

MÁRCIA CRISTINA TEIXEIRA DA SILVEIRA

**ESTRUTURA DO DOSSEL, ACÚMULO DE FORRAGEM E EFICIÊNCIA
DE PASTEJO EM PASTOS DE CAPIM-MULATO SUBMETIDOS A
ESTRATÉGIAS DE PASTEJO ROTATIVO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

S587e
2010

Silveira, Márcia Cristina Teixeira da, 1979-
Estrutura do dossel, acúmulo de forragem e eficiência de
pastejo em pastos de capim-mulato submetidos a estratégias
de pastejo rotativo / Márcia Cristina Teixeira da Silveira.
– Viçosa, MG, 2010.
xiii, 119f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Inclui anexo.

Orientador: Domicio do Nascimento Júnior.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Capim-mulato. 2. Pastagens - Manejo. 3. Plantas
forrageiras. 4. Ecofisiologia vegetal. 5. Pastejo rotativo.
6. Forragem. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.


CDD 22.ed. 633.202

MÁRCIA CRISTINA TEIXEIRA DA SILVEIRA

**ESTRUTURA DO DOSSEL, ACÚMULO DE FORRAGEM E EFICIÊNCIA
DE PASTEJO EM PASTOS DE CAPIM-MULATO SUBMETIDOS A
ESTRATÉGIAS DE PASTEJO ROTATIVO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.


APROVADA: 24 de fevereiro de 2010.



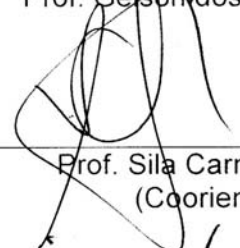
Prof. André Fischer Sbrissia




Prof. Gelson dos Santos Difante



Dra. Valéria Pacheco Batista Euclides
(Coorientadora)



Prof. Sila Carneiro da Silva
(Coorientador)



Prof. Domicio do Nascimento Júnior
(Orientador)

DEDICO

À minha mãe Maria do Carmo Teixeira da Silveira e ao meu pai João Batista Teixeira da Silveira, exemplos de amor incondicional e incansável.

Ao meu irmão Marcos Brás Teixeira da Silveira, ao meu namorado Paulo César Fonseca Furtado e à Leni Sesso, fontes de amor, amizade, confiança e cumplicidade.

SEM VOCÊS, EU NÃO CONSEGUIRIA REALIZAR MAIS ESTE SONHO, POR ISSO A VOCÊS MINHA ETERNA GRATIDÃO.

OFEREÇO

Ao meu orientador Domicio do Nascimento Júnior e aos meus colegas de curso Anderson de Moura Zanine, Gelson dos Santos Difante, Rodrigo Amorim Barbosa, Denise Baptaglin Montagner, Bruna Lopes Adese da Cunha, Karine da Silva Pena, Bráulio Maia de Lana Sousa, Carlindo Santos Rodrigues, Wilton Ladeira da Silva, Héliida Christhine de Freitas Monteiro, Hélio Henrique Vilela, Dawson José Guimarães Faria e Marcela Azevedo Magalhães, os quais muito contribuíram para o meu enriquecimento profissional e, principalmente, pessoal.

A toda a minha família, em especial à minha avó Maria José Salgado e ao meu avô João Salgado (*in memoriam*), que, com certeza, estiveram muito mais próximos e presentes do que o destino permitiu.

MINHA HOMENAGEM

QUANDO ME AMEI DE VERDADE !!!

Quando me amei de verdade, compreendi que em qualquer circunstância eu estava no lugar certo, na hora certa, no momento exato e, então, pude relaxar.

Hoje sei que isso tem nome... Autoestima.

Quando me amei de verdade, pude perceber que minha angústia e meu sofrimento emocional não passam de sinal de que estou indo contra minhas verdades.

Hoje sei que isso é... Autenticidade.

Quando me amei de verdade, parei de desejar que minha vida fosse diferente e comecei a ver que tudo que acontece contribui para o meu crescimento.

Hoje chamo isso de... Amadurecimento.

Quando me amei de verdade, comecei a perceber como é ofensivo tentar forçar alguma situação ou alguém, apenas para realizar aquilo que desejo, mesmo sabendo que não é o momento ou a pessoa não está preparada, inclusive eu mesmo.

Hoje sei que o nome disso é... Respeito.

Quando me amei de verdade, comecei a me livrar de tudo que não fosse saudável... pessoas, tarefas, tudo e qualquer coisa que me pusesse para baixo.

De início minha razão chamou essa atitude de egoísmo.

Hoje sei que se chama... Amor-Próprio.

Quando me amei de verdade, deixei de temer meu tempo livre e desisti de fazer grandes planos, abandonei projetos megalômanos de futuro.

Hoje faço o que acho certo, o que gosto, quando quero e no meu próprio tempo.

Hoje sei que isso é... Simplicidade.

Quando me amei de verdade, desisti de ter sempre razão e, com isso, errei menos vezes.

Hoje descobri a... Humildade.

Quando me amei de verdade, desisti de ficar revivendo o passado e de me preocupar com o futuro. Agora, me mantenho no presente, que é onde a vida acontece.

Hoje vivo um dia de cada vez. Isso é... Plenitude.

Quando me amei de verdade, percebi que minha mente pode me atormentar e me decepcionar, mas, quando a coloco a serviço de meu coração, ela se torna uma grande e valiosa aliada.

Tudo isso é... Saber Viver!!!

Charlie Chaplin

AGRADECIMENTOS

A Deus e à Nossa Senhora Aparecida, por serem a minha base e me proporcionarem coragem e força.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), por intermédio do Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Professor Domicio do Nascimento Júnior, pela orientação, pelos ensinamentos, conselhos, pela amizade, pelo incentivo, pela confiança em mim depositada, assim como pelos sete anos de convivência.

À Dra. Valéria Pacheco Batista Euclides, pela coorientação, pelo carinho e pela confiança a mim dedicados.

Ao Professor Sila Carneiro da Silva, pela coorientação, pelo carinho e, principalmente, pela confiança a mim dedicados. Professor, só posso dizer que minha gratidão pelo senhor é imensa!

Ao Professor André Fischer Sbrissia, pelas sugestões, que contribuíram, e muito, para a melhoria desta tese.

Ao Professor Gelson dos Santos Difante, meu querido amigo, pelo companheirismo e por ter feito parte da minha formação. Fiquei imensamente feliz de tê-lo como membro da minha banca.

A todos os professores que contribuíram para a minha formação, em particular aos Professores Dilermando Miranda da Fonseca e Manoel Eduardo Rosalino dos Santos, pela força e pelo encorajamento num momento difícil.

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia da UFV e da Esalq/USP e a todos os meus amigos, em especial a Fabiana (Gorda), Bráulio, Carlindo, Karine, Cynthia (Tia Chapinha) e Karina Zorzi, pela força, cumplicidade e pelo incentivo nos momentos difíceis (certamente sem o apoio de vocês este sonho teria sido interrompido). Também, aos meus demais colegas de Curso da UFV e da Esalq, em especial a Lilian, Adenilson, Priscila, Salim, Leandro, Veridiana, Marcão, Luisa, Diego, Bruno Pedreira, Felipe Tonato e Marcio.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

BIOGRAFIA

MÁRCIA CRISTINA TEIXEIRA DA SILVEIRA, filha de João Batista Teixeira da Silveira e Maria do Carmo Teixeira da Silveira, nasceu na cidade de Viçosa, em 5 de setembro de 1979.

Em 2000, ingressou no curso superior de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, MG, graduando-se em 2005. Durante a graduação, participou de atividades de pesquisa como bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq, no período de 2001 a 2002.

Em 2005, ingressou no Programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Zootecnia da UFV, na área de Forragicultura e Pastagens, com concentração na área de Manejo e Avaliação de Plantas Forrageiras e aprofundamento em conhecimentos sobre Morfogênese, submetendo-se à defesa da dissertação em 27 de setembro de 2006.

Em outubro de 2006, iniciou o Programa de Pós-Graduação, em nível de Doutorado, em Zootecnia da UFV, com a continuidade dos estudos em Forragicultura e Pastagens, submetendo-se à defesa da tese em 24 de fevereiro de 2010.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REVISÃO DE LITERATURA.....	3
REFERÊNCIAS	14
MODELO CONCEITUAL	21
Hipótese.....	22
Objetivos.....	23
CAPÍTULO 1	24
CARACTERIZAÇÃO E PADRÕES DE VARIAÇÃO DA ESTRUTURA DO DOSSEL FORRAGEIRO DO CAPIM-MULATO SUBMETIDO A ESTRATÉGIAS DE PASTEJO ROTATIVO.....	24
RESUMO	24
CHARACTERIZATION AND VARIATION PATTERNS OF THE HERBAGE SWARD STRUCTURE OF THE MULATO GRASS SUBMITTED TO ROTATIONAL GRAZING STRATEGIES	26
ABSTRACT.....	26
1. INTRODUÇÃO.....	28
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	30

	Página
3. RESULTADOS.....	39
3.1. Altura do dossel forrageiro	39
3.2. Interceptação de luz pelo dossel.....	41
3.3. Intervalo de pastejo.....	43
3.4. Número de pastejos	44
3.5. Índice de área foliar (IAF).....	45
3.6. Ângulo da folhagem	48
3.7. Massa de forragem e composição morfológica.....	50
3.8. Densidade volumétrica da forragem	57
3.9. Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel forrageiro	60
4. DISCUSSÃO.....	65
5. CONCLUSÕES.....	76
REFERÊNCIAS	77
CAPÍTULO 2.....	82
ACÚMULO DE FORRAGEM, PERDAS DE FORRAGEM POR PASTEJO E EFICIÊNCIA DE PASTEJO EM PASTOS DE CAPIM- MULATO SUBMETIDOS A ESTRATÉGIAS DE PASTEJO ROTATIVO.....	82
RESUMO	82
HERBAGE ACCUMULATION, LOSSES FOR GRAZING, AND GRAZING EFFICIENCY OF MULATO GRASS PASTURES SUBMITTED TO ROTATIONAL GRAZING STRATEGIES	84
ABSTRACT.....	84
1. INTRODUÇÃO.....	86
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	88
3. RESULTADOS.....	96
3.1. Taxa de acúmulo de forragem	96
3.2. Forragem removida por pastejo, perdas por pastejo e eficiência de pastejo	100
4. DISCUSSÃO.....	105
5. CONCLUSÃO	110

	Página
REFERÊNCIAS	111
CONCLUSÕES GERAIS	115
ANEXOS	116

RESUMO

SILVEIRA, Márcia Cristina Teixeira da, D . Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2010. **Estrutura do dossel, acúmulo de forragem e eficiência de pastejo em pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo.** Orientador: Domicio do Nascimento Júnior. Coorientadores: Valéria Pacheco Batista Euclides e Sila Carneiro da Silva.

As plantas forrageiras sofrem constantemente a interferência dos animais que as pastejam e de fatores do meio e, dessa forma, necessitam de mecanismos de adaptação para conseguir persistir no sistema. Assim, as estratégias de manejo do pastejo devem explorar e utilizar recursos adaptativos de modo a caracterizar a estrutura do dossel e, por meio dessa caracterização, estabelecer amplitudes ótimas de manejo para as espécies forrageiras de interesse. Foram objetivos deste trabalho estudar e descrever o efeito de combinações entre frequências e severidades de pastejo, em diferentes épocas do ano, sobre a estrutura do dossel forrageiro, a altura do pasto, o intervalo entre pastejos, o IAF, o ângulo de folhagem, a massa de forragem e a composição morfológica, a densidade volumétrica de forragem, a taxa de acúmulo de forragem e a composição morfológica, as perdas por pastejo e a eficiência de pastejo em pastos de capim-mulato. O experimento foi conduzido em área do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, de janeiro de 2008 a abril de 2009. Os tratamentos corresponderam a combinações entre duas condições de pré-pastejo (interceptação luminosa

pelo dossel (IL) de 95 e 100% durante a rebrotação) e duas de pós-pastejo (alturas de resíduo de 15 e 20 cm) e foram alocados nas unidades experimentais (piquetes de 1.200 m²), segundo um arranjo fatorial 2 x 2 e delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições. Não houve dificuldade em manter as alturas de resíduo estipuladas no caso de pastos manejados a 95% IL; o mesmo não ocorreu com pastos manejados a 100% IL. Tomando por base a relação positiva entre interceptação luminosa e altura, observou-se que as interceptações de 95 e 100% IL estiveram associadas a valores de altura do pasto de aproximadamente 30 e 40 cm, respectivamente. Pastos manejados a 95% IL apresentaram menor altura pré-pastejo, menores intervalos de pastejo, maior número de ciclos de pastejo, folhagem mais horizontal, menor IAF e menor massa de forragem, porém maior porcentagem de lâminas foliares na massa de forragem e maior densidade volumétrica de forragem quando comparados com aqueles manejados a 100% IL. No pós-pastejo, pastos manejados a 95% IL apresentaram maior interceptação luminosa, menor ângulo da folhagem, maior IAF, menor massa de forragem, maior porcentagem de folhas, menor porcentagem de material morto e menor densidade volumétrica de forragem que pastos manejados a 100% IL. Padrão semelhante de respostas foi obtido ao analisar o intervalo de pastejo, IL, ângulo de folhagem e IAF nas alturas de resíduo de 15 e 20 cm. A distribuição dos componentes morfológicos no perfil vertical do dossel variou com as estratégias de manejo empregadas e com as épocas do ano. Também foi possível observar que, apesar de apresentar menor massa de forragem, pastos manejados a 95% IL não diferiram dos manejados a 100% IL quanto à taxa de acúmulo de forragem. Pastos na condição de 100% IL proporcionaram maior quantidade de forragem removida, entretanto maiores perdas de forragem por pastejo também foram verificadas, o que refletiu em menor eficiência de pastejo, em comparação com o tratamento de 95% IL. Conclui-se que pastos de capim-mulato apresentam mudanças no padrão da estrutura do dossel forrageiro dentro das épocas do ano e diante do manejo imposto, e estratégias de manejo caracterizadas por pastejo aos 95% IL (associado à altura de 30 cm) e altura de resíduo de 15 e 20 cm resultaram em melhores condições para rebrotação do pasto de capim-mulato, melhor estrutura de dossel e composição morfológica da massa de forragem, assim como maior eficiência de pastejo.

ABSTRACT

SILVEIRA, Márcia Cristina Teixeira da, D, Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2010. **Sward structure, herbage accumulation and efficiency of grazing on pasture mulato grass subjected to rotational grazing strategies.** Adviser: Domicio do Nascimento Júnior. Co-Advisers: Valéria Pacheco Batista Euclides and Sila Carneiro da Silva.

