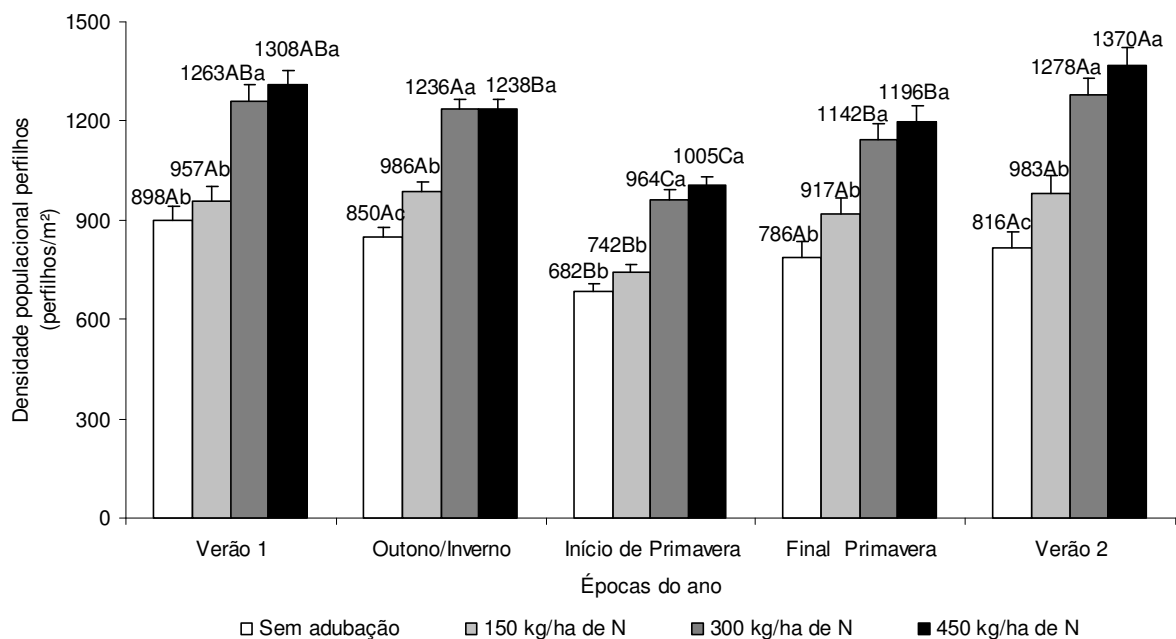
Antes de serem submetidos à análise de variância os dados foram agrupados em épocas do ano, nas quais o comportamento das variáveis estudadas era relativamente uniforme, mas que, entre si, representavam mudanças potencialmente importantes em padrão de resposta ao longo do período experimental, a saber: verão 1 = janeiro a março de 2007; outono/inverno = abril a agosto de 2007; início de primavera = setembro a meados de novembro de 2007; final de primavera = meados de novembro a dezembro de 2007; e verão 2 = janeiro a meados de abril de 2008. Os dados, assim agrupados, foram analisados utilizando-se o PROC MIXED do pacote estatístico SAS® (*Statistical Analysis System*), versão 8.2 para Windows®. Para escolha da matriz de variância e de covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). Assim, foi possível detectar os efeitos das causas de variação principais (dose de N e época do ano) bem como da interação entre elas. Os efeitos de dose de N e época do ano e suas interações foram considerados fixos e o efeito de

blocos foi considerado aleatório (LITTEL et al., 2000). As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o “LSMEANS” e a comparação entre elas foi realizada por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”), usando o teste “t” de “Student” e um nível de significância de 5%.

3.3 Resultados

3.3.1 Densidade populacional de perfilhos

A densidade populacional de perfilhos (DPP) foi influenciada pela dose de N ($P < 0,0001$), época do ano ($P < 0,0001$) e pela interação dose de N x época do ano ($P = 0,0002$). A DPP variou com as épocas do ano com a adubação e doses de N (Figura 3), sendo que, em termos relativos, pastos não adubados e aqueles que receberam 150 kg/ha de N apresentaram, no outono/inverno, DPP equivalente a 69 e 80% da DPP daqueles que receberam 300 e 450 kg/ha de N. O mesmo padrão de variação foi registrado no verão 2, época em que pastos não adubados e aqueles adubados com 150 kg/ha de N apresentaram DPP equivalente a 62 e 74% da DPP daqueles adubados com 300 e 450 kg/ha de N.