Forage crops suffer constant interference from animals that graze on them and from environmental factors and thus require adaptive mechanisms to persevere in the system. Thus, grazing management strategies should explore and use adaptive resources in order to characterize the sward structure and, through this characterization, establish optimal management ranges of forage species of interest. The aim of this work was to study and describe the effect of combinations of frequencies and severities of grazing in different seasons on the structure of the canopy, the height of the pasture, grazing interval, IAF, foliage angle, herbage mass and morphological composition, volume density of forage, rate of accumulation and forage morphological composition, losses by grazing and grazing pressure on mulato grass pasture. The experiment was conducted in the area of the Department of Animal Science, USP / ESALQ, from January 2008 to April 2009. The treatments consisted of combinations of two pre-grazing conditions (light interception by the canopy (LI) of 95 and 100% during

regrowth) and two post-grazing (residual heights of 15 and 20 cm) and were allocated in experimental units (plots of 1,200 m²) following a 2 x 2 factorial design and randomized complete block design with four repetitions. There was no difficulty in keeping the residual stipulated heights in the case of pastures grazed at 95% IL, the same did not occur with pastures grazed at 100% IL. Based on the positive relationship between light interception and height, it was observed that the intercepts of 95 and 100% IL values were associated with pasture heights of approximately 30 and 40 cm respectively. Pastures grazed to 95% IL had lower pre-grazing height, lower grazing intervals, a greater number of grazing cycles, more horizontal foliage, lower IAF and lower herbage mass, but a greater percentage of leaf blade in herbage mass and higher volumetric density of forage compared with those managed at 100% IL. In the post-grazing, pastures managed at 95% IL had higher light interception, lower foliage angle, higher IAF, lower herbage mass, higher percentage of leaves, a lower percentage of dead material and a lower volume density of forage grazed pastures than at 100 % IL. Similar response patterns were obtained by analyzing the range of grazing, IL, leaf angle and IAF in the highest residual of 15 and 20 cm. The distribution of morphological components in the vertical profile varied with sward management strategies employed and with the seasons. It was also noted that, despite presenting lower herbage mass, pasture grazed at 95% IL did not differ from IL-managed at 100% of the rate of herbage accumulation. Pastures in 100% IL conditions showed greater amounts of forage removed, though larger losses of forage by grazing were also recorded, which resulted in lower grazing efficiency compared to treatments of 95% IL. In conclusion, the mulato grass pasture showed changes in the sward forage structure pattern within the seasons of the year and the management employed, and management strategies characterized by grazing at 95% IL (associated with a height of 30 cm) and height residuals of 15 and 20 cm resulted in better conditions for the regrowth of mulato grass pasture, better sward structure and morphological composition of the herbage mass, as well as increased grazing efficiency.

INTRODUÇÃO GERAL

No ecossistema pastagem, as plantas forrageiras sofrem constantemente a interferência dos animais que as pastejam e de fatores do meio, por isso necessitam de mecanismos de adaptação para conseguir resistir neste sistema.

A plasticidade fenotípica é um mecanismo adaptativo das plantas forrageiras que as permite tolerar grandes variações em estratégias de desfolhação sem diminuir a produção de forragem. Dessa maneira, as estratégias de manejo do pastejo devem explorar e utilizar esse recurso adaptativo de modo a estabelecer amplitudes ótimas de manejo para as espécies forrageiras de interesse.

A relação entre plantas, animais e meio é complexa. Diante dessa complexidade, é necessária uma abordagem mais ampla sobre o conhecimento e compreensão das relações de causa e efeito entre respostas de plantas e animais que possibilitem embasar decisões e ações de manejo mais globais e efetivas e que possam ser adotadas em qualquer meio. Dessa forma, além da escolha correta da planta forrageira, ajustes devem ser realizados em outros componentes do sistema, ou seja, a planta forrageira deve ser vista dentro de um contexto sistêmico (Da SILVA et al., 2008a).

Na busca por ajustes nos componentes do ecossistema pastagem, observou-se que combinações da frequência e severidade de desfolhação

resultam em alterações nos processos morfogênicos. Estes, por sua vez, modificam as características estruturais do dossel, como o IAF, e todo o processo de utilização da energia luminosa, redundando em variações na produção, perdas de forragem (CARNEVALLI, 2003; CARNEVALLI et al., 2006) e desempenho animal (DIFANTE et al., 2009). Dessa forma, a estrutura do dossel pode ser vista como característica central determinante e condicionadora de respostas de plantas e animais, e seu entendimento (influência que estratégias de manejo têm sobre a estrutura) é fundamental quando o objetivo é determinar práticas de manejo do pastejo mais consistentes (HODGSON, 1985).

O capim-mulato, um híbrido, foi desenvolvido com a finalidade de incrementar o vigor das plantas forrageiras que lhe deram origem, porém com melhor valor nutritivo, produtividade e resistência a pragas (cigarrinha das pastagens). Contudo, esse híbrido é ainda muito pouco estudado, e as informações técnico-científicas são limitadas, principalmente no que diz respeito à sua ecofisiologia e produção, que são as bases de estudos sobre forragicultura na atualidade. Nesse contexto justifica-se o estudo dessa forrageira dentro dessa nova visão de manejo do pastejo, na tentativa de gerar informações consistentes e objetivas que venham auxiliar na sua utilização em áreas de pastagens.

REVISÃO DE LITERATURA

Espécie vegetal

O capim-mulato (*Brachiaria* spp.) foi desenvolvido e testado pelo Centro Internacional para Agricultura Tropical (CIAT), que fica na Colômbia, com a colaboração da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e em parceria com o grupo Papalotla (Descrição Anexo 1). O capim-mulato (CIAT, 2000) é resultado de um trabalho de mais de 14 anos de cruzamentos entre distintos cultivares de *Brachiaria*: *Brachiaria ruziziensis* (clone 44-6) e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (CIAT 6297) (CIAT, 2001). Foi lançado no Brasil em setembro de 2003, sendo a comercialização de sementes feita a partir de julho de 2004.

É uma gramínea que se adapta facilmente às condições tropicais e subtropicais, apresenta crescimento semiereto, folhas lanceoladas pubescentes e de cor verde intenso, colmos também pubescentes e raízes profundas. Possui florescimento tardio e é resistente à seca e moderadamente resistente ao frio, vegetando bem em diversos tipos de solo (ARGEL et al., 2005). Tolerância a solos com deficiência de drenagem desde que o encharcamento não seja permanente e requer solos de média a alta fertilidade (ARGEL et al., 2007).

O capim-mulato também apresenta mecanismo de rebrotação por gemas basais ou coroa radial e emite estolões, que enraízam formando

novas plantas. Pouco se sabe sobre essa planta forrageira nas condições brasileiras. No entanto, estudos desenvolvidos em outros países da América Latina demonstraram que ela possui potencial elevado de produção de forragem (BALSALOBRE; SANTOS, 2004), servindo como mais uma alternativa para diversificação das pastagens.

A planta forrageira e seu funcionamento

As plantas forrageiras podem ser utilizadas como fonte de alimento volumoso pelos herbívoros ocasionalmente ou de forma constante, sendo representadas por diversas espécies e, em especial, pelas gramíneas e leguminosas.

As gramíneas são formadas por unidades básicas conhecidas como perfilhos que, por sua vez, para fins de estudos, podem ser definidos como formados por unidades conhecidas como fitômeros (NELSON, 2000). Cada fitômero é constituído por nó, entrenó, gema axilar, bainha, lígula e lâmina foliar, e alguns autores consideram também raiz como parte de um fitômero. Os fitômeros se desenvolvem no perfilho a partir do meristema apical, um sobre o outro, e apresentam diferentes estádios de desenvolvimento, de tal forma que os fitômeros inferiores são os mais desenvolvidos (VALENTINE; MATTHEW, 1999).

As plantas utilizam a luz solar por meio da fotossíntese para produção de energia química, que será para crescimento. As folhas são responsáveis pela interceptação da luz, assim como pela absorção de CO₂ e realização do processo de fotossíntese. Logo, elas são as primeiras e mais importantes estruturas a serem diferenciadas durante o processo de formação de um fitômero (Figura 1A). No processo de diferenciação dos primórdios foliares, a região meristemática é dividida em duas bandas, as quais correspondem às regiões de formação das lâminas foliares e das bainhas (Figura 1B).

À medida que a planta cresce, a taxa de aparecimento de folhas diminui, e o crescimento da lâmina foliar, concomitantemente com a bainha foliar, aumenta até o momento em que a lâmina foliar não cresce mais (diferenciação da lígula entre a região meristemática de formação das lâminas e bainhas foliares) e a bainha ainda pode continuar a alongar-se por mais alguns dias (Figura 1B). Com o fechamento do dossel se estabelece a

competição intraespecífica (alteração da condição de luz) e as plantas começam a investir em alongamento de entrenós na tentativa de colocar suas folhas no topo do dossel (Da SILVA, 2004).

A partir do momento que as primeiras folhas formadas atingem seu limite de duração de vida, elas começam a senescer e, para que o número de folhas por perfilho permaneça constante, uma nova folha surge. Assim, quando o perfilho atinge seu número máximo de folhas vivas, passa a haver um equilíbrio entre o surgimento e a senescência de folhas, caracterizando um fluxo contínuo de renovação de tecidos.

As gemas presentes em cada fitômero, ao receberem luz de qualidade (relação entre os comprimentos de onda que correspondem ao vermelho-vermelho distante), podem dar origem a um novo perfilho (Figura 1C), mantendo, assim, o equilíbrio entre aparecimento e morte de perfilhos e o acúmulo de biomassa. O perfilhamento leva ao aumento do número de folhas e área foliar por unidade de área (o que foi definido por Watson (1947) como índice de área foliar, IAF) até que a maior parte da radiação incidente seja interceptada.

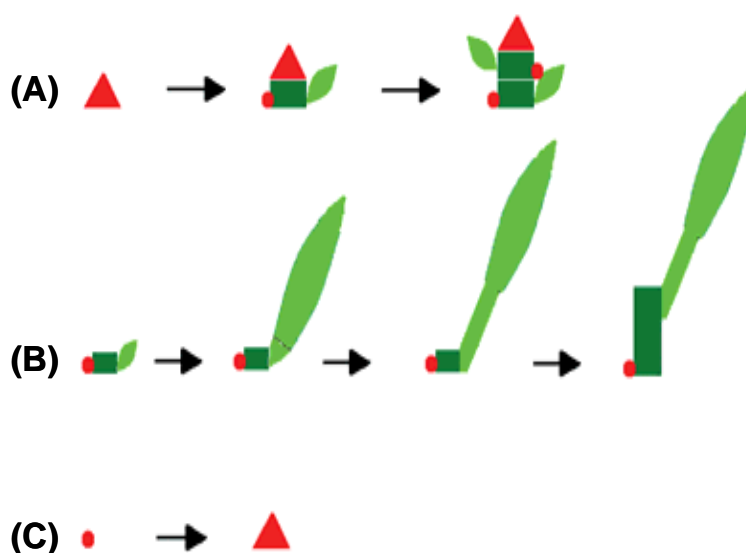


Figura 1 – Sequência de eventos no desenvolvimento de uma gramínea. (A) Desenvolvimento de um fitômero com folha sendo a primeira estrutura formada. (B) Fitômero desenvolvido e sucessão entre as fases de término do alongamento foliar, diferenciação entre lâmina e bainha e alongamento de entrenó. (C) Formação de novo perfilho a partir de uma gema axilar.

Fonte: Adaptada de FOURNIER et al., 2007.

Vale ressaltar que a produção desses tecidos no perfilho é regulada por fatores ambientais e de manejo e influenciada pelas características do pasto (densidade populacional de perfilhos) e do próprio perfilho. A interação desses fatores determina o ritmo morfogênico das plantas.

Busca pela compreensão do funcionamento das plantas forrageiras

Para compreender mudanças que ocorrem no funcionamento das plantas forrageiras sob a interferência do manejo, protocolos experimentais foram utilizados de forma a manter as plantas em condições estáveis. Esses estudos começaram, no Brasil, com plantas do gênero *Cynodon*, que foram avaliadas em piquetes mantidos a 5, 10, 15 e 20 cm com lotação contínua (FAGUNDES, 1999; Pinto, 2000; CARNEVALLI, 2000; CARVALHO, 2000; SBRISSIA, 2000), segundo o protocolo utilizado por Bircham e Hodgson (1983) para azevém perene. O mesmo protocolo foi empregado para capim-marandu (GONÇALVES, 2002; LUPINACCI, 2002; ANDRADE, 2003; SARMENTO, 2003; SBRISSIA, 2004; Molan, 2004), que foi avaliado em piquetes mantidos a 10, 20, 30 e 40 cm de altura.

Posteriormente, trabalhos com gramíneas como Marandu, Mombaça e Tanzânia foram realizados (TRINDADE, 2007; SOUZA JÚNIOR, 2007; CARNEVALLI, 2003; BARBOSA, 2004; LOPES, 2006; MONTAGNER, 2007; ZANINE, 2007; DIFANTE, 2009) sob estratégias de pastejo rotativo, na busca do entendimento adequado dos efeitos que variações nas condições do dossel tinham sobre plantas e animais, como proposto por Hodgson (1985). Utilizaram-se intervalos baseados na interceptação luminosa do dossel associada a diferentes severidades de desfolhação.

Com a adoção desses protocolos foi possível fazer mensurações de variáveis morfogênicas (aparecimento de folhas, alongamento e duração de vida das folhas) e estruturais (perfilhamento, número de folhas vivas por perfilho e tamanho das folhas), bem como avaliar o comportamento apresentado por essas variáveis e a relação com o acúmulo de forragem.

Esses protocolos também permitiram observar o comportamento das plantas em diversas fases da rebrotação, como logo após o pastejo (início da rebrotação), ao longo da rebrotação e antes do próximo pastejo (final da

rebrotação), assim como nas diferentes estações do ano, em que na época das águas havia plantas com crescimento vigoroso caracterizado por alta renovação de tecidos (devido a maior aparecimento de folhas e de perfilhos e à menor duração de vida das folhas). Na época das secas, o crescimento era menor, assim como a renovação de tecidos (devido à redução no aparecimento de folhas, ao aumento na duração de vida destas e à diminuição do perfilhamento).

No caso do capim-marandu mantido em quadro alturas de pasto (10, 20, 30 e 40 cm) com lotação contínua, Sbrissia (2004) verificou que pastos mantidos mais baixos (10 cm) apresentavam maiores taxas de aparecimento de folhas, de aparecimento de perfilhos, de densidade populacional de perfilhos (perfilhos pequenos), duração de vida das folhas e tamanho final de folhas. No entanto, obtiveram-se menor duração de vida e comprimento final das folhas. A taxa de alongamento de colmo também foi menor nessa condição, assim como a taxa de alongamento foliar. Devido ao baixo alongamento de colmo e à alta taxa de aparecimento de folhas, obteve-se maior relação lâmina:colmo na massa de forragem. Também, o número de folhas vivas por perfilho e o IAF foram baixos.

Na maior altura (40 cm), a taxa de aparecimento de folhas foi menor e, conseqüentemente, para que o número de folhas vivas por perfilho permanecesse constante a duração de vida das folhas foi maior e a densidade populacional de perfilhos, menor (formada por perfilhos maiores). O dossel se tornou mais fechado, e provavelmente as plantas começaram a competir por luz, investindo em alongamento de colmo com o objetivo de lançar suas folhas no topo do dossel, o que diminuiu a relação lâmina:colmo. O número de folhas vivas por perfilho foi alto nessa condição, assim como o IAF.

Estudos com o capim-mombaça e o capim-tanzânia sob pastejo rotativo, utilizando como critério de interrupção do processo de rebrotação a interceptação luminosa, foram realizados por Carnevalli (2003) e Barbosa (2004), respectivamente. Esses autores mostraram haver mudanças nas características morfogênicas e estruturais dos pastos em decorrência dos tratamentos impostos, as quais também provocaram mudanças no acúmulo e composição morfológica da forragem, resultando em menor produção de

MS total e de lâminas foliares nos tratamentos de 90 e 100% IL, no caso do estudo realizado por Barbosa (2004); e de folhas nos tratamentos de 100% IL, no trabalho de Carnevalli (2003). Maior acúmulo de MS de lâminas foliares foi registrado nos tratamentos de 95% de IL, nos dois experimentos. Esses estudos também evidenciaram que as características morfogênicas e estruturais foram fortemente influenciadas pela disponibilidade de fatores climáticos de crescimento nas diferentes épocas do ano.

Tais estudos possibilitaram análise comparativa entre gramíneas de climas temperado e tropical e mostraram que os mesmos princípios e relações originalmente descritos sobre plantas forrageiras de clima temperado eram válidos para plantas tropicais dentro do contexto das limitações fisiológicas e de ambiente inerentes em cada condição (Da SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

Com essa compreensão de como as plantas funcionam, passou-se a levar em consideração variações de clima e solo que interferem na produção e estrutura dos pastos em diferentes regiões e de uma mesma região ao longo do ano e de ano para ano. Tudo isso indicando que as plantas possuem limites que precisam ser respeitados e demonstrando as limitações do uso de períodos de descanso e de ocupação fixos baseados no calendário humano (Da Silva, 2004).

Segundo Da Silva et al. (2008b), o conhecimento da dinâmica de crescimento de plantas sob pastejo são importantes no manejo de plantas de climas temperado e tropical. A diferença é que a diversidade de espécies nos trópicos é muito grande, fazendo com que essa base de conhecimento seja ainda pequena, o que torna os índices de produtividade das pastagens tropicais não condizentes com o potencial produtivo das espécies forrageiras disponíveis. Assim, há necessidade de busca contínua de informações aplicáveis ao manejo dessas plantas forrageiras.

Estrutura do dossel

A estrutura do dossel é definida como a distribuição espacial e o arranjo dos componentes morfológicos da parte aérea das plantas (LACA; LEMAIRE, 2000). Segundo Nobel et al. (1993), a estrutura também faz

menção à quantidade e organização de material vegetal sobre o solo, incluindo o tamanho, forma e orientação de órgãos da planta, como folhas, colmos, flores e até frutos. Usualmente, a estrutura é medida para explicar fenômenos como taxa de crescimento, interceptação luminosa, valor nutritivo da dieta e consumo pelos animais. Assim, pode-se dizer que a estrutura é fator determinante da produtividade primária (no que diz respeito à dinâmica de crescimento e competição nas comunidades vegetais) e secundária (BRISKE; HEITSCHMIDT, 1991). Dessa forma, seu estudo é necessário para o melhor entendimento desses processos.

Segundo Bircham e Hodgson (1983), a estrutura do pasto é o resultado de dois processos conflitantes, ou seja, o pastejo e o crescimento das plantas forrageiras, uma vez que as plantas não se encontram passivas diante do processo de desfolhação.

A estrutura tem influência na distribuição das folhas no perfil do dossel e, dessa forma, influencia a forma como a luz é interceptada, ou seja, a estrutura do pasto possui distribuição e arranjo de componentes da planta que se modificam em função de algumas variáveis, como altura do pasto, índice de área foliar (IAF), ângulo das folhas, distribuição da biomassa por estrato, densidade volumétrica de forragem e densidade populacional de perfilhos (HODGSON, 1990). No caso dos animais, a estrutura afeta a forma como a forragem se encontra disponível no tempo e no espaço e como é consumida, refletindo no desempenho (CARVALHO et al., 2001).

Entre as características estruturais do pasto, a altura é a que guarda relação mais consistente com as respostas tanto de plantas quanto de animais, em comparação, por exemplo, com características como massa de forragem (quantidade de matéria seca existente na área em determinado momento) e índice de área foliar (HODGSON, 1985; 1990).

A altura também possui relação consistente com respostas relacionadas com o acúmulo de forragem (resultado líquido de dois processos concomitantes e antagônicos, que são crescimento e senescência) durante todo o ano e em qualquer condição climática, além de exercer grande impacto sobre o comportamento ingestivo dos animais (HODGSON; MAXWELL, 1981). Nesse contexto, a altura do dossel pode ser considerada como conexão entre a estrutura do dossel e os processos de

interceptação de luz incidente e seu efeito sobre as taxas de acúmulo de forragem, permitindo determinar alturas de manejo do pastejo adequadas para diferentes espécies forrageiras.

Trabalhos realizados segundo essa abordagem (CARNEVALLI et al., 2000, 2001ab; CARVALHO et al., 2000ab, 2001ab; LUPINACCI, 2002; PINTO et al., 2001; SARMENTO, 2003; SBRISSIA et al., 2001; 2003; SBRISSIA, 2004; BARBOSA, 2004; CARNEVALLI et al., 2006; MONTAGNER, 2007; PEDREIRA et al., 2007; Da SILVA et al., 2009) revelaram consistência no uso do monitoramento da altura do pasto como estratégia de controle do processo de pastejo.

O índice de área foliar (IAF) é variável-chave no modelo conceitual das relações planta-animal proposto por Chapman e Lemaire (1993), uma vez que está relacionado a processos produtivos e aspectos ecológicos do ecossistema pastagem.

Para se conseguirem máximas taxas de crescimento de um pasto é preciso que, numa condição de desfolhação, se mantenha um IAF considerado ótimo, que, segundo Brown e Blaser (1968), é aquele no qual aproximadamente toda a luz incidente é interceptada com um mínimo de autossombreamento. Mas só IAF não é suficiente quando se pensa em maximizar crescimento, haja vista que essa variável explica apenas parte da interceptação de luz pelo dossel. Verhagen et al. (1963) relataram que são vários os aspectos envolvidos na interceptação de luz, a exemplo da organização espacial das folhas e da distribuição vertical e horizontal da área foliar, assim como o ângulo da folhagem e até mesmo características como idade, tipo e tamanho de folhas, intensidade e qualidade da luz incidente e ambiente onde as folhas se desenvolvem.

Carvalho et al. (2009) relataram que a real caracterização da estrutura dos pastos para o animal ainda não foi descrita, uma vez que os animais colhem forragem verde num ambiente tridimensional (3D), ou seja, os animais colhem tecidos verdes dispostos no espaço, com seus teores de água e volumes instantâneos e cuja estrutura tridimensional é apreendida dentro de outro volume, o do bocado. Contudo, segundo esses mesmos autores, ainda que não exista maneira adequada para descrever a verdadeira estrutura 3D a que os animais respondem, é possível

demonstrar, de inúmeras formas, o papel da estrutura do pasto sobre as relações planta-animal.

Acúmulo de forragem e composição morfológica

O acúmulo de forragem é o resultado líquido de dois processos concomitantes e antagônicos, que são crescimento e senescência (HODGSON, 1990; MARASCHIN, 1996). Esses dois processos são determinantes da produção de forragem num ecossistema pastagem.

O que se sabe é que o crescimento aumenta durante a rebrotação até atingir um patamar a partir do qual não existe incremento de produção, pois, além desse patamar, a quantidade de material senescente pode superar o acúmulo, ocasionando acúmulo negativo de matéria seca (PARSONS, 1988). Assim, práticas agronômicas podem influenciar esses dois processos e modificar padrões quantitativos e qualitativos da produção de matéria seca.

Por definição, massa de forragem é a quantidade de matéria seca na área em determinado momento (HERINGER; CARVALHO, 2002). Essa massa de forragem, em um mesmo espaço de tempo, pode estar espacialmente disposta numa forma infinita de combinações de altura e densidade volumétrica, podendo-se obter uma mesma massa nas mais diversas formas.

Quando se comparam pastagens tropicais e pastagens de clima temperado o que se observa é que os mesmos princípios e relações originalmente descritos para plantas forrageiras de clima temperado são válidos para plantas tropicais dentro do contexto das limitações fisiológicas e de ambiente inerentes em cada condição (PINTO et al., 2001). Assim, nossas pastagens apresentam como características altas taxas de crescimento e produção de matéria seca. Caso não seja consumida rapidamente pelos animais, a forragem produzida será perdida por senescência. Em termos práticos, o ponto de colheita ideal é aquele em que o acúmulo líquido é máximo (PARSONS, 1988).

Carnevali et al. (2006), trabalhando com capim-mombaça, observaram que a frequência de utilização quando 95% de interceptação da

luz pelo dossel ocorria promoveu maior acúmulo de lâminas foliares, associado ao menor crescimento de colmos e à menor senescência, o que é desejável quando se pensa em acúmulo líquido. Barbosa et al. (2007) verificaram, em capim-tanzânia, maior acúmulo de matéria seca de lâminas foliares em pastos também manejados a 95% de IL, embora, segundo Zanine (2007), a frequência de 90% de IL também possa ser utilizada quando o objetivo for aumentar a eficiência de utilização da forragem. Assim, observa-se a consistência que há no que se refere ao momento de interrupção da rebrotação do pasto aos 95% de IL. O que deve ser levado em consideração é o fato de que o tempo para que 95% da IL seja alcançado não é fixo, ou seja, depende de fatores do meio, como as estações do ano, e da disponibilidade de nutrientes, notadamente o nitrogênio.

Partindo dessa premissa de que o manejo de pastagens deve ser flexível e respeitando os limites ecofisiológicos das plantas, bem como a disponibilidade dos recursos do meio, é possível obter elevadas produções de forragem, controlar a produção de colmo e material morto e garantir maior longevidade às pastagens.

Perdas de forragem por pastejo e eficiência de pastejo

Na pastagem, de toda massa de forragem acumulada durante o período de rebrotação somente parte é removida pelos animais por meio do pastejo. Além do mais, dessa forragem removida apenas parte é efetivamente ingerida pelos animais; a outra parte é “perdida”. Segundo Hillesheim e Corsi (1990), perda seria toda a forragem sobre a superfície do solo após o pastejo, bem como perfilhos verdes danificados e que se encontrem aderidos ou não às plantas e acima do resíduo determinado pelo tratamento.

Em termos práticos, observou-se que existe certa ineficiência no uso da forragem produzida. Devido a essa ineficiência, o manejo do pastejo deve corresponder a uma técnica que permita a colheita da máxima quantidade possível de matéria seca verde, assegurando redução das perdas por

senescência, morte e decomposição de tecidos, bem como perdas pela ação do pastejo a um mínimo (CARNEVALLI, 2003).

Resultados de pesquisa têm mostrado que são vários os fatores que podem levar às perdas de forragem. Carnevalli et al. (2006) observaram que a interrupção do crescimento do pasto aos 95% de IL proporcionou perda total de forragem 45% menor quando comparada com a interrupção do crescimento do pasto aos 100% de IL. A taxa de lotação, que normalmente é maior (quando se pensa no rebaixamento dos pastos em um dia de pastejo) nos pastos manejados a 100% IL, ajuda a explicar o resultado encontrado por esses autores, uma vez que o material que foi danificado por pisoteio passou a ser rejeitado pelos animais, contribuindo para as perdas por pastejo.

Gomes (2001) relatou aumento nas perdas de forragem quando a oferta foi alta e atribuiu esse resultado ao processo de seleção, pois, quando os animais têm oportunidade de selecionar forragem, muita biomassa deixa de ser consumida (os animais rejeitam colmo e material muito fibroso) e transformada em produto animal (HERINGER; CARVALHO, 2002). Também, o material que é danificado por pisoteio se torna rejeitado e tende a se transformar em material morto.

Como eficiência de pastejo, define-se a proporção da forragem que desapareceu no pastejo, descontando as perdas em relação ao total de forragem acumulada (SCARNECCHIA, 1988). Segundo Corrêa e Maraschin (1994), a eficiência varia devido a alterações na quantidade de forragem perdida pelo pastejo e, ou, pisoteio.

Braga et al. (2007) relataram que a eficiência de pastejo está intimamente relacionada à frequência e severidade do pastejo, o que leva a crer que há combinação entre frequência e severidade de pastejo que proporciona eficiência de pastejo que possa ser considerada satisfatória.

Vale ressaltar que alta eficiência de pastejo nem sempre está associada à máxima produção animal. Tal fato está relacionado com a eficiência de conversão da forragem em produto animal (BLASER, 1982). Dessa forma, a maximização de eficiência de pastejo não deve ser avaliada de forma isolada, uma vez que outras considerações precisam ser feitas para se definirem eficiências desejáveis em cada situação específica.

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 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. (Orientador: Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva).

ARGEL, P.J.; MILES, J.W.; GUIOT, J.D.; LASCANO, C.E. **Cultivar Mulato (Brachiaria híbrida CIAT 36061)**: gramínea de alta producción y calidad forrajera para los trópicos. Cali, Colômbia: Centro de Agricultura Tropical (CIAT), 2006. 28 p. (Boletim).

ARGEL, P.J.; MILES, J.W.; GUIOT, J.D.; CUADRADO, H.; LASCANO, C.E. **Cultivar Mulato II (Brachiaria híbrida CIAT 36087)**: a high-quality forage grass, resistant to spittlebugs and adapted to well-drained, acid tropical soils. Cali, Colômbia. Centro de Agricultura Tropical (CIAT), 2007. 21 p. (Boletim).

BALSALOBRE, M.A.A.; SANTOS, P.M. **Capim-mulato**: primeiro híbrido de braquiária lançado no Brasil. 2004. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br>>.

BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido a frequências e intensidades de pastejo**. 2004. 122 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2004. (Orientador: Domício do Nascimento Jr.).

BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; da SILVA, S.C.; ZIMMER, A.H.; TORRES JR, R.A.A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.329-340, 2007.

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**, v.38, p.323-331, 1983.

BLASER, R.E. Integrated pasture and animal management. **Tropical Grasslands**, v.16, p.9-24, 1982.

BRAGA, G.J.; PEDREIRA, C.G.S.; HERLING, V.R.; LUZ, P.H.C. Eficiência de pastejo de capim-marandu submetido a diferentes ofertas de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.11, p.1641-1649, 2007.

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.

BROWN, R.H.; BLASER, R.E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, v.38, n.1, p.1-9, 1968.

CARNEVALLI, R.A.; Da SILVA, S.C.; CARVALHO, C.A.B.; SBRISSIA, A.F.; FAGUNDES, J.L.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Florakirk (*Cynodon* spp.) submetidas a regimes de desfolha sob lotação contínua. **Boletim da Indústria Animal**, v.57, n.1, p. 53-63, 2000.

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

CARNEVALLI, R.A.; Da SILVA, S.C.; FAGUNDES, J.L.; SBRISSIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S. Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) sob lotação contínua. **Scientia Agrícola**, v.58, n.1, p.7-15, 2001b.

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 136 f. Tese (Doutorado – Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

CARNEVALLI, R.A.; Da SILVA, S.C.; OLIVEIRA, A.A.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; SILVA, G.V.; MORAES, J.P. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça pastures under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, p.165-176, 2006.

CARVALHO, C.A.B.; Da SILVA, S.C.; CARNEVALLI, R.A.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Perfilamento e acúmulo de forragem em pastagens de Florakirk manejadas em quatro alturas de pasto. **Boletim da Indústria Animal**, v.57, n.1, p.39-51, 2000a.

CARVALHO, C.A.B.; Da SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PINTO, L.F.M.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Demografia do perfilamento e acúmulo de matéria seca em capim Tifton-85 submetido a pastejo. **Scientia Agricola**, v.57, n.4, p.591-600, 2000b.

CARVALHO, P.C.F.; FILHO, H.M.N.R.; POLI, C.H.E.C.; MORAES, A.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: Fealq, 2001. p.853-869.

CARVALHO, C.A.B.; Da SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; FAGUNDES, J.L.; CARNEVALLI, R.A.; PINTO, L.F.M.; PEDREIRA, C.G.S. Carboidratos não estruturais e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. manejadas em quatro alturas de pasto. **Scientia Agricola**, v.58, n.4, p.667-674, 2001a.