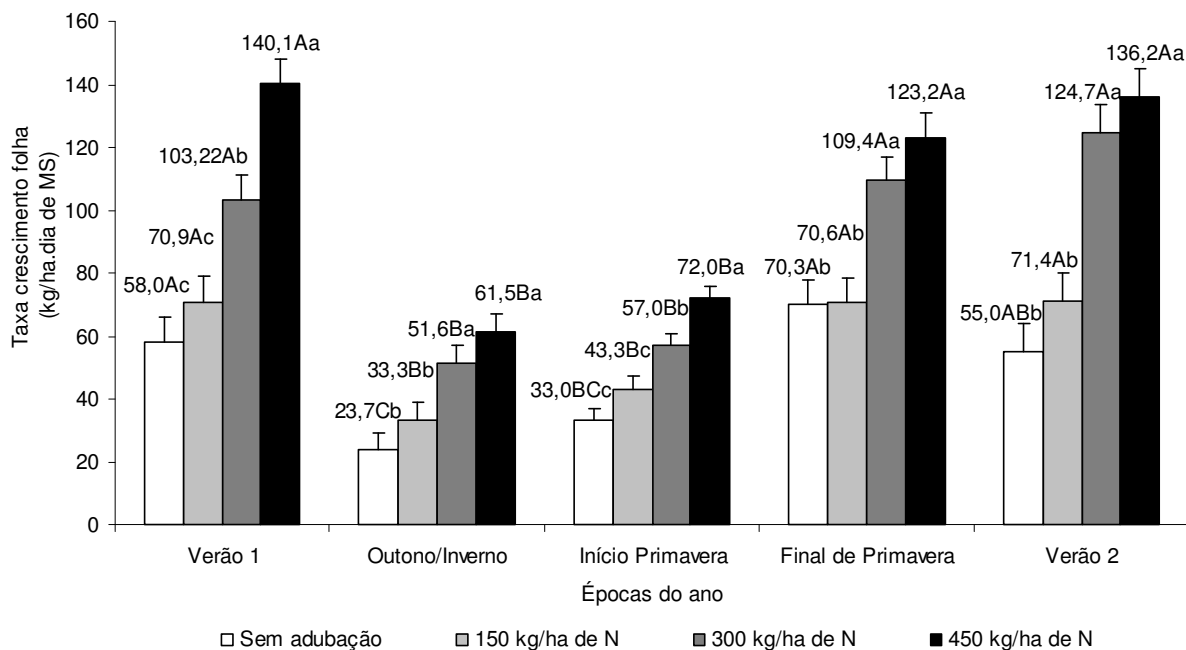
Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro de época do ano

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de tratamentos

Figura 3 – Densidade populacional de perfilhos (perfilhos/m²) em pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento de contrastantes

3.3.2 Taxa de crescimento de folhas

A taxa de crescimento de folhas foi afetada pela dose de N ($P < 0,0001$), época do ano ($P < 0,0001$) e pela interação dose de N x época do ano ($P = 0,0005$). De forma geral, a taxa de crescimento aumentou com o aumento das doses de N em todas as épocas do ano. Contudo, no final da primavera e verão 2 o gradiente entre as doses mais baixas (0 e 150 kg/ha de N) e mais altas (300 e 450 kg/ha de N) foi maior que nas demais épocas do ano. Os maiores valores de taxa de crescimento de folhas foram registrados no verão 1, final de primavera e verão 2, e os mais baixos no outono/inverno e início da primavera (Figura 4).



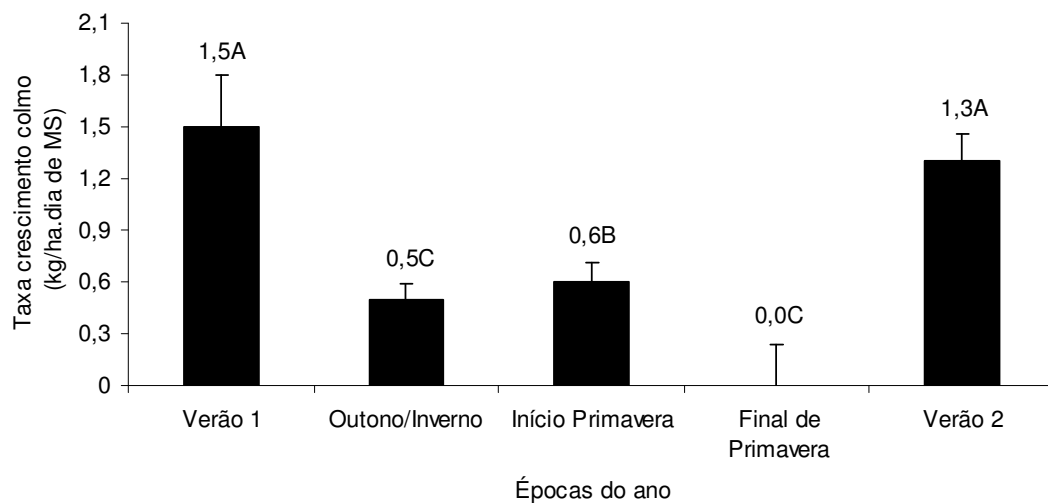
Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro de época do ano

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de tratamentos

Figura 4 – Taxa de crescimento de folhas (kg/ha.dia de MS) em pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

3.3.2 Taxa de crescimento de colmos

A taxa de crescimento de colmos foi afetada apenas pela época do ano ($P < 0,0001$). Não houve efeito de dose de N ($P = 0,6782$) nem da interação dose de N x época do ano ($P = 0,1096$). Os maiores valores de taxa de crescimento de colmos foram registrados no verão 1 e verão 2, e os menores no outono/inverno e final de primavera, época em que foi nulo (Figura 5).

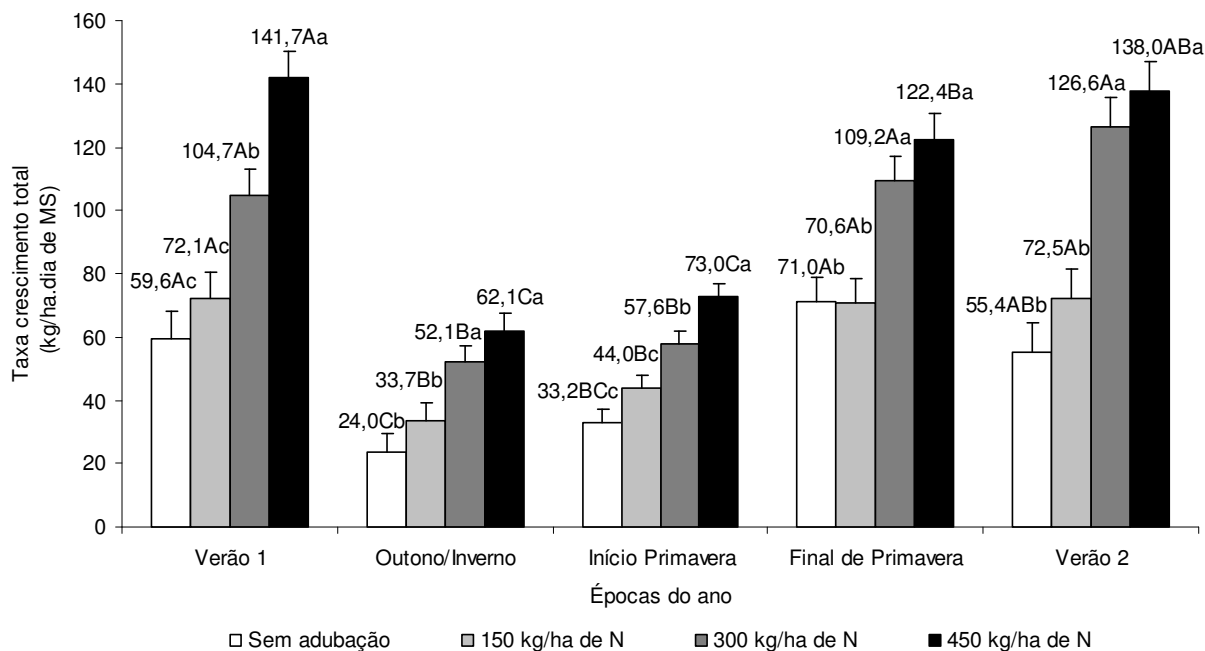


Letras maiúsculas comparam médias entre épocas do ano

Figura 5 – Taxa de crescimento de colmos (kg/ha.dia de MS) em pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

3.3.3 Taxa de crescimento total

A taxa de crescimento total do dossel foi influenciada pela dose de N ($P < 0,0001$), época do ano ($P < 0,0001$) e interação dose de N x época do ano ($P = 0,0004$). De forma geral, a taxa de crescimento total aumentou com o aumento das doses de N em todas as épocas do ano. Contudo, no final da primavera e verão 2 o gradiente entre as doses mais baixas (0 e 150 kg/ha de N) e mais altas (300 e 450 kg/ha de N) foi maior que nas demais épocas do ano. Os maiores valores de taxa de crescimento total foram registrados no verão 1, final de primavera e verão 2, e os mais baixos no outono/inverno e início da primavera (Figura 6).



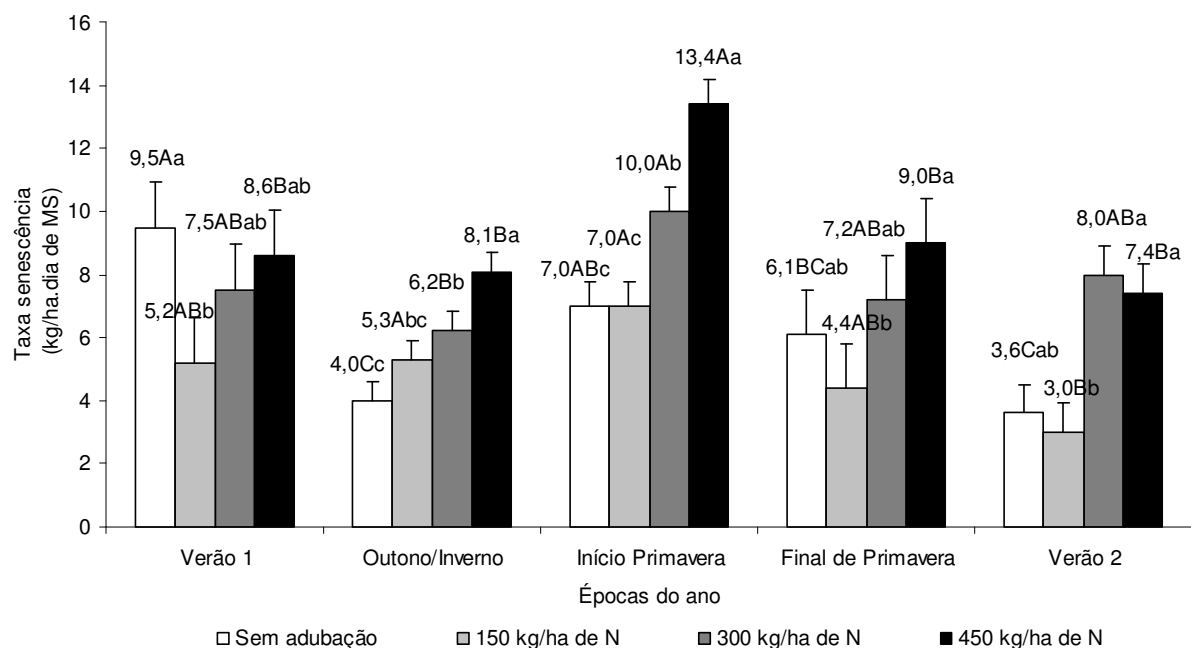
Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro de época do ano

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de tratamentos

Figura 6 – Taxa de crescimento total (kg/ha.dia de MS) em pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

3.3.4 Taxa de senescência

A taxa de senescência foi afetada pela dose de N ($P=0,0016$), época do ano ($P<0,0001$) e pela interação de dose de N x época do ano ($P=0,0260$). De maneira geral, a taxa de senescência aumentou com o aumento das doses de N. Contudo, no verão 1, durante os primeiros meses do experimento, a taxa de senescência foi alta nos pastos não adubados relativamente aos adubados demais. A partir do início da primavera até o final do experimento, no verão 2, ficou aparente um contraste entre a taxa de senescência de pastos não adubados ou adubados com 150 kg/ha de N e aquela de pastos adubados com 300 e 450 kg/ha de N (Figura 7).