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

CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; MEZZALIRA, J.C.; POLI, C.H.E.C.; NABINGER, C.; GENRO, T.C.M.; GONDA, H.L. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta-animal para explorar a multifuncionalidade das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.109-122, 2009. Suplemento especial.

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.

CIAT. 2000. **Annual Report 2000**. Project IP-5: tropical grasses and legumes: optimizing genetic diversity for multipurpose use. 2000. 191 p.

CIAT. 2001. **Annual Report 2001**. Project IP-5: tropical grasses and legumes: optimizing genetic diversity for multipurpose use. 2001. p.110-112.

CORRÊA, F.L.; MARASCHIN, G.E. Crescimento e desaparecimento de uma pastagem nativa sob diferentes níveis de oferta de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.10, p.1617-1623, 1994.

Da SILVA, S.C. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. In: SIMPÓSIO EM ECOFISIOLOGIA DAS PASTAGENS E ECOLOGIA DO PASTEJO, 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2004. v.2, CD-ROM.

Da SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SBRISSIA, A.F.; PEREIRA, L.E.T. Dinâmica de população de plantas forrageiras em pastagens. In: PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; FONSECA, D.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 4., SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 2., 2008a, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2008. p.75-99.

Da SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D., EUCLIDES, V.B.P. 2008. **Pastagens**: conceitos básicos, produção e manejo. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2008b. 115 p.

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

FAGUNDES, J.L.; DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob diferentes intensidades de pastejo. **Scientia Agricola**, v.56, n.4, p.1141-1150, 1999. Suplemento.

FOURNIER, C.; ANDRIEU, B.; BUCK-SORLIN, G.; EVERS, J.B.; DROUET, J.L.; ESCOBAR-GUTIERREZ, A.J.; VOS, J. Functional-structural modelling of gramineae. (Chapter 15). In: VOS, J.; MARCELIS, L.F.M.; DE VISSER, P.H.B.; STRUIK, P.C.; EVERS, J.B. (Eds). **Functional-structural plant modelling in crop production**. Springer: The Netherlands, 2007. p.175-186.

GONÇALVES, A.C. **Características morfogênicas e padrões de desfolhação em pastos de capim-marandu a regimes de lotação contínua**. 2002. 124 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. (Orientador: Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva).

GIACOMINI, A, A.; Da SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; ZEFERINO, C.V.; TRINDADE, J.K.; SOUZA JÚNIOR, S.J.; GUARDA, V.D.; SBRISSIA, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Components of the leaf área index of Marandu palisadegrass swards subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agricola**, v.66, n.6, p.721-732, 2009.

GOMES, M. A. **Efeitos de intensidades de pastejo e períodos de ocupação da pastagem na massa de forragem e nas perdas e valor nutritivo da matéria seca do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq. cv. Mombaça)**. 2001. 93 f. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo, Pirassununga: SP, 2001. Orientador: Valdo Rodrigues Herling.

HERINGER, I.; CARVALHO, P.C.F. Ajuste da carga animal em experimentos de pastejo: uma nova proposta. **Ciência Rural**, v.32, n.4, p.675-679, 2002.

HILLESHEIM, A.; CORSI, M. Capim elefante sob pastejo: II fatores que afetam as perdas e utilização de matéria seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n.9, p.1233-1246, 1990.

HODGSON, J.; MAXWELL, T.J. Grazing research and grazing management. **HFRO Biennial Report**, p.169-187, 1981.

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

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley; Longman Scientific & 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: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p.180-202.

LACA, E.A.; LEMAIRE, G. Measuring sward structure. In: T'MANNETJE, L.; JONES, R. M. (Eds.). **Field and laboratory methods for grassland and animal production research**. New York: CABI, 2000. p.103-122.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.). **The ecology and management of grazing systems**. New York: Cab international, 1996. p.03-36.

LOPES, B.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-mombaça submetido a regimes de desfolhação**. 2006. 188 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006. (Orientador: Prof. Domicio do Nascimento Júnior).

LUPINACCI, A.V. **Reservas orgânicas, índice de área foliar e produção de forragem em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a intensidades de pastejo por bovinos de corte**. 2002. 160 f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2002.

MONTAGNER, D.B. **Morfogênese e acúmulo de forragem em capim-mombaça submetido a intensidades de pastejo rotativo.** 2007. 60 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007. (Orientador: Prof. Domicio do Nascimento Jr.).

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 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba, SP, 2004. (Orientador: Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva).

NELSON, C.J. Shoot morphological plasticity of grasses: leaf growth vs. tillering. In: LEMAIRE, G. et al. (Eds.). **Grassland ecophysiology and grazing ecology.** New York: CAB International, 2000. p.101-126.

NOBEL, P.S.; FORSETH, I.N.; LONG, S.P. Canopy structure and light interception. In: HALL, D.O.; SCURLOCK, J.M.O.; BOLHAR-NORDENKAMPF, H.R.; LEGOOD, R.C.; LONG, S.P. (Eds.). **Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual.** London: Chapman & Hall, 1993. cap. 3, p.79-90.

PINTO, L.F.M. **Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de Cynodon spp. submetidas a pastejo.** 2000. 124 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP (Orientador: Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva).

PINTO, L.F.M.; DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVALLI, R.A.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de Tifton 85 sob pastejo. **Scientia Agricola**, v.58, n.3, p.439-447, 2001.

SARMENTO, D.O.L. **Comportamento ingestivo em pastos de capim-Marandu submetidos a regimes de lotação contínua.** 2003. 76p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP (Orientador: Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva).

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, SP: SBZ, 2001. p.731- 754.

SBRISSIA, A.F.; Da SILVA, S.C.; MATTHEW, C.; CARVALHO, C.A.B.; CARNEVALLI, R.A.; PINTO, L.F.M.; FAGUNDES, J.L.; PEDREIRA, C.G.S. Tiller size/density compensation in grazed Tifton 85 bermudagrass swards. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.12, p.1459-1468, 2003.

SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua.** 2004. Tese (Doutorado – Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP (Orientador: Professor Sila Carneiro da Silva).

SCARNECCHIA, D.L. Grazing, stocking, and production efficiencies in grazing research. **Journal of Range Management**, v.41, n.4, p.279-281, 1988.

SOUZA JÚNIOR, S.J. **Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte.** 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP (Orientador: Professor Sila Carneiro da Silva).

TRINDADE, J.K.; Da SILVA, S.C.; SOUZA JÚNIOR, S.J.; GIACOMINI, A. A.; ZEFERINO, C.V.; GUARDA, V. D.; CARVALHO, P.C.F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.883-890, 2007.

VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: WHITE, J.; HODGSON, J. (Eds.). **New Zealand Pasture and Crop Science.** Auckland: Oxford University Press, 1999. p.11-27.

VERHANGER, A.M.W.; WILSON, J.H.; BRITTEN, E.J. Plant production in relation to foliage illumination. **Annals of Botany**, v.27, n.108, p.626-640, 1963.

ZANINE, A.M. **Características morfogênicas, estruturais e acúmulo de forragem do capim *Panicum maximum* cv. tanzânia submetido a intensidades e frequências de pastejo.** 2007. 115 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007. (Orientador: Prof. Domicio do Nascimento Junior.).

WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, v.11, p.41-76, 1947.

MODELO CONCEITUAL

O modelo (Figura 1) foi contextualizado dentro de bases científicas e parte do pressuposto de que metas de manejo, formadas pelas combinações entre frequência e severidade de pastejo baseadas em valores diferentes de interceptação luminosa no pré-pastejo e de altura no pós-pastejo, definem o padrão de desfolhação a ser realizado pelos animais. Tem efeito sobre o ambiente luminoso, de forma a modificar a expressão das características morfogênicas (aparecimento de folha, alongamento de folha, alongamento de colmo e tempo de vida das folhas), o que ocasiona modificações nas características estruturais (comprimento final de folha, densidade populacional de perfilhos, número de folhas vivas e relação lâmina:colmo), refletindo no IAF residual.

As mudanças no IAF residual têm consequências na interceptação de luz pelo dossel, afetando, assim, o processo de fotossíntese e o ritmo de crescimento das plantas. Essas alterações no processo de fotossíntese podem afetar dois processos antagônicos (crescimento e senescência). A relação entre esses dois processos caracterizam a estrutura do dossel forrageiro, assim como o acúmulo de forragem e as perdas de forragem por ocasião do pastejo, e essas duas últimas variáveis apresentam relação com a eficiência do processo de pastejo.

O acompanhamento da recuperação do IAF após a desfolhação até atingir IAF capaz de interceptar, novamente, a maior parte da radiação

incidente (95 ou 100% IL) e o acompanhamento das mudanças na estrutura do dossel, acúmulo de forragem e perdas por pastejo, em decorrência das combinações entre frequência e severidade de pastejo, permitem estabelecer metas de manejo do pastejo, considerando-se os limites ecofisiológicos das plantas forrageiras.

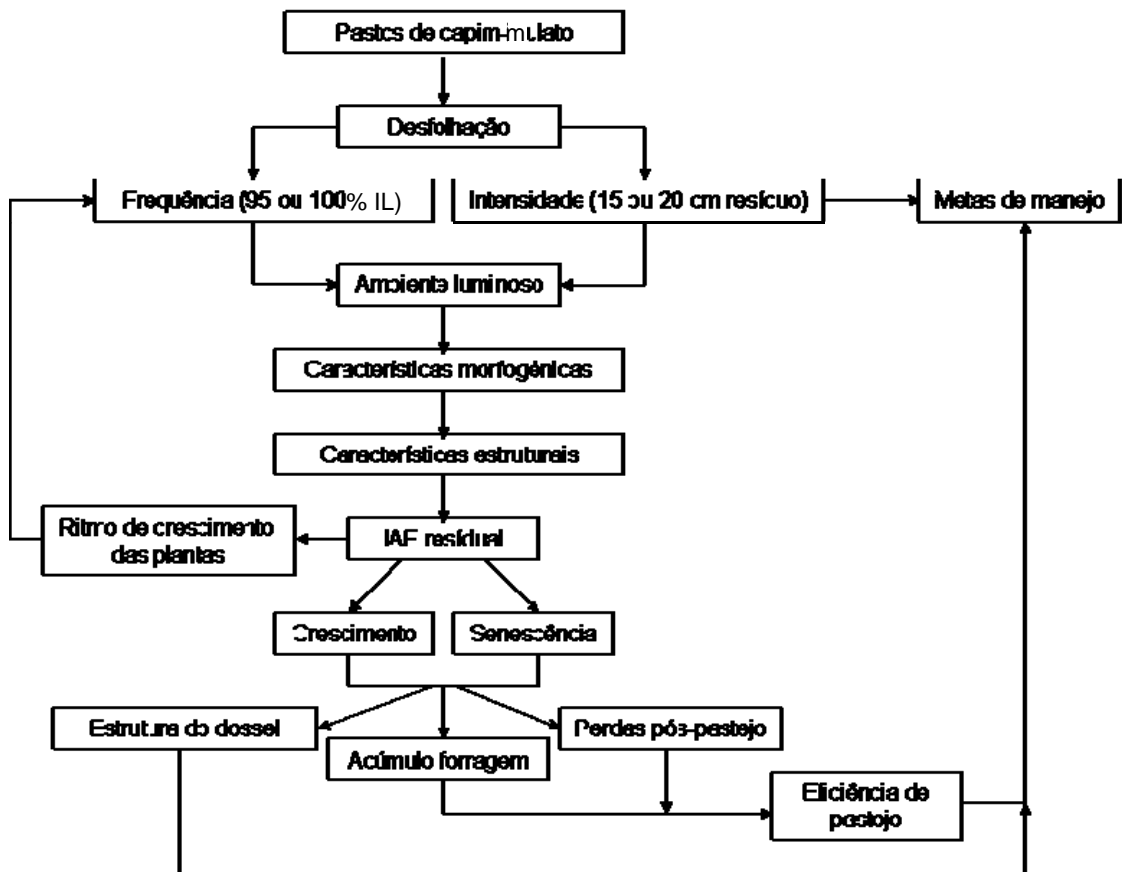


Figura 1 – Modelo conceitual baseado na associação entre as principais variáveis envolvidas no estudo.

Hipótese

O manejo baseado em combinações entre frequência e severidade de desfolhação ocasiona mudanças no ambiente luminoso, que por sua vez altera a expressão das características morfológicas das plantas, resultando

em mudanças estruturais no dossel e no acúmulo de forragem, perdas por pastejo e, conseqüentemente, na eficiência de pastejo.

Objetivos

Estudar e descrever o efeito de combinações entre frequências e severidades de pastejo, em diferentes épocas do ano, sobre a estrutura do dossel forrageiro, altura do pasto, IAF, composição morfológica, massa de forragem, acúmulo de forragem, perdas por pastejo e eficiência de pastejo em pastos de capim-mulato.

Gerar informações para auxiliar no planejamento e idealização de práticas de manejo do pastejo coerentes com princípios de exploração racional e sustentável da pastagem.

CAPÍTULO 1

CARACTERIZAÇÃO E PADRÕES DE VARIAÇÃO DA ESTRUTURA DO DOSSEL FORRAGEIRO DO CAPIM-MULATO SUBMETIDO A ESTRATÉGIAS DE PASTEJO ROTATIVO

RESUMO

A estrutura do pasto é o elo entre as respostas de plantas e de animais em pastagens. Assim, caracterizá-la se torna importante para o entendimento do funcionamento de sistemas de produção animal em pasto. Os objetivos deste experimento foram caracterizar e descrever os padrões de variação da estrutura do dossel forrageiro do capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo. O experimento foi conduzido em área do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ de janeiro de 2008 a abril de 2009. Os tratamentos corresponderam a combinações entre duas condições de pré-pastejo (interceptação luminosa pelo dossel (IL) de 95 e 100% durante a rebrotação) e duas de pós-pastejo (alturas de resíduo de 15 e 20 cm) e foram alocados nas unidades experimentais (piquetes de 1.200 m²), segundo um arranjo fatorial 2 x 2 e delineamento de blocos completos casualizados, com quatro repetições. Foram analisadas as seguintes variáveis-resposta: altura do pasto, IL pós-pastejo, intervalo de pastejo, número de pastejos, IAF, ângulo de folhagem, massa de forragem,

composição morfológica da forragem, densidade volumétrica da massa de forragem e distribuição vertical dos componentes morfológicos ao longo do dossel forrageiro. Não houve dificuldade em manter as alturas de resíduo estipuladas no caso de pastos manejados a 95% IL, o mesmo não ocorreu com aqueles manejados a 100% IL. Tomando por base a relação positiva entre interceptação luminosa e altura, observou-se que as interceptações de 95 e 100% IL estiveram associadas a valores de altura do pasto de aproximadamente 30 e 40 cm, respectivamente. Pastos manejados a 95% IL apresentaram menor altura pré-pastejo, menores intervalos de pastejo, maior número de ciclos de pastejo, folhagem mais horizontal, menor IAF e menor massa de forragem, porém maior porcentagem de folhas na massa de forragem e maior densidade volumétrica de forragem quando comparados com aqueles manejados a 100% IL. No pós-pastejo, pastos manejados a 95% IL apresentaram maior interceptação luminosa, menor ângulo da folhagem, maior IAF, menor massa de forragem, maior porcentagem de folhas, menor porcentagem de material morto e menor densidade volumétrica de forragem que pastos manejados a 100% IL. Padrão semelhante de respostas foi obtido ao analisar o intervalo de pastejo, IL, ângulo de folhagem e IAF nas alturas de resíduo de 15 e 20 cm. A distribuição dos componentes morfológicos no perfil vertical do dossel variou com as estratégias de manejo empregadas e com as épocas do ano. As estratégias caracterizadas por pastejo aos 95% IL (associado à altura de 30 cm) e altura de resíduo de 15 e 20 cm resultaram em melhores condições para rebrotação, estrutura de dossel e composição morfológica da massa de forragem.