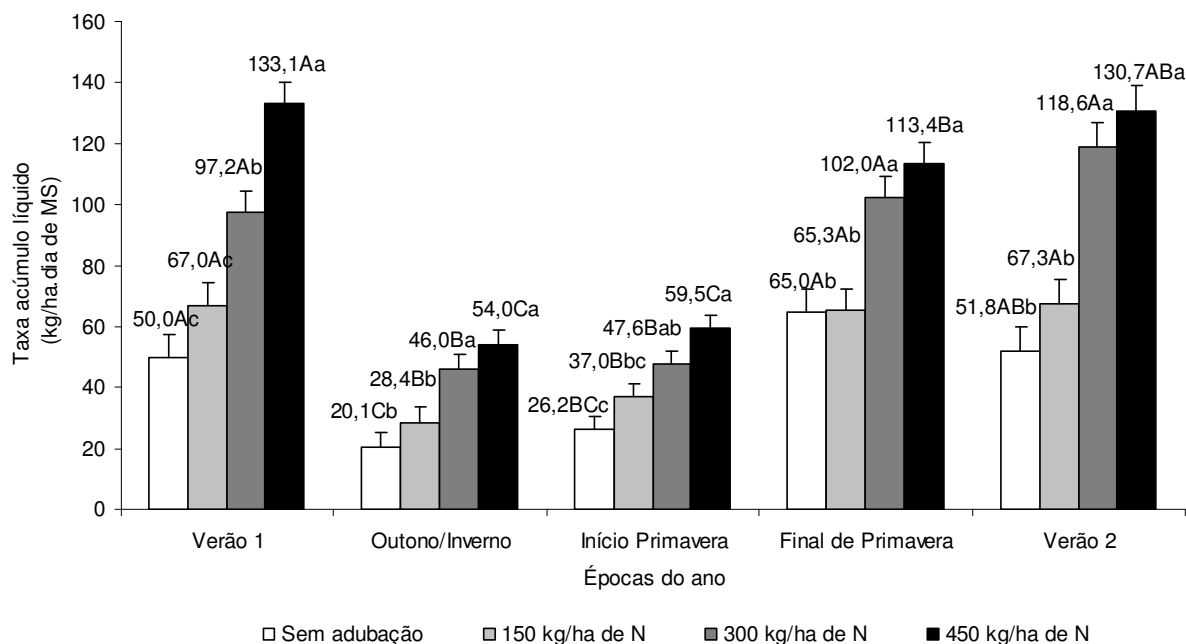
Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro de época do ano

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de tratamentos

Figura 7 – Taxa de senescência (kg/ha.dia de MS) em pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

3.3.5 Taxa de acúmulo líquido de forragem

A taxa de acúmulo líquido foi afetada pela dose de N ($P < 0,0001$), época do ano ($P < 0,0001$) e interação dose de N x época do ano ($P = 0,0006$). De forma geral, a taxa de acúmulo líquido de forragem aumentou com o aumento das doses de N em todas as épocas do ano. Contudo, no final da primavera e verão 2 o gradiente entre as taxas de pastos não adubados e adubados com 150 kg/ha de N e daqueles adubados com 300 e 450 kg/ha de N foi maior que nas demais épocas do ano. Os maiores valores de taxa de acúmulo líquido foram registrados no verão 1, final de primavera e verão 2, e os mais baixos no outono/inverno e início da primavera (Figura 8).



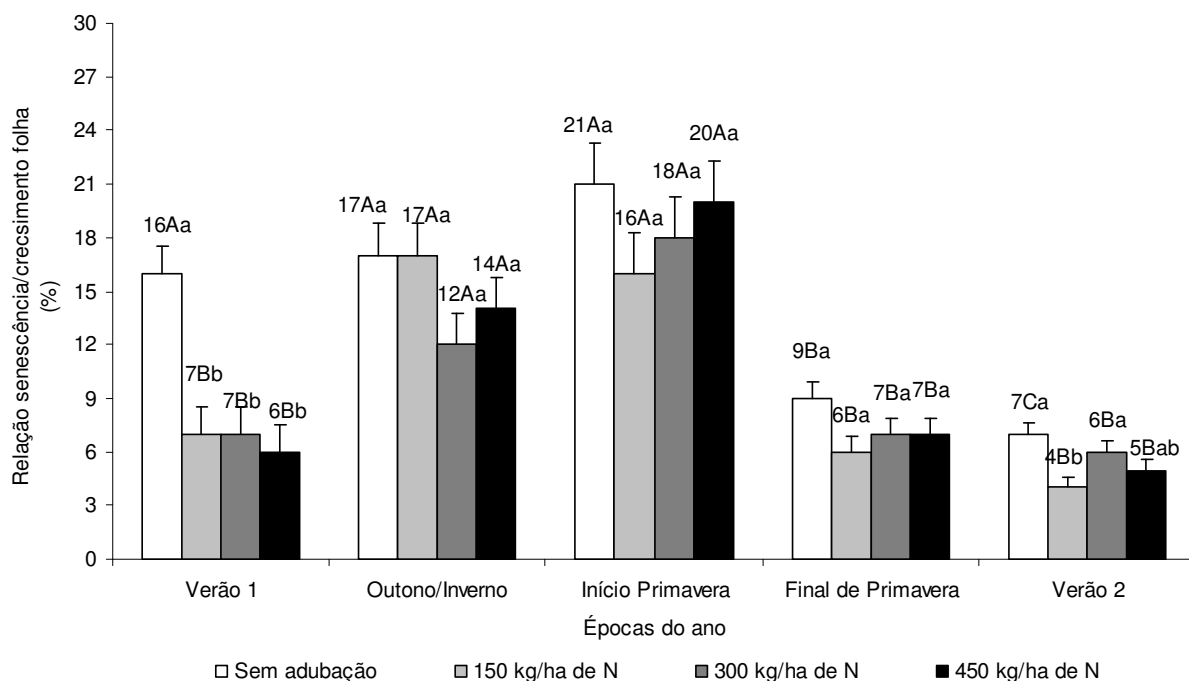
Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro de época do ano