**CHARACTERIZATION AND VARIATION PATTERNS OF THE HERBAGE
SWARD STRUCTURE OF THE MULATO GRASS SUBMITTED TO
ROTATIONAL GRAZING STRATEGIES**

ABSTRACT

The pasture structure is the nexus between plant responses and animals in grassland. Thus, it is important to characterize this structure to understand the operation of animal production systems in pasture. The objective of this experiment was to characterize and describe the variation patterns of the herbage sward structure of the mulato grass submitted to rotative pasture strategies. The experiment was carried out in an area at the Animal Science Department in USP/ESALQ from January 2008 to April 2009. The treatments corresponded to combinations between two pre-grazing conditions (95 and 100% of light interception (LI) by the sward throughout the regrowth period) and between two post-grazing conditions with stubble heights of 15 and 20 cm), they were also allocated to experimental units (1200 m² paddocks) according to a 2x2 factorial arrangement and a complete randomised block design with four replications. The following variable responses were analyzed: vertical distribution of the morphological components along the herbage sward, grazing interval, number of performed grazings, pasture height, post-grazing LI, foliage angle, leaf area index (LAI), and the bulk density of the herbage mass. The distribution of the

morphological components in the vertical sward profile varied with the management strategies that were applied and with the times of the year. The lowest grazing intervals occurred in the summer, and the highest ones in the fall-winter-beginning of spring, which reveals the necessity for variable grazing intervals in order to achieve the same sward condition. There was no difficulty in keeping the stipulated stubble heights in the case of pastures managed at 95% LI. The same did not happen with those managed at 100% LI. Having as a basis the positive relationship between the light interception and height, it was observed that the interceptions of 95 and 100% LI were associated with pasture height values about 30 and 40 cm respectively. Pastures managed at 95% LI presented lower grazing intervals, a higher number of grazing cycles, lower pre-grazing height, more horizontal leaves, lower LAI, and higher bulk density of herbage in comparison to the ones managed at 100% LI. In the post-grazing, pastures managed at 95% LI presented higher light interception, lower foliage angle, higher LAI, and lower bulk density of herbage in comparison to the ones managed at 100% LI. The same response pattern was obtained when the LI, foliage angle, LAI, and bulk density variables at 20 cm of stubble height were analyzed in comparison to the height of 15 cm. The sward structure of the mulato I grass varied with the management. The best treatment was characterized by the frequency of 95% LI (associated with the height of 30 cm) and a severity of 20 cm.

1. INTRODUÇÃO

A estrutura do dossel é resultado da dinâmica de crescimento e dos padrões de alocação de fotoassimilados pelas plantas forrageiras que, por sua vez, são função das variáveis morfogênicas, cuja expressão fenotípica é regulada por fatores de ambiente (como água, luz e nutrientes) e de manejo.

Carvalho et al. (2001) chamaram a atenção para o fato de que, sempre que se abordam relações entre estrutura do pasto e o processo de pastejo, se destaca a quantidade de informações sobre o assunto, e ressalta-se sua importância no estudo de pastagens tropicais. Uma crítica dos autores é que até então o maior enfoque havia sido sobre a procura da causa e a identificação das consequências da estrutura das plantas, sem haver a compreensão do processo pelo qual as respostas de plantas e animais são geradas em ambiente de pastagens.

Tal fato apontou para a necessidade de mudanças de paradigma em estudos sobre o manejo do pastejo, segundo as quais o conceito de controle do processo de pastejo deve passar pelo controle da estrutura do dossel forrageiro, de forma a potencializar o crescimento do pasto, assim como a ingestão de forragem pelo animal em pastejo. Nesse contexto, Da Silva e Carvalho (2005) e Carvalho et al. (2007) argumentaram que os elevados índices de desempenho animal obtidos nas recentes pesquisas em pastagens tropicais revelaram o quanto o desconhecimento do adequado manejo da estrutura dos pastos comprometia a produção e produtividade

animal. Como resultado dessa mudança de foco, foi intensificado o uso de variáveis-guia na orientação do manejo, as quais descrevem tão bem quanto possível o que se convencionou chamar de “condição de dossel” (e.g. altura do pasto, massa de forragem, IAF e altura de resíduo).

A estrutura pode ser, então, considerada o elo entre respostas obtidas em termos de produção de forragem e desempenho animal. Dessa forma, caracterizar a estrutura do pasto é fundamental para avançar no conhecimento dos processos que regem a interface planta-animal e determinam a produtividade de sistemas pastoris. Com base no exposto, objetivou-se, com este trabalho, caracterizar a estrutura do dossel forrageiro de capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo e seus padrões de variação ao longo do ano.

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, Estado de São Paulo. As coordenadas geográficas aproximadas do local do experimento são 22° 42' de latitude sul, 47° 37' de longitude oeste e 550 m de altitude (OMETTO, 1989).

O clima da região de Piracicaba, segundo o “Sistema Köppen”, classifica-se como Cwa, ou seja, mesotérmico úmido subtropical de inverno seco. Informações referentes às condições climáticas durante o período experimental foram obtidas na Estação Meteorológica da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, distante cerca de 500 m da área experimental.

As médias mensais das temperaturas máxima, média e mínima e da precipitação pluvial do período experimental são apresentadas na Figura 2, e o balanço hídrico mensal (THORNTHWAITE; MATHER, 1955), calculado utilizando-se uma CAD de 50 mm (Figura 3).

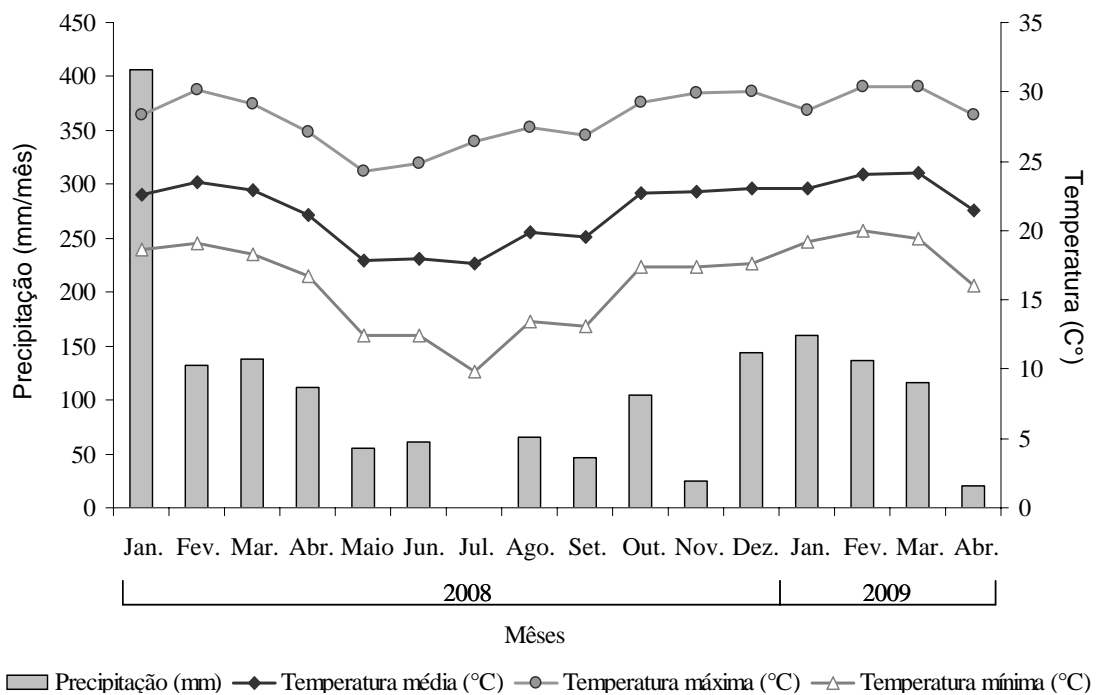


Figura 2 – Médias mensais das temperaturas média, máxima e mínima e da precipitação pluvial da área experimental, de janeiro de 2008 a abril de 2009.

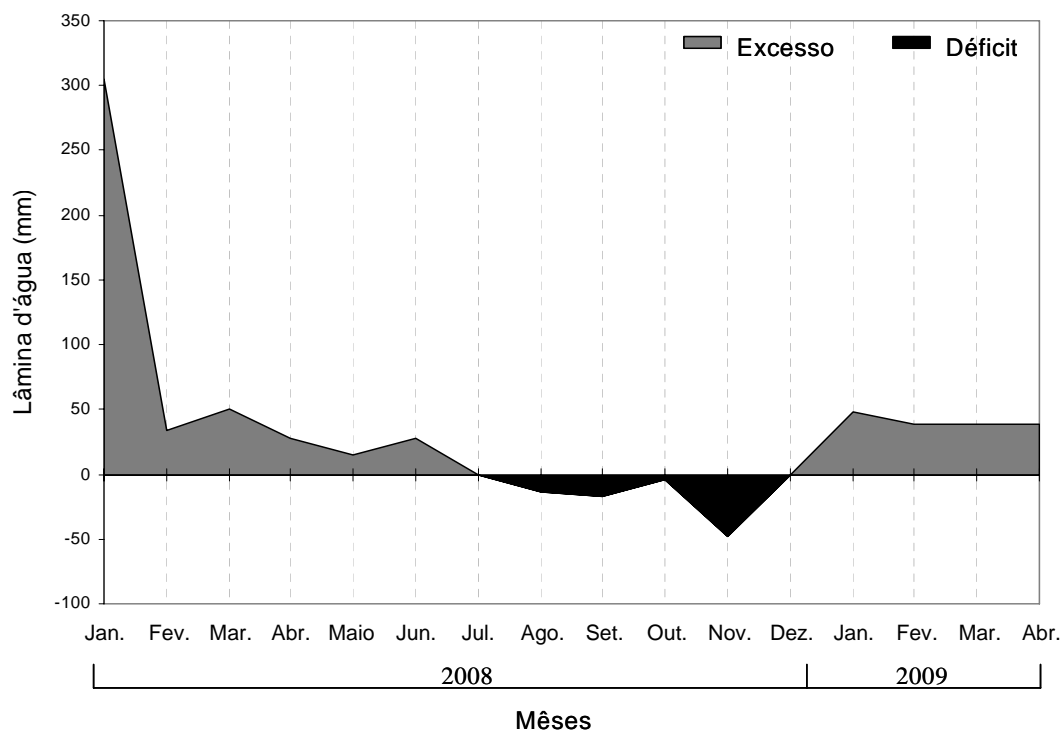


Figura 3 – Balanço hídrico mensal da área experimental, de janeiro de 2008 a abril de 2009.

O relevo da área experimental classifica-se como suave e moderadamente ondulado e o solo, como transição entre Chernossolo argilúvico órtico típico e Vertissolo hidromórfico órtico chernossólico de textura argilosa e eutrófico (EMBRAPA, 1999), de elevada fertilidade.

Amostras de solo de 0-20 cm de profundidade foram coletadas e analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ. Os resultados revelaram níveis adequados dos nutrientes para a espécie forrageira estudada (Quadro 1), sendo a única adubação realizada a nitrogenada. Esta foi realizada no período favorável ao crescimento da planta forrageira (janeiro a abril de 2008 e outubro de 2008 a abril de 2009).

Quadro 1 – Características químicas de amostras da camada superficial (0-20 cm) do solo da área experimental

Amostra	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
N.lab	CaCl ²	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmolc dm ⁻³						%
Bloco I	5,4	40	121	7,7	92	21	31	120,7	151,7	80
Bloco II	5,4	37	72	6,2	104	24	31	134,2	165,2	81
Bloco III	5,8	36	65	7,2	102	36	25	145,2	170,2	85
Bloco IV	5,5	41	71	4,8	118	40	34	162,8	196,8	83

Foram aplicados 270 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de nitrato de amônio em cada período favorável ao crescimento das plantas (Anexos). As adubações foram realizadas sempre na condição de pós-pastejo. Como o intervalo de pastejo não era fixo (forma como os tratamentos foram definidos), a quantidade de N aplicada em cada piquete foi dividida por ciclo de pastejo, sendo proporcional ao período de descanso ocorrido em cada unidade experimental, de forma que, no final do período experimental, todos os pastos tinham recebido a mesma quantidade de N.

Os pastos foram estabelecidos em novembro de 2004, utilizando-se 5 kg de sementes puras e viáveis por hectare do híbrido *Brachiaria* cv. Mulato (CIAT 36061), e mantidos sob lotação rotativa até novembro de 2007,

quando foi feito o rebaixamento dos pastos a uma altura de aproximadamente 10 cm, com o auxílio de roçadeira, para uniformização da condição inicial de rebrotação da área.

Os tratamentos corresponderam à combinação entre dois intervalos (tempo necessário para que o dossel forrageiro atingisse 95% ou próximo de 100% de interceptação da luz incidente durante a rebrotação – IL) e duas severidades de pastejo (alturas de resíduo de 15 e 20 cm). Esses tratamentos foram alocados nas unidades experimentais (piquetes de 1200 m² cada), segundo um arranjo fatorial 2 x 2 e delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições (Figura 4).



Figura 4 – Imagem de satélite.

Fonte: software: *Google® Earth* – acesso online em 12/02/2008) da área experimental.

Com a realização do primeiro pastejo após a roçada, o critério adotado foi não avaliar os pastos na condição de pré-pastejo, ou seja, as avaliações foram iniciadas já no primeiro pastejo, mas com coleta de dados na condição de pós-pastejo.

O período experimental foi de janeiro de 2008 a abril de 2009. Os pastejos foram realizados por novilhas da raça Nelore com peso corporal médio de 270 kg, utilizando-se o método de “mob grazing” (MISLEVY et al., 1981). O número de animais utilizados foi dimensionado para que o rebaixamento dos pastos da condição de pré para pós-pastejo fosse realizado em 12 horas (pastejos diurnos).

Durante todo o período experimental, a altura dos pastos foi monitorada de forma concomitante com a interceptação de luz pelo dossel forrageiro. A altura foi monitorada em 100 pontos por piquete distribuídos ao longo de uma linha em zigue-zague (Figura 5), utilizando-se um bastão medidor (*sward-stick*) (BARTHAM, 1985).



Figura 5 – (A) Uso do *sward-stick* para medição da altura; (B) Toque da base de acrílico em uma folha (C); e Percurso dentro do piquete para medição de altura do dossel forrageiro.

O monitoramento de todos os piquetes foi feito uma vez por semana, sendo a altura também monitorada quando os piquetes chegavam à condição de pré (95 ou 100% IL) e de pós-pastejo (imediatamente depois da saída dos animais do piquete).

Nas avaliações de interceptação de luz pelo dossel forrageiro e de ângulo da folhagem, foi utilizado o aparelho analisador de dossel marca LI-COR modelo LAI 2000¹. As leituras foram realizadas sob condições de radiação difusa (céu encoberto, início da manhã ou final da tarde), seguindo as recomendações de uso do aparelho (WELLES; NORMAN, 1991). Foi realizada uma medição com o sensor nivelado acima do dossel e cinco medições tomadas no nível do solo em cada estação de avaliação. Foram utilizadas 10 estações por piquete, totalizando 10 leituras acima do dossel forrageiro e 50 no nível do solo por piquete.

O monitoramento de todos os piquetes era feito uma vez por semana até que fosse atingida a interceptação de 90% da luz incidente. A partir desse ponto, nos tratamentos de 95% IL o monitoramento era feito a cada dois dias até que a meta de IL pré-pastejo fosse atingida. O mesmo procedimento foi adotado nos tratamentos de 100% IL, quando a interceptação de luz atingia valores próximos ou superiores a 95% IL.

Foram feitas amostragens de massa de forragem no pré e no pós-pastejo em locais dos piquetes que representavam a condição média dos pastos no momento da amostragem (avaliação de altura e massa de forragem), utilizando-se armação metálica de 0,90 x 0,37 m (0,333 m²). Foram colhidas três amostras por piquete, cortando-se a forragem com o auxílio de um aparador de cerca viva, no nível do solo (Figura 6), as quais foram combinadas para formar uma amostra composta. Esta teve sua massa quantificada, acondicionada e posteriormente levada ao laboratório, onde foi separada em subamostras para determinação do teor de matéria seca e separação manual dos componentes morfológicos folha (lâminas foliares), colmo (bainhas foliares e colmo) e material morto. As lâminas foliares foram passadas pelo integrador de área foliar (Aparelho Li-Cor.Inc. modelo LAI-3100 *Area Meter*²), para determinação da área foliar da amostra e dos valores utilizados no cálculo do IAF dos pastos.

¹ LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA, 1992.

² LAI-3100, Lincon, Nebraska, EUA.



Figura 6 – (A) Quadro de 0,90 x 0,37 m alocado em ponto representativo do dossel forrageiro; (B) Corte de forragem com aparador de cerca viva; e (C) Corte de forragem ao nível do solo.

A densidade volumétrica da forragem foi calculada dividindo-se o valor da sua massa (massa pré-pastejo e massa pós-pastejo) pela altura correspondente do pasto, sendo expressa em $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ de MS.

A distribuição vertical dos componentes morfológicos do pasto foi avaliada nas condições de pré e de pós-pastejo durante todos os ciclos de pastejo, utilizando-se um aparelho denominado “ponto inclinado” (*inclined point quadrat*), com a haste medidora regulada para uma inclinação de $32,5^\circ$ (WARREN WILSON, 1960). Esse aparelho permitiu identificar e registrar, por meio de toques, os componentes folha (lâmina foliar), colmo (bainha foliar + colmo), material morto e invasoras, juntamente com a altura de ocorrência à medida que a ponta da haste medidora era empurrada até tocar o solo (Figura 7).

As avaliações foram feitas sempre em locais que representassem a condição média dos pastos (avaliação de altura e massa de forragem) no momento da amostragem. Foi realizado um mínimo de 100 toques por piquete em cada avaliação, e calculou-se a composição morfológica dos diversos estratos verticais como porcentagem do total de toques ocorridos em cada estrato.



Figura 7 – Avaliação da estrutura do dossel forrageiro utilizando-se o aparelho “ponto inclinado”.

Os dados foram agrupados de acordo com as épocas do ano. Em razão dos intervalos variáveis de pastejo em cada tratamento e repetição (consequência da forma como os dados foram definidos), foi feita uma análise visual dos dados de forma a agrupá-los em épocas do ano, dentro das quais o comportamento das variáveis estudadas era relativamente homogêneo, mas que entre si representavam mudanças potencialmente importantes no padrão de resposta ao longo do período experimental. Assim, optou-se por agrupar os dados nos meses da seguinte forma:

Verão de 2008 – 1^o janeiro a 31 de março de 2008.

Outono-inverno-início de primavera – 01 abril a 15 de novembro de 2008.

Final de primavera – 16 de novembro a 31 de dezembro 2008.

Verão de 2009 – 1^o janeiro a 31 de março de 2009.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o PROC MIXED do pacote estatístico *Statistical Analysis System* – SAS (1990), versão 9.0 para Windows[®]. Os efeitos de IL, altura de resíduo, época do ano

e suas interações foram considerados fixos e o efeito de blocos, aleatório (LITTEL et al., 1996). A escolha da matriz de covariância foi realizada utilizando-se o critério de informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). O conjunto de dados foi testado de forma a assegurar que as prerrogativas básicas da análise de variância fossem atendidas utilizando-se o SAS LAB, e, quando necessário, os dados foram transformados antes de serem analisados. As médias dos tratamentos foram estimadas usando-se o “LSMEANS”. Quando necessária, a comparação entre elas foi realizada por meio do teste “t” de “Student”, adotando-se um nível de significância de 5%. Para descrição da relação funcional entre Interceptação luminosa e Altura do dossel forrageiro, foi utilizado o *Software* estatístico *Sigma Plot* 2006, versão 10.0.

3. RESULTADOS

3.1. Altura do dossel forrageiro

Por se tratar de uma variável-controle, a altura pós-pastejo é apresentada apenas de forma descritiva (Figura 8). Nos pastos manejados a 95% IL, os valores observados estiveram muito próximos da meta pretendida, demonstrando uniformidade dos resíduos durante os ciclos de pastejo nas duas alturas de pós-pastejo avaliadas. Em pastos manejados a 100% IL, não foi possível alcançar a meta de resíduo de 15 cm, havendo aumento da altura em relação à meta preconizada com o avançar dos ciclos de pastejo, com um valor de aproximadamente 20 cm já a partir do terceiro ciclo de pastejo. A altura média de resíduo dos pastos de 100/20, apesar de ter ficado acima da meta pretendida, foi mais uniforme em relação ao observado nos pastos de 100/15.

Na altura de pré-pastejo houve efeito da interceptação luminosa ($P < 0,0001$) e época do ano ($P < 0,0001$) e das interações época do ano x interceptação luminosa ($P < 0,0001$), época do ano x altura de resíduo ($P < 0,0001$) e época do ano x interceptação luminosa x altura de resíduo ($P = 0,0448$).

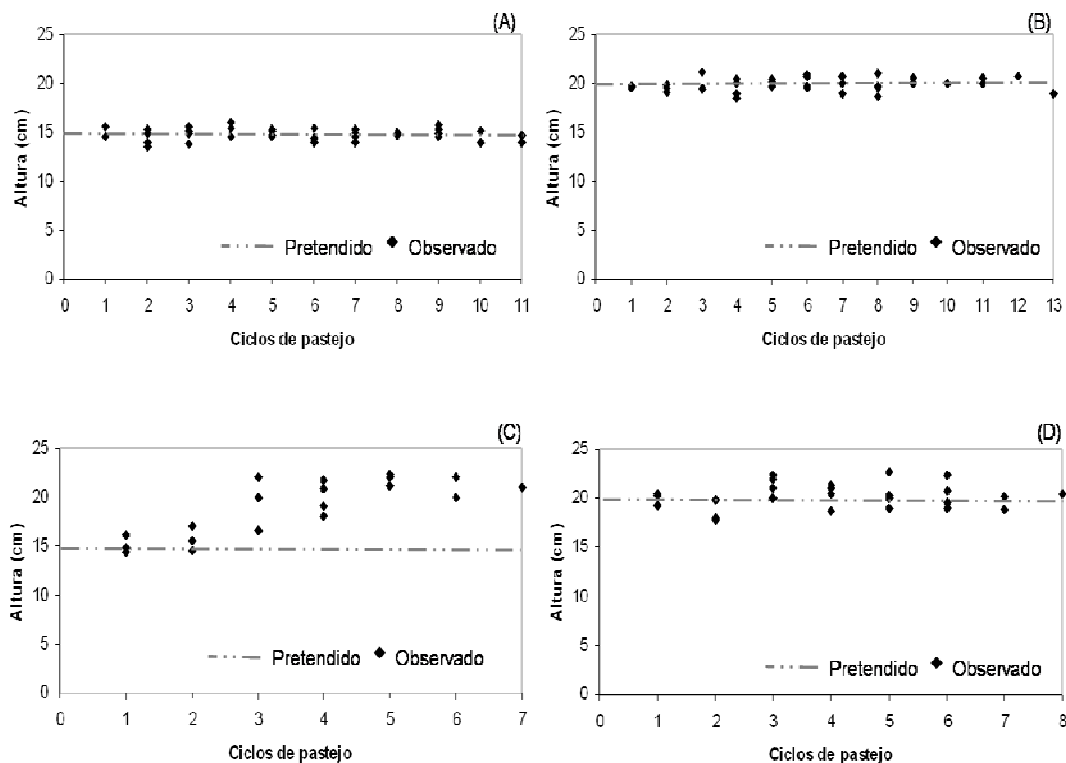


Figura 8 – Alturas de pós-pastejo em pasto de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo: (A) 95/15, (B) 95/20, (C) 100/15 e (D) 100/20.

Pastos manejados na combinação entre frequência e severidade de 100/15 apresentaram, em todas as épocas do ano, maior altura de pré-pastejo que aqueles manejados na combinação 95/15. Esse mesmo comportamento foi observado nos pastos manejados a 100/20 em relação aos manejados a 95/20 (Tabela 1). No verão de 2008 e outono-inverno-início de primavera não houve diferença nas alturas de pré-pastejo em relação aos resíduos impostos, dentro de cada nível de interceptação luminosa. No final da primavera, os pastos manejados a 95% IL apresentaram alturas semelhantes e independentes do resíduo. Nessa estação, pastos manejados na combinação 100/20 tiveram maior altura de pré-pastejo. Em relação ao verão de 2009, observou-se que as frequências de 95 e 100% IL associadas ao resíduo de 20 cm apresentaram maiores alturas de pré-pastejo.

Tabela 1 – Altura de pré-pastejo (cm) de pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Altura de Resíduo (cm)	Interceptação Luminosa (%)	
	95	100
Verão de 2008 (EPM = 0,6)		
15	27,6 Ba	37,6 Aa
20	27,7 Ba	37,3 Aa
Outono-inverno-início primavera (EPM = 0,7)		
15	29,9 Ba	43,0 Aa
20	31,4 Ba	41,3 Aa
Final primavera (EPM = 0,6)		
15	30,2 Ba	41,8 Ab
20	30,7 Ba	43,7 Aa
Verão de 2009 (EPM = 0,3)		
15	27,7 Bb	40,9 Ab
20	29,7 Ba	44,5 Aa
Média para IL	29,4 B	41,3 A

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias de tratamento (IL/altura de resíduo) dentro da época do ano seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

3.2. Interceptação de luz pelo dossel

A interceptação de luz pelo dossel forrageiro, na condição de pós-pastejo, apresentou diferença significativa (P<0,0001) de altura de resíduo (P<0,0001) e época do ano (P=0,0095), assim como nas interações interceptação luminosa x altura de resíduo (P=0,0008), época do ano x interceptação luminosa (P=0,0009) e época do ano x interceptação luminosa x altura de resíduo (P=0,0055).

Pastos manejados a 100% IL, de forma geral, apresentaram menores valores de interceptação luminosa na condição de pós-pastejo do que aqueles manejados a 95% IL, para os dois resíduos, em todas as estações do ano. A única exceção foi com relação aos pastos manejados pela combinação de 100% IL e 20 cm de resíduo que no verão de 2009 não diferiu dos pastos manejados pela combinação 95% IL e 20 cm de resíduo (Tabela 2). Comparando os resíduos dentro de cada nível de interceptação

luminosa, observou-se que, no verão de 2008, pastos manejados a 95% IL e 20 cm de resíduo apresentaram maior interceptação de luz na condição de pós-pastejo que pastos manejados a 95% IL e 15 cm, não havendo diferença entre esses tratamentos nas demais épocas do ano. Já pastos manejados a 100% IL e 20 cm de resíduo apresentaram maior interceptação de luz na condição de pós-pastejo em todas as estações do ano.

Tabela 2 – Interceptação luminosa na condição de pós-pastejo (%) em pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Altura de Resíduo (cm)	Interceptação Luminosa (%)	
	95	100
Verão de 2008 (EPM = 0,9)		
15	78,2 Ab	71,5 Bb
20	84,4 Aa	80,7 Ba
Outono-inverno-início primavera (EPM = 1,8)		
15	80,6 Aa	65,1 Bb
20	84,6 Aa	71,8 Ba
Final primavera (EPM = 1,0)		
15	83,6 Aa	64,7 Bb
20	86,1 Aa	81,3 Ba
Verão de 2009 (EPM = 1,6)		
15	79,7 Aa	66,0 Bb
20	81,6 Aa	78,2 Aa

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias de tratamento (IL/altura de resíduo) dentro da época do ano seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

A interceptação de luz pelo dossel na condição de pré-pastejo foi a variável-controle adotada para indicar o momento de interromper o processo de rebrotação dos pastos. Logo, assim como a altura de resíduo, essa variável não foi submetida à análise de variância, sendo apresentada apenas de forma descritiva (Tabela 3).

Tabela 3 – Valores médios de interceptação luminosa de pré-pastejo (%) em pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas por duas frequências de desfolhação de janeiro de 2008 a março de 2009

Época do Ano	Interceptação Luminosa (%)	
	95	100
Verão de 2008	95,0 (0,06)	99,1 (0,05)
Outono-inverno-início de primavera	95,0 (0,04)	99,1 (0,04)
Final de primavera	95,1 (0,05)	99,2 (0,06)
Verão de 2009	95,1 (0,03)	99,3 (0,03)
Média	95,1 (0,02)	99,2 (0,02)

Verão de 2008 = 1º de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1º de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1º de janeiro a 31 de março de 2009.

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

Os valores médios de interceptação de luz alcançados durante o período experimental dos tratamentos com meta de 95% IL para interrupção da rebrotação mantiveram valores muito próximos do estipulado. Com relação aos tratamentos que tinham como meta 100% IL, na prática os pastejos foram iniciados com valores de aproximadamente 99% IL durante todo o período experimental.

3.3. Intervalo de pastejo

O intervalo de pastejo foi mensurado como variável-resposta e influenciado pela interceptação luminosa ($P=0,0004$), pela época do ano ($P<0,0001$) e pelas interações interceptação luminosa x altura de resíduo ($P<0,0001$), época do ano x interceptação luminosa ($P<0,0001$) e época do ano x interceptação luminosa x altura de resíduo ($P=0,0441$).

Com exceção do final da primavera, observou-se que pastos manejados a 100/15 apresentaram maiores intervalos de pastejo que pastos manejados a 95/15, e pastos manejados a 100/20 comparados a 95/20 apresentaram, em todas as épocas, os maiores intervalos de pastejo

(Tabela 4). Em relação aos resíduos de pós-pastejo dentro de cada nível de interceptação luminosa, observou-se que apenas no verão de 2008 houve diferença na condição de 95% de IL, em que 95/15 apresentou maior intervalo de pastejo. No nível de 100% de IL, verificou-se, com exceção do outono-inverno-início de primavera e final de primavera, que resíduos de 15 cm levam a maiores intervalos de pastejo quando comparados com resíduos de 20 cm.

Tabela 4 – Intervalo de pastejo (dias) em pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a abril de 2009

Altura de Resíduo (cm)	Interceptação Luminosa (%)	
	95	100
Verão de 2008 (EPM = 1,3)		
15	24 Ba	31 Aa
20	17 Bb	26 Ab
Outono-inverno-início primavera (EPM = 11,8)		
15	175 Ba	228 Aa
20	174 Ba	220 Aa
Final primavera (EPM = 1,8)		
15	46 Aa	49 Aa
20	45 Aa	48 Aa
Verão de 2009 (EPM = 2,3)		
15	19 Ba	46 Aa
20	17 Ba	37 Ab

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias de tratamento (IL/altura de resíduo) dentro da época do ano seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

3.4. Número de pastejos

A Tabela 5 contém o número total de pastejos realizados por época do ano. O maior e o menor número de pastejos ocorreram nos tratamentos de 95/20 e 100/15, respectivamente. Nas estações, observou-se que no verão de 2008 e 2009 foi quando ocorreu o maior número de pastejos.