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de tratamentos

Figura 8 – Taxa de acúmulo líquido de forragem (kg/ha.dia de MS) em pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

3.3.6 Relação senescência/crescimento de folhas (%)

A relação senescência/crescimento foi afetada pela dose de N ($P=0,0057$), época do ano ($P<0,0001$) e pela interação dose de N x época do ano ($P=0,0176$). No verão 1, durante os primeiros meses do experimento, a senescência, expressa como porcentagem do crescimento de folhas, apresentou um valor maior (16%) nos pastos não adubados relativamente àqueles adubados (6,7% em média). Nas demais épocas do ano, a senescência representou uma proporção relativamente constante do crescimento independentemente da dose de N empregada (15,0; 18,7; 7,2 e 5,5% para outono/inverno, início de primavera, final de primavera e verão 2, respectivamente). A senescência representou proporcionalmente mais do crescimento de folhas nas épocas de outono/inverno e início de primavera (Figura 9).



Letras minúsculas comparam médias de tratamentos dentro de época do ano

Letras maiúsculas comparam médias de época do ano dentro de tratamentos

Figura 9 – Relação senescência/crescimento de folhas do dossel (%) em pastos de capim-marandu submetidos à lotação contínua e ritmos de crescimento contrastantes de janeiro de 2007 a abril de 2008

3.4 Discussão

O acúmulo líquido de forragem é um processo dinâmico, resultado do balanço entre o crescimento e a senescência/decomposição de tecidos no pasto (HODGSON et al., 1981). A dinâmica de acúmulo de forragem pode ser mais bem compreendida por meio do estudo da morfogênese, ou seja, analisando-se os componentes de crescimento do pasto de forma complementar à estimativa de produção total de forragem (GRANT; MARRIOT, 1994) que, por sua vez, é influenciada por fatores limitantes de crescimento como água, luz, temperatura e nutrientes, em especial o nitrogênio.

Os fatores limitantes de crescimento foram os principais responsáveis pelo menor valor de taxa de acúmulo líquido de forragem registrado na época de outono/inverno e início de primavera (Figura 8). Isso ocorreu devido às menores taxas de taxa de crescimento de folhas (Figura 4) e de colmos (Figura 5), as quais, no início

da primavera, estiveram associadas inclusive a baixos valores de densidade populacional de perfilhos (Figura 3). Esse padrão de resposta é conhecido como estacionalidade de produção das plantas forrageiras (MATTOS; PEDREIRA, 1981), e reflete basicamente o efeito da baixa disponibilidade de fatores de crescimento para as plantas nessa época do ano (Figuras 1 e 2). A disponibilidade reduzida de fatores de crescimento compromete os processos de perfilhamento (NABINGER; PONTES, 2001), formação, desenvolvimento, crescimento e senescência dos componentes das plantas (LAWLOR, 1995, MAZZANTI; LEMAIRE, 1994), uma vez que a divisão e, principalmente, o crescimento de células são processos extremamente sensíveis ao turgor celular (LUDLOW; NG, 1977).

Incrementos nas doses de nitrogênio ocasionaram aumentos na taxa de acúmulo líquido de forragem (Figura 8), densidade populacional de perfilhos (Figura 3), crescimento total (Figura 6) e de folhas (Figura 4) a partir de 150 kg/ha de N, porém, de maneira geral, não houve diferença entre os valores encontrados para as doses de 300 e 450 kg/ha de N. Esse padrão de resposta é condizente com os relatos de literatura sobre respostas de plantas forrageiras à adubação nitrogenada (FAGUNDES et al., 2005; MARTUSCELLO et al., 2005). Dessa maneira, o fornecimento de nutrientes, particularmente o nitrogênio, assume importância fundamental no processo produtivo de pastagens, em especial sobre a taxa de crescimento de folhas, fator determinante das taxas de crescimento total e de acúmulo líquido de forragem dos pastos. Aparentemente, a maneira como o nitrogênio gerou o aumento em taxa de crescimento de folhas e total foi por meio de aumentos em densidade populacional de perfilhos (Figura 3), uma vez que essa variável seguiu padrão semelhante de variação com as épocas do ano em função das doses de N. Os pastos adubados com 300 e 450 kg/ha de N apresentaram valores médios de DPP 30% superiores àqueles não adubados ou adubados com 150 kg/ha de N. Esse tipo de resposta já havia sido descrito por Lemaire; Chapman, (1996) e Matthew et al. (2001) para gramíneas forrageiras de clima temperado manejadas sob lotação contínua, indicando similaridade entre os padrões de respostas de comunidades de gramíneas forrageiras de clima tropical e temperado a estratégias de pastejo (HODGSON; DA SILVA, 2002). A ausência de diferença entre pastos não adubados e adubados com 150 kg/ha de N chama a atenção, e deve ter

sido conseqüência do elevado nível de fertilidade do solo na área experimental, particularmente do teor de matéria orgânica, ratificando a importância desse componente para a composição da fertilidade do solo e sustentabilidade da pastagem.