Tabela 5 – Número total de pastejos realizados de janeiro de 2008 a março de 2009 em pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo

Época do Ano	Tratamentos			
	95/15	95/20	100/15	100/20
Verão de 2008	11	16	6	8
Outono-inverno-início de primavera	5	6	4	5
Final de primavera	4	4	4	4
Verão de 2009	18	19	6	8

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

3.5. Índice de área foliar (IAF)

Os valores de IAF no pós-pastejo são apresentados na Tabela 6. Houve efeito de interceptação luminosa ($P=0,0439$), altura de resíduo ($P<0,0001$) e época do ano ($P<0,0001$) e das interações época do ano x interceptação luminosa ($P<0,0001$) e época do ano x altura de resíduo ($P<0,0001$).

Não houve diferença no IAF pós-pastejo entre os dois níveis de interceptação luminosa no outono-inverno-início de primavera e final de primavera (Tabela 6). Quando comparado ao nível de 100% IL, 95% IL apresentou maiores valores de IAF no verão de 2008 e verão de 2009.

Na condição de 95% IL, o maior IAF foi registrado no verão de 2008 e os menores, nas estações de outono-inverno-início de primavera e final de primavera. Nos pastos manejados a 100% IL, o maior IAF foi registrado no verão de 2008.

Na Tabela 7, observa-se que maiores valores de IAF pós-pastejo foram registrados no resíduo de 20 cm em todas as estações do ano. No resíduo de 15 cm de altura não houve diferença em relação ao IAF pós-pastejo durante o ano. Com relação ao resíduo de 20 cm de altura, o IAF registrado no verão de 2008 foi maior que o encontrado nas demais estações do ano.

Tabela 6 – Índice de área foliar na condição de pós-pastejo de pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Época do Ano	Interceptação Luminosa (%)	
	95	100
Verão de 2008	2,2 Aa (0,07)	1,7 Ba (0,07)
Outono-inverno-início de primavera	1,3 Ac (0,16)	1,2 Abc (0,16)
Final de primavera	1,6 Ac (0,09)	1,3 Ab (0,09)
Verão de 2009	1,7 Ab (0,09)	1,3 Bc (0,09)
Média	1,7 A (0,06)	1,4 B (0,06)

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias de interceptação luminosa dentro da época do ano seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

Tabela 7 – Índice de área foliar na condição de pós-pastejo de pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Época do Ano	Altura de Resíduo (cm)	
	15	20
Verão de 2008	1,4 Ba (0,07)	2,4 Aa (0,07)
Outono-inverno-início de primavera	0,9 Bc (0,15)	1,6 Ab (0,15)
Final de primavera	1,2 Bbc (0,09)	1,7 Ab (0,09)
Verão de 2009	1,3 Bab (0,09)	1,7 Ab (0,09)
Média	1,2 B (0,06)	1,9 A (0,06)

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias de altura de resíduo dentro da época do ano seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

No pré-pastejo, o IAF dos pastos variou com a interceptação luminosa ($P < 0,0001$) e época ($P < 0,0001$) e das interações época do ano x interceptação luminosa ($P = 0,0004$), época do ano x altura de resíduo ($P = 0,0225$) e época do ano x interceptação luminosa x altura de resíduo ($P = 0,0289$).

Pastos manejados a 100% IL apresentaram maior valor de IAF pré-pastejo que aqueles a 95% IL (Tabela 8), no verão de 2008 e verão de 2009, nos dois resíduos avaliados. Não foi observada diferença no IAF pré-pastejo nos pastos manejados pelas combinações 95/15 e 95/20 ao longo das estações do ano. Nos pastos manejados a 100/15 e 100/20 houve diferença no IAF pré-pastejo no verão de 2009, sendo o maior IAF registrado nos pastos manejados a 100% de IL e resíduo de 20 cm de altura.

Tabela 8 – Índice de área foliar na condição de pré-pastejo de pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Altura de Resíduo (cm)	Interceptação Luminosa (%)	
	95	100
Verão de 2008 (EPM = 0,21)		
15	4,2 Ba	6,1 Aa
20	4,7 Ba	5,7 Aa
Outono-inverno-início primavera (EPM = 0,30)		
15	3,8 Aa	3,8 Aa
20	3,8 Aa	3,7 Aa
Final primavera (EPM = 0,39)		
15	4,9 Aa	5,9 Aa
20	5,1 Aa	5,8 Aa
Verão de 2009 (EPM = 0,20)		
15	4,6 Ba	6,0 Ab
20	4,8 Ba	7,5 Aa

Verão de 2008 = 1º de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1º de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1º de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias de tratamento (IL/altura de resíduo) dentro da época do ano seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P > 0,05$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

3.6. Ângulo da folhagem

O ângulo da folhagem na condição de pós-pastejo foi influenciado pela interceptação luminosa ($P < 0,0001$), altura de resíduo ($P = 0,0020$) e época do ano ($P = 0,0136$), assim como pelas interações interceptação luminosa x altura de resíduo ($P = 0,0020$), época do ano x interceptação luminosa ($P = 0,0013$), época do ano x altura de resíduo ($P = 0,0203$) e época do ano x interceptação luminosa x altura de resíduo ($P = 0,0007$).

De forma geral, pastos manejados a 100% IL apresentaram os maiores ângulos de folhagem (distribuição mais vertical) quando comparados a pastos manejados a 95% IL, nos dois resíduos, ao longo das estações do ano. A única exceção ocorreu no verão de 2008, quando não foi observada diferença entre pastos manejados a 95/20 e pastos manejados a 100/20 (Tabela 9). A comparação de ângulo de folhagem na condição de pós-pastejo dentro de cada nível de interceptação luminosa mostra que a 95% IL, em todas as estações do ano, não houve diferença entre os resíduos avaliados. Maiores ângulos de folhagem foram registrados em pastos manejados a 100/15 em relação a 100/20, em todas as épocas do ano.

Na condição de pré-pastejo, o ângulo de folhagem variou com a época do ano ($P < 0,0001$) e com as interações época do ano x interceptação luminosa ($P < 0,0001$), época do ano x altura de resíduo ($P < 0,0001$) e época do ano x interceptação luminosa x altura de resíduo ($P < 0,0001$).

Apenas no verão de 2009 houve diferença entre tratamentos (IL/resíduo) para ângulo de folhagem na condição de pré-pastejo, e pastos manejados a 100/15 apresentaram maior ângulo de folhagem em relação a pastos manejados a 95/15 (Tabela 10). No verão de 2009 também houve diferença entre os pastos manejados a 95/15 e 95/20, e pastos na condição de 95/20 apresentaram maior ângulo de folhagem. Em pastos manejados a 100% IL, constatou-se, no verão de 2008, que pastos manejados a 100/15 apresentaram maiores ângulos de folhagem quando comparados a 100/20, não havendo diferença nas demais estações do ano.

Tabela 9 – Ângulo de folhagem pós-pastejo (°) de pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Altura de Resíduo (cm)	Interceptação Luminosa (%)	
	95	100
Verão de 2008 (EPM = 0,86)		
15	46 Ba	51 Aa
20	46 Aa	47 Ab
Outono-inverno-início primavera (EPM = 0,97)		
15	45 Ba	57 Aa
20	45 Ba	53 Ab
Final primavera (EPM = 0,93)		
15	45 Ba	55 Aa
20	45 Ba	50 Ab
Verão de 2009 (EPM = 0,54)		
15	43 Ba	57 Aa
20	45 Ba	49 Ab

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias de tratamento (IL/altura de resíduo) dentro da época do ano seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

Tabela 10 – Ângulo de folhagem pré-pastejo (°) de pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Altura de Resíduo (cm)	Interceptação Luminosa (%)	
	95	100
Verão de 2008 (EPM = 0,23)		
15	40 Aa	41 Aa
20	40 Aa	40 Ab
Outono-inverno-início primavera (EPM = 0,54)		
15	41 Aa	41 Aa
20	41 Aa	40 Aa
Final primavera (EPM = 0,51)		
15	40 Aa	41 Aa
20	41 Aa	41 Aa
Verão de 2009 (EPM = 0,18)		
15	37 Bb	40 Aa
20	40 Aa	40 Aa

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias de tratamento (IL/altura de resíduo) dentro da época do ano seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

3.7. Massa de forragem e composição morfológica

A massa de forragem ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS) no pós-pastejo foi influenciada pela interceptação luminosa ($P<0,0001$), altura de resíduo ($P<0,0001$) e época do ano ($P<0,0001$) e pela interação época do ano x interceptação luminosa ($P=0,0004$).

No verão de 2008 não se observou diferença na massa de forragem entre os dois níveis de interceptação luminosa avaliados (Tabela 11). Nas demais épocas do ano, pastos manejados a 100% IL apresentaram maior massa de forragem no pós-pastejo. Na condição de 95% IL, maior massa de forragem foi registrada no outono-inverno-início de primavera e a menor, no verão de 2009. Em relação à condição de 100% IL, maior massa de forragem também foi registrada no outono-inverno-início de primavera e a menor, no verão de 2008.

Tabela 11 – Massa de forragem na condição de pós-pastejo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS) de capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Época do Ano	Interceptação Luminosa (%)	
	95	100
Verão de 2008	4290 Ab (156)	4500 Ad (156)
Outono-inverno-início de primavera	5390 Ba (183)	6690 Aa (183)
Final de primavera	4390 Bb (184)	5980 Ab (184)
Verão de 2009	3520 Bc (129)	5400 Ac (129)
Média	4400 B (51)	5640 A (51)

Verão de 2008 = 1º de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1º de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1º de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias de interceptação luminosa dentro da época do ano seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

Com relação às alturas de resíduo, foi observado que pastos manejados a 15 cm apresentaram menor massa de forragem pós-pastejo ($4780 \pm 50,6$ EPM), em comparação com pastos manejados a 20 cm ($5270 \pm 50,6$ EPM).

Houve diferença nas porcentagens dos componentes da massa de forragem na condição de pós-pastejo. A porcentagem de lâminas foliares sofreu efeito de interceptação luminosa ($P=0,0014$) e de época do ano ($P=0,0001$). A porcentagem de colmo também variou em função da interceptação luminosa ($P=0,0009$) e da época do ano ($P=0,0023$).

Pastos manejados a 95% IL apresentaram maior porcentagem de lâminas foliares e menor porcentagem de colmo quando comparados com pastos manejados a 100% IL (Tabela 12).

Tabela 12 – Porcentagem de componentes morfológicos (lâmina foliar e colmo) na massa de forragem de pós-pastejo do capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo

Interceptação Luminosa (%)	(%)	
	Lâmina Foliar	Colmo
95	27,1 a (1,4)	28,7 b (0,9)
100	18,3 b (1,4)	34,7 a (0,9)

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

Em relação às épocas do ano (Tabela 13), a maior porcentagem de lâminas foliares e de colmo ocorreu no verão de 2008, seguida do verão de 2009. A menor porcentagem de lâminas foliares foi registrada no outono-inverno-início de primavera, enquanto no colmo a menor porcentagem ocorreu no final de primavera, não diferindo do outono-inverno-início de primavera.

Tabela 13 – Porcentagem de componentes morfológicos (lâmina foliar e colmo) na massa de forragem de pós-pastejo do capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Época do Ano	(%)	
	Lâmina Foliar	Colmo
Verão de 2008	26,9 a (1,6)	34,4 a (0,6)
Outono-inverno-início de primavera	17,4 c (0,9)	29,5 b (1,7)
Final de primavera	21,9 b (1,3)	29,4 b (1,2)
Verão de 2009	24,5 ab (2,0)	33,5 a (0,7)

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si ($P > 0,05$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro padrão da média.

A porcentagem de material morto na massa de forragem de pós-pastejo sofreu efeito da interação época do ano x Interceptação luminosa ($P = 0,0010$).

No outono-inverno-início de primavera e verão de 2009, pastos manejados a 100% IL, quando comparados com pastos manejados a 95% IL, apresentaram maior porcentagem de material morto na massa de forragem de pós-pastejo (Tabela 14). No nível de 95% IL, ao longo das estações do ano a maior porcentagem de material morto foi registrada no outono-inverno-início de primavera e as menores, no verão de 2008 e de 2009. No nível de 100% IL, as maiores porcentagens de material morto também ocorrem no outono-inverno-início de primavera e as menores, no verão de 2008.

Tabela 14 – Porcentagem de material morto na massa de forragem de pós-pastejo do capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Época do Ano	Interceptação Luminosa (%)	
	95	100
Verão de 2008	36,3 Ac (2,2)	40,6 Ac (2,2)
Outono-inverno-início de primavera	49,6 Ba (2,2)	57,4 Aa (2,2)
Final de primavera	47,5 Ab (2,2)	47,7 Ab (2,2)
Verão de 2009	35,5 Bc (2,2)	46,5 Ab (2,2)
Média	42,2 (1,1)	46,1 (1,1)

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias de interceptação luminosa dentro da época do ano seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P > 0,05$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

A porcentagem de plantas invasoras na massa de forragem de pós-pastejo foi pequena. Os dados referentes a esse componente são apresentados de forma descritiva na Figura 9. Na Figura 9AB é mostrada a porcentagem desse componente de cada tratamento e bloco, respectivamente. Observa-se, nessa figura, que os pastos manejados a 100% IL apresentaram maior porcentagem de invasoras na massa de forragem, e, com relação aos blocos, maior porcentagem de plantas invasoras foi registrada no bloco IV.

Na massa de forragem no pré-pastejo houve efeito de interceptação luminosa ($P < 0,0001$), altura de resíduo ($P = 0,0068$) e época do ano ($P < 0,0001$) e da interação época do ano x interceptação luminosa ($P = 0,0162$).

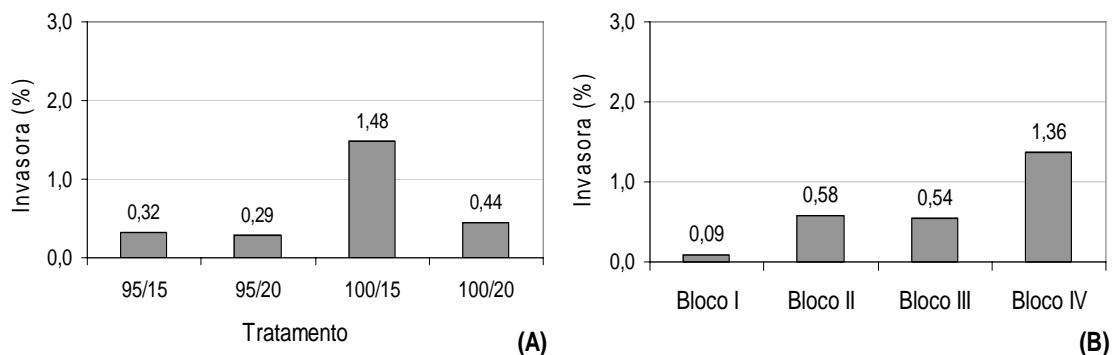


Figura 9 – Porcentagem de plantas invasoras na massa de forragem pós-pastejo do capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo.