Em gramíneas tropicais, o componente colmo pode representar contribuição importante para o crescimento total dos pastos (DA SILVA, 2004). Contudo, a participação desse componente morfológico no crescimento total e no acúmulo líquido de forragem dos pastos de capim-marandu, independentemente da dose de N avaliada, foi muito baixa (Figura 5). Em princípio, esse padrão de resposta chama a atenção, uma vez que pastos de capim-marandu mantidos relativamente altos (30 cm) poderiam apresentar alongamento de colmo elevado, especialmente se manejados sob lotação rotativa (ZEFERINO, 2006). No entanto, os valores reduzidos de crescimento de colmos registrados ao longo de todo o período experimental devem ter sido conseqüência do método de pastejo empregado (lotação contínua) e da condição em que os pastos foram mantidos (*steady state*). Ou seja, a estratégia de manejo adotada e seu monitoramento freqüente asseguraram que a planta forrageira se ajustasse à altura de manejo adotada e assumisse uma condição de equilíbrio dinâmico estável (*steady state*), fato esse comprovado pela renovação intensa apenas de tecido foliar no processo de acúmulo de forragem. Isso indica que uma porção representativa do potencial de produção do capim-marandu, quando manejado de forma adequada e sob controle estrito do processo de pastejo por meio do uso de meta de manejo, resulta da produção predominante de folhas, indicando produção de forragem de qualidade em quantidade.

A taxa de senescência influencia de forma negativa o acúmulo líquido de forragem, de forma que taxas de crescimento aceleradas podem ser mais que compensadas por taxas de senescência aumentadas, e resultar em redução do acúmulo líquido de forragem (HODGSON, 1990). Os maiores valores de taxa de senescência foram registrados no início de primavera, período em que foi registrado o maior déficit hídrico para a área experimental (Figura 2). De uma maneira geral, houve aumento da senescência com o aumento das doses de N (Figura 8). Esse padrão é análogo ao que aconteceu com as taxas de crescimento de folhas e de crescimento total, sugerindo que os dois processos, crescimento e senescência, respondem de

forma similar à aceleração do ritmo de crescimento dos pastos, evidenciando o caráter tampão das respostas de plantas forrageiras em pastagens (HODGSON; DA SILVA, 2002).

No verão 1, durante os primeiros três meses do período experimental, a taxa de senescência nos pastos não adubados foi maior que em pastos adubados, sendo o padrão de aumento em taxa de senescência com o aumento das doses de N válido somente a partir da dose 150 kg/ha de N (Figura 9). Esse fato deve ter sido consequência das menores taxas de crescimento dos pastos não adubados antes do início do experimento, que resultaram em maior tempo para atingir a meta mínima de altura para início do pastejo. Isso favoreceu um processo mais intenso de senescência em uma situação praticamente de crescimento livre das plantas, que só foi modificado com o início da utilização dos pastos. O verão 1 foi um período de transição de manejo, uma vez que os pastos foram roçados a 10 cm do solo em abril de 2007 e permaneceram em rebrotação até que o limite inferior da banda de variação da meta de 30 cm de altura fosse atingido para que animais pudessem ser colocados (a partir de outubro de 2007 para as maiores doses de N). Essa condição fez com que o equilíbrio dinâmico correspondente à meta de 30 cm dos pastos (balanço entre os processos de aparecimento e morte de perfilhos e fluxo de tecidos em perfilhos individuais) só fosse atingido a partir da estação seguinte, o outono/inverno. Isso aponta para o cuidado na interpretação de resultados e demonstra a necessidade de períodos experimentais relativamente longos, de forma a permitir que a condição planejada para realização das avaliações nos pastos e dos tratamentos impostos possa ser efetivamente criada e os resultados sejam consequência disso e não de respostas transitórias e desvinculadas dos tratamentos estudados.

A partir do final de primavera, quando do reinício das precipitações, o mesmo padrão descrito de variação das taxas de senescência com as doses de N foi registrado. Ou seja, apesar de não significativa a diferença entre as taxas de senescência de pastos não adubados e adubados com 150 kg/ha de N, o valor mensurado no caso de pastos não adubados foi maior, e o padrão de aumento em senescência com o aumento da dose de N verificado somente a partir da dose 150 kg/ha de N. Na estação seguinte, no verão 2, ficou aparente um contraste claro entre

pastos não adubados ou adubados com 150 kg/ha de N e aqueles adubados com 300 e 450 kg/ha de N. Esse contraste deve ter sido consequência do padrão de variação das taxas de crescimento de folhas e crescimento total, que apresentaram o mesmo padrão de variação. O fato denota a correlação que existe entre essas respostas das plantas forrageiras em pastagens e reforça a idéia de equilíbrio dinâmico e “capacidade de tamponamento” da comunidade de plantas a estratégias de manejo. Novamente, o contraste entre as doses mais altas e mais baixas em termos de taxas de crescimento e de senescência parecem estar seguindo o padrão de variação gerado pela densidade populacional de perfilhos dos pastos (Figura 3) que, sob lotação contínua, é de fato determinante do acúmulo de forragem (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; MATTHEW et al., 2001).

Os valores absolutos registrados para as taxas de senescência foram altos, e variaram de 3 a 13,4 kg/ha.dia de MS (Figura 8). Contudo, quando expressos de forma relativa ao crescimento total dos pastos, representaram uma proporção pequena (verão 1: 9,0%, outono/inverno: 14,8%, início de primavera: 18,5%, final de primavera: 7,2% e verão 2: 5,5%), indicando que apesar de a velocidade dos processos de crescimento e senescência serem maiores em gramíneas forrageiras tropicais, a senescência representa relativamente menos do crescimento comparativamente às gramíneas de clima temperado, nas quais a senescência normalmente representa 20 a 25% do crescimento (LEMAIRE; AGNUSDEI, 1999; HODGSON; DA SILVA, 2002). Isso ratifica o maior potencial de acúmulo de forragem para as gramíneas tropicais e aponta para oportunidades de planejamento de sistemas de produção com índices elevados de eficiência de utilização ou de colheita da forragem produzida.

Com exceção do verão 1 (início do experimento), o aumento do ritmo de crescimento dos pastos por meio do aumento das doses de N revelou um padrão de estabilidade da senescência expressa como porcentagem do crescimento de folhas. Esse fato ratifica a forte associação existente entre os processos de crescimento e senescência e demonstra que em pastos de capim-marandu ocorre um forte efeito “tampão” que impede que grandes alterações em eficiência no sistema de produção possam ser alcançadas por meio de intervenções pontuais em pontos ou processos isolados do mesmo. Dessa maneira, o aumento nas doses de N foi capaz de acelerar o

ritmo de crescimento dos pastos, mas, ao mesmo tempo, acelerou a senescência, o que evitou que grandes variações em eficiência de utilização da forragem produzida fossem atingidas, diferentemente do que demonstraram (MAZZANTI; LEMAIRE, 1994) para gramíneas de clima temperado. Dados de composição morfológica da massa de forragem dos pastos revelaram menor porcentagem de material morto para as maiores doses de N (capítulo 2), sugerindo maior eficiência de utilização da forragem produzida. No entanto, para que o processo possa ser mais bem compreendido e a eficiência de utilização avaliada de forma direta, seria necessário que fossem avaliados os padrões de desfolhação de perfilhos individuais e as respostas morfogênicas dos mesmos, o que não fez parte dos objetivos deste experimento.

3.5 Conclusão

O uso estratégico do nitrogênio sob condições de lotação contínua e controle estrito da estrutura do dossel forrageiro acelera o ritmo de crescimento e de senescência dos pastos, caracterizando um mecanismo de compensação na comunidade de plantas que dificulta que melhorias significativas em eficiência de utilização sejam obtidas. Contudo, o capim-marandu, devidamente manejado sob controle rígido de sua estrutura utilizando o conceito de meta de manejo (30 cm de altura), é capaz de produzir forragem em quantidade e com altos valores de eficiência de colheita, favorecendo níveis elevados de desempenho e produtividade animal.

Referências

ANDRADE, F.M.E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte**. 2003. 124p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

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

BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward condition on rates of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass Forage Science**, Oxford, v. 38, p. 323-331, 1983.

CHACON, E.A.; STOBBS, T.H.; DALE, M.B. Influence of sward characteristics on grazing behaviour and growth of Hereford steers 34 grazing tropical grass pastures. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 29, p. 89-102, 1978.

DA SILVA, S.C. Fundamentos para o manejo de pastagens de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Editora Suprema, 2004. p. 347-685.

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

FAGUNDES, J. 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.

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

GRANT, S.A.; MARRIOT, C.A. Detailed studies of grazed swards – techniques and conclusions. **Journal Agricultural Science**, New York, v. 122, n. 1, p. 1-6, 1994.

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

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

HODGSON, J.; BIRCHAM, J.S.; GRANT, S.A.; KING, J. The influence of cutting and grazing management on herbage growth and utilization. In: WRIGHT, C.E. **Plant physiology and herbage production**. Massey University: British Grassland Society, 1981. p. 51 – 62.

LAWLOR, D.W. Photosynthesis, productivity and environment. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 46, p. 1449-1461, 1995.

LEMAIRE, G.; AGNUSDEI, M. Leaf tissue turnover and efficiency of herbage utilization. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL “GRASSLAND ECOPHYSIOLOGY AND GRAZING ECOLOGY”, 1999, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 1999. p.265-287.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. London: CAB International, 1996. chap. 1, p. 3-36.

LITTEL, R.C.; PENDERGAST, J.; NATARAJAN, R. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. **Statistics in Medicine**, Boston, v. 19, p. 1793-1819, 2000.

LUDLOW, M.M.; NG, T.T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. *trichoglume* following removal of water stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 42, n. 2, p. 263-272, 1977.

MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D. M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, P.M.; RIBEIRO JÚNIOR, J.I.; CUNHA, D.N. F.V.; MOREIRA, L.M. Características Morfogênicas e Estruturais do Capim-Xaraés Submetido à Adubação Nitrogenada e Desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 5, p. 1475-1482, 2005.

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.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue continuously grazed by sheep: 2- Consumption and herbage efficiency utilization. **Grass and forage Science**, Oxford, v. 49, p. 352-359, 1994.

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001, p. 755-771.

OMETTO, J.C. **Bioclimatologia vegetal**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1981. 425 p.

PEDREIRA, J.V.S.; MATTOS, H.B. Crescimento estacional de vinte e cinco espécies ou variedades de capins. **Boletim da Indústria Animal**, Viçosa, v. 38, p. 117-143. 1981.

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

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

WOLFINGER, R.D. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics 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.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de metas de manejo, como a altura do dossel, surgiu da necessidade do reconhecer a pastagem como sendo um ecossistema em que a sustentabilidade depende do equilíbrio entre seus componentes bióticos e abióticos (NABINGER, 1998). Esse equilíbrio é função das relações funcionais entre as respostas de plantas e de animais e variações em estrutura do dossel (HODGSON, 1985). Com isso, no presente trabalho, verificou-se que pastos de capim-marandu manejados a 30 cm de altura sob lotação contínua e submetidos a ritmos de crescimento contrastantes por meio de amplitude significativa de doses de fertilizante nitrogenado mantiveram a estrutura do dossel relativamente estável dentro de estação do ano, sendo as maiores variações consequência de variação em estações do ano. Dessa maneira, a definição do manejo por meio de uma característica simples e única, fácil de mensurar como a altura, foi capaz de assegurar de maneira efetiva o controle da estrutura do dossel, indicando robustez da meta e apontando para um potencial muito grande de utilização em diferentes condições e ritmos de crescimento dos pastos. O fato desmistifica a proposição de que, sob condições de crescimento contrastantes, a altura para manutenção de uma mesmo equilíbrio dinâmico nos pastos (*steady state*) seria diferente e, por isso, implicaria em pequena consistência de seu uso como definidora de metas ou alvos de manejo.

As variações estruturais do dossel representadas por aumento em IAF, massa de forragem, aumento na porcentagem de folhas e de colmos e redução no ângulo da folhagem e da porcentagem de material morto resultaram em aumento de IL. No entanto, apesar de significativas, podem ser consideradas pequenas do ponto de vista agrônomo, uma vez o aumento em IL ocorreu, mas não foi inferior a 95%, condição necessária para máxima taxa de acúmulo de forragem (PARSONS et al., 1988), em momento algum do experimento para nenhuma das doses de N avaliadas. Por outro lado, essas variações em estrutura do dossel poderiam ter implicações nas respostas animais, particularmente no tamanho do bocado e na taxa de consumo, razão pela qual seria importante realizar esse tipo de avaliação como forma de complementar os resultados deste experimento.

O uso estratégico do nitrogênio sob condição de lotação contínua e controle estrito da estrutura do dossel acelerou o ritmo de crescimento e de senescência dos pastos, indicando um mecanismo de compensação das respostas que dificulta que melhorias significativas em eficiência de utilização da forragem produzida sejam obtidas. No entanto, essa análise considera taxas de processos e não seus efeitos cumulativos no tempo, uma vez que diferenças pequenas em taxas diárias podem não ser significativas, mas, quando considerado um universo de tempo e o resultado final das taxas dos processos, como o caso da massa de forragem e sua composição morfológica, as diferenças podem se tornar aparentes. Os resultados da análise dos dados de massa de forragem e sua composição morfológica revelaram claramente redução da porcentagem de material morto na massa de forragem, a qual aumentou com as doses de N, fato indicativo de aumento proporcionalmente maior do crescimento em relação à senescência e sugestivo de melhoria da eficiência de utilização, uma vez que a senescência representaria proporcionalmente menos do crescimento dos pastos. De qualquer maneira, os resultados gerais apontaram de maneira muito clara que o capim-marandu, devidamente manejado sob controle rígido de sua estrutura utilizando o conceito de alvo de manejo, é capaz de produzir forragem em quantidade e com altos valores de eficiência de colheita, o que favorece níveis elevados de desempenho e produtividade animal (ANDRADE, 2003).

Referências

ANDRADE, F.M.E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim-Marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte**. 2003. 124 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

HODGSON, J. The significance of sward characteristics in the management of temperate sown pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 15., 1985, Kyoto. **Proceedings...** Kyoto, 1985. p. 63-66.

LAWLOR, D.W. Photosynthesis, productivity and environment. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 46, p. 1449-1461, 1995.

LUDLOW, M.M.; NG, T.T. Leaf elongation rate in *Panicum maximum* var. *trichoglume* following removal of water stress. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 42, n. 2, p. 263-272, 1977.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G. Effect of nitrogen fertilization on herbage production of tall fescue continuously grazed by sheep: 2- Consumption and herbage efficiency utilization. **Grass and forage Science**, Oxford, v. 49, p. 352-359, 1994.

NABINGER, C. Princípios de Manejo e produtividade das pastagens. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE – MANEJO E UTILIZAÇÃO SUSTENTÁVEL DE PASTAGENS, 1998, Canoas. **Anais...** Canoas: ULBRA, 1998. p. 54-107.

NABINGER, C.; PONTES, L. S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 755-771.

PEDREIRA, J.V.S.; MATTOS, H.B. Crescimento estacional de vinte e cinco espécies ou variedades de capins. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v. 38, p. 117-143, 1981.

5 CONCLUSÕES

A altura do dossel forrageiro constitui um indicador de campo muito eficiente e robusto para a definição de alvos de manejo, desmistificando a crença de que por ser único e simples sofreria variações muito grandes de ambiente para ambiente em função da variação em ritmo de crescimento dos pastos.

A aplicação de doses crescentes de N aumenta as taxas de crescimento, mas, também, as de senescência, caracterizando um “comportamento tampão” que impede grandes melhorias em produção e eficiência de utilização apenas com o uso de nitrogênio, sugerindo maior planejamento e enfoque sistêmico quando do planejamento de estratégias de manejo.

Aparentemente, o aumento em taxas de crescimento ocorre de forma ligeiramente superior ao aumento em taxas de senescência, o que seria um indicativo de melhoria da eficiência de utilização da forragem produzida. Contudo, a ratificação dessa inferência necessita ser comprovada por meio de estudos das respostas morfogênicas e dos padrões de desfolhação de perfilhos individuais.

Sob lotação contínua, aumentos em acúmulo de forragem por meio de aumentos na dose de aplicação de fertilizante nitrogenada ocorrem a partir de aumentos em densidade populacional de perfilhos, sugerindo a importância de se conhecer e estudar padrões demográficos e dinâmica do perfilhamento como forma de compreender como a planta funciona e permitir a idealização de práticas de manejo eficientes.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)