Os maiores valores de massa de forragem no pré-pastejo, em todas as épocas do ano, foram observados na condição de 100% IL (Tabela 15). Avaliando a massa de forragem de pastos manejados a 95% IL ao longo das estações, observou-se que a maior massa de forragem foi registrada no outono-inverno-início de primavera e as menores, nos verões de 2008 e 2009. Em pastos manejados a 100% IL, a menor massa de forragem foi registrada no verão de 2008, não havendo diferença quanto a essa variável nos demais períodos do ano.

Assim observado com relação às alturas de resíduo na condição de pós-pastejo, menor massa de forragem pré-pastejo foi registrada nos pastos manejados a 15 cm de altura ($7200 \pm 107,9$ EPM), em comparação com pastos manejados a 20 cm ($7650 \pm 107,9$ EPM).

Assim como a composição da massa de forragem pós-pastejo, a porcentagem dos componentes da massa de forragem pré-pastejo também variou entre os tratamentos e as estações do ano. Nas lâminas foliares houve efeito da interceptação luminosa ($P < 0,0001$) e época do ano ($P < 0,0001$). Já no colmo ocorreu efeito de interceptação luminosa ($P = 0,0071$) e época do ano ($P < 0,0001$), enquanto o material morto sofreu efeito apenas de época do ano ($P = 0,0001$).

Tabela 15 – Massa de forragem na condição de pré-pastejo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS) de capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Época do Ano	Interceptação Luminosa (%)	
	95	100
Verão de 2008	5400 Bc (198)	6870 Ac (198)
Outono-inverno-início de primavera	8160 Ba (305)	9300 Aa (305)
Final de primavera	7040 Bb (335)	8990 Aab (335)
Verão de 2009	5370 Bc (240)	8320 Ab (240)
Média	5490 B (108)	8370 A (108)

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias de interceptação luminosa dentro da época do ano seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

Pastos manejados a 95% IL apresentaram maior porcentagem de lâminas foliares e menor porcentagem de colmo quando comparados com pastos manejados a 100% IL (Tabela 16). A porcentagem de lâminas foliares foi maior no verão de 2009, seguido do verão de 2008 e final de primavera, sendo a menor porcentagem desse componente observada no outono-inverno-início de primavera (Tabela 17). Como observado no pós-pastejo, as maiores porcentagens de colmo na massa de forragem pré-pastejo foram observadas nos verões de 2008 e 2009, e a maior porcentagem de material morto ocorreu no outono-inverno-início de primavera, com redução significativa deste componente nos verões de 2008 e 2009 (Tabela 17).

A porcentagem de plantas invasoras na massa de forragem pré-pastejo é apresentada na Figura 10. Observa-se, nessa figura, que pastos manejados a 100% IL apresentaram maior porcentagem de plantas invasoras, sendo o maior valor registrado no tratamento 100/15 (Figura 10A). A maior porcentagem de plantas invasoras foi verificada no bloco IV (Figura 10B).

Tabela 16 – Porcentagem de componentes morfológicos (lâmina foliar e colmo) na massa de forragem pré-pastejo do capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo

Intercepção Luminosa (%)	(%)	
	Folha	Colmo*
95	38,8 a (0,5)	25,2 b (0,6)
100	33,4b (0,5)	28,0 a (0,6)

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

*Análise realizada em dados transformados (log10).

Tabela 17 – Porcentagem de componentes morfológicos (lâmina foliar, colmo e material morto) na massa de forragem pré-pastejo do capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Época do Ano	(%)		
	Lâmina	Colmo*	Morto
Verão de 2008	37,3 b (0,9)	28,5 a (0,7)	33,6 c (1,1)
Outono-inverno-início de primavera	29,2 c (0,9)	23,9 b (1,4)	46,0 a (1,7)
Final de primavera	37,4 b (0,9)	24,1 b (0,8)	37,3 b (0,9)
Verão de 2009	40,4 a (0,9)	29,8 a (0,7)	28,5 d (0,6)

Verão de 2008 = 1º de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1º de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1º de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

*Análise realizada em dados transformados (log10).

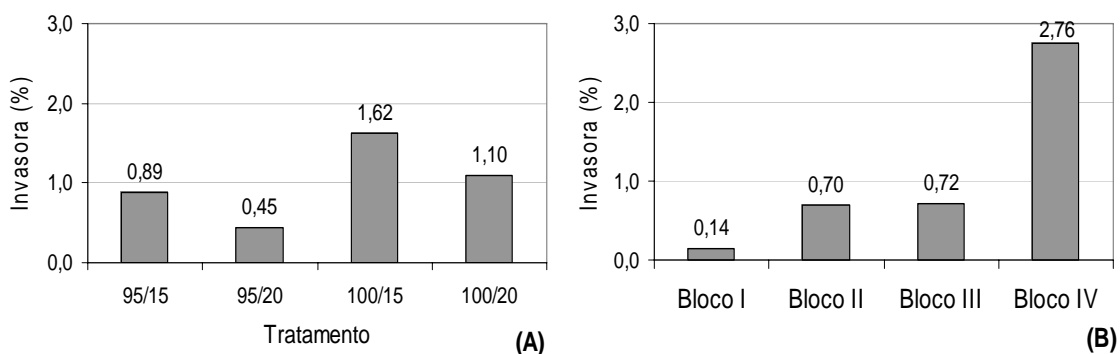


Figura 10 – Porcentagem de plantas invasoras na massa de forragem pré-pastejo do capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo.

3.8. Densidade volumétrica da forragem

A densidade volumétrica da forragem ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ de MS) na condição de pós-pastejo variou com a interceptação luminosa ($P=0,0009$), altura de resíduo ($P=0,0133$) e época do ano ($P<0,0001$) e com as interações interceptação luminosa x altura de resíduo ($P=0,0064$) e época do ano x interceptação luminosa ($P=0,0021$).

Não houve diferença, com relação à densidade volumétrica da forragem, entre pastos manejados a 95/15 e a 100/15 (Tabela 18). Já pastos manejados a 95/20 apresentaram menor densidade volumétrica da forragem quando comparados com aqueles manejados a 100/20, na condição de pós-pastejo. Pastos manejados a 95/15 mostraram maior densidade volumétrica da forragem que os manejados a 95/20. No nível de 100% IL não houve diferença na densidade volumétrica da forragem nos dois resíduos avaliados.

No final da primavera e verão de 2009, pastos manejados a 100% IL apresentaram maior densidade volumétrica de forragem do que os manejados a 95% IL (Tabela 19). A maior densidade volumétrica da forragem foi observada no outono-inverno-início de primavera em pastos manejados a 95% IL e no outono-inverno-início de primavera e final de primavera naqueles manejados a 100% IL. A menor densidade volumétrica da forragem foi registrada no verão de 2009 em pastos manejados a 95% IL e no verão de 2008 e 2009 nos manejados a 100% IL.

Tabela 18 – Densidade volumétrica da forragem na condição de pós-pastejo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ de MS) de pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo

Altura de Resíduo (cm)	Interceptação Luminosa (%)		Média
	95	100	
15	274 Aa (5,4)	281 Aa (5,4)	278 a (3,8)
20	237 Bb (5,4)	284 Aa (5,4)	261 b (3,8)
Média	256 B (3,8)	283 A (3,8)	

Médias de tratamento (IL/altura de resíduo) seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$).
Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

Tabela 19 – Densidade volumétrica da forragem na condição de pós-pastejo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ de MS) de pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Época do Ano	Interceptação Luminosa (%)	
	95	100
Verão de 2008	253 Ab (9,1)	256 Ac (9,1)
Outono-inverno-início de primavera	313 Aa (9,1)	315 Aa (9,1)
Final de primavera	251 Bb (9,1)	291 Aab (9,1)
Verão de 2009	206 Bc (9,1)	269 Ac (9,1)
Média	256 B (3,8)	283 A (3,8)

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias de interceptação luminosa dentro da época do ano seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

No pré-pastejo houve efeito da interceptação luminosa ($P=0,0012$), altura de resíduo ($P=0,0371$) e época do ano ($P<0,0001$) e da interação época do ano x interceptação luminosa ($P=0,0054$).

Houve diferença na densidade volumétrica da forragem no pré-pastejo entre pastos manejados a 95% e 100% de IL no verão de 2008 e

outono-inverno-início de primavera (Tabela 20), sendo as maiores densidades volumétricas da forragem registradas no nível de 95% de IL. No final da primavera e no verão de 2009 não se observou diferença na densidade volumétrica da forragem entre os níveis de interceptação luminosa.

A maior densidade volumétrica foi registrada no outono-inverno-início de primavera nos pastos manejados a 95% IL, e as menores foram registradas no verão de 2008 e de 2009 (Tabela 20). Nos pastos manejados a 100% IL, as maiores densidades volumétricas ocorreram no outono-inverno-início de primavera e final de primavera, sendo as menores densidades volumétricas também registradas no verão de 2008 e de 2009.

Tabela 20 – Densidade volumétrica da forragem na condição de pré-pastejo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{cm}^{-1}$ de MS) de pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Época do Ano	Interceptação Luminosa (%)	
	95	100
Verão de 2008	197Ac (3,6)	183 Bb (3,6)
Outono-inverno-início de primavera	270 Aa (11,4)	221 Ba (11,4)
Final de primavera	231 Ab (9,2)	210 Aa (9,2)
Verão de 2009	188 Ac (4,9)	196 Aa (4,9)
Média	221 A (3,0)	203 B (3,0)

Verão de 2008 = 1º de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1º de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1º de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias de interceptação luminosa dentro da época do ano seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

Não se verificou diferença significativa na densidade volumétrica de forragem pré-pastejo nos pastos manejados a 15 cm ($205 \pm 3,0$ EPM) quando comparados com os manejados a 20 cm ($215 \pm 3,0$ EPM).

3.9. Distribuição espacial dos componentes morfológicos e botânicos ao longo do perfil vertical do dossel forrageiro

As Figuras 11 a 14 descrevem a distribuição vertical dos componentes ao longo do perfil vertical do dossel forrageiro dos pastos. Houve modificações na distribuição dos componentes ao longo do perfil do dossel em função dos tratamentos impostos (estratégias de manejo do pastejo), bem como devido a variações na disponibilidade de fatores de crescimento relacionadas com as épocas do ano.

No verão de 2008, independentemente do tratamento imposto nas condições de pré e de pós-pastejo, observou-se considerável participação do componente folha no estrato superior do dossel. A contribuição de colmo e de material morto e senescente se tornou maior na parte inferior do dossel. No outono-inverno-início de primavera houve aumento considerável da presença dos componentes colmo e material morto e senescente e diminuição da participação de folha na distribuição vertical do dossel no pré e pós-pastejo. Esse fato foi mais acentuado nos pastos manejados a 100% IL.

Com relação ao final da primavera, a contribuição do componente folha voltou a aumentar no estrato superior do dossel forrageiro no pré e no pós-pastejo, mas a participação dos componentes colmo e material morto e senescente ainda foi alta, principalmente nos pastos manejados a 100% IL. O padrão de variação registrado durante o verão de 2009 foi semelhante àquele verificado durante o verão de 2008. Nos estratos superiores nas condições de pré e pós-pastejo dos pastos manejados a 95% IL houve predominância de folha em detrimento do colmo e do material morto ou senescido. Na condição de 100% IL houve grande participação dos componentes colmo e material morto e senescido também nos estratos superiores do dossel no pré e no pós-pastejo, bem como baixa participação do componente folha, principalmente no pós-pastejo.

A presença de plantas daninhas foi baixa ao longo do período experimental, aparecendo com maior frequência nas estações menos favoráveis ao crescimento das plantas (Figuras 12 e 13) e no verão de 2009 nos pastos manejados a 100% IL (Figura 14).

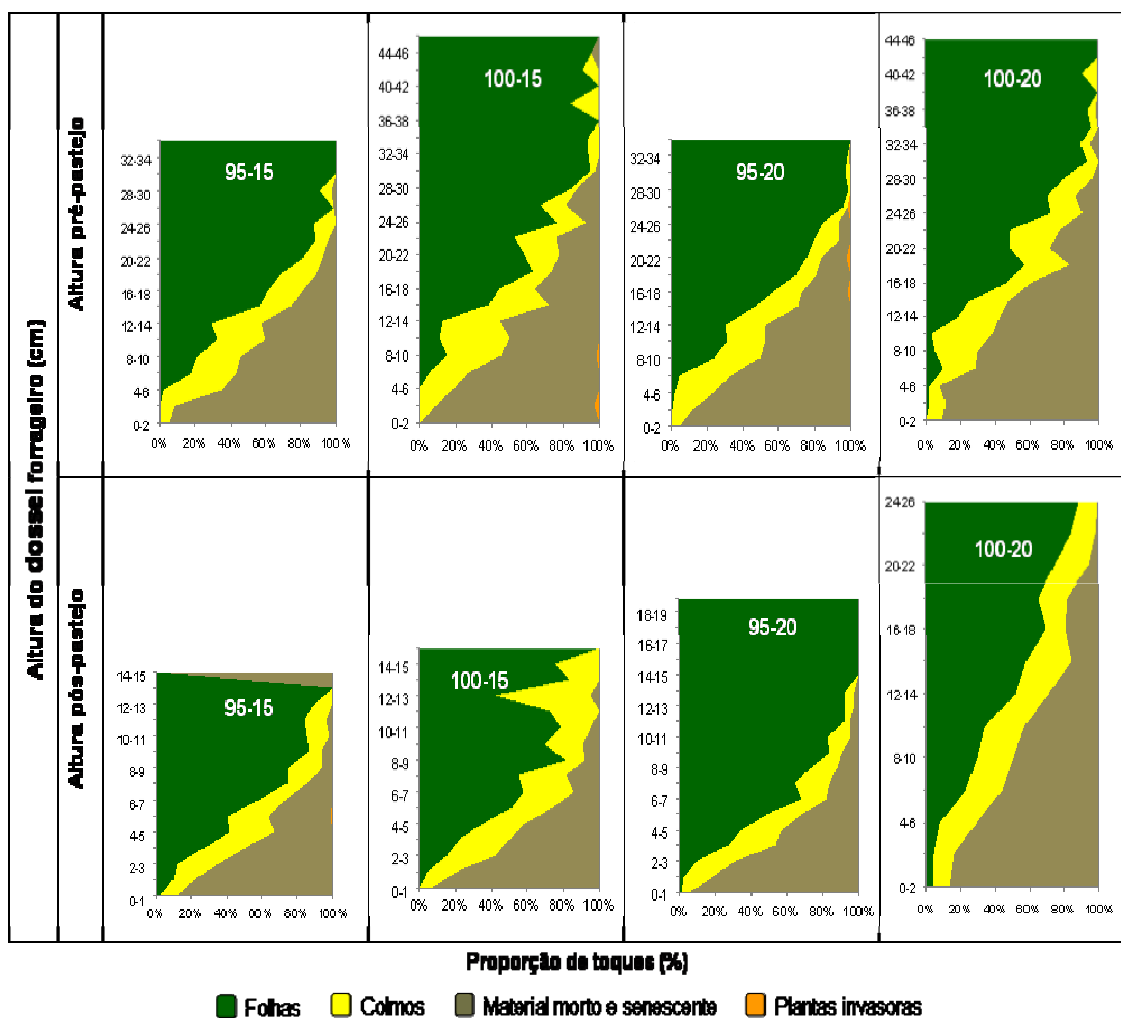


Figura 11 – Distribuição espacial dos componentes morfológicos ao longo do perfil vertical do dossel de capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo durante o verão de 2008 (1^o de janeiro a 31 de março de 2008).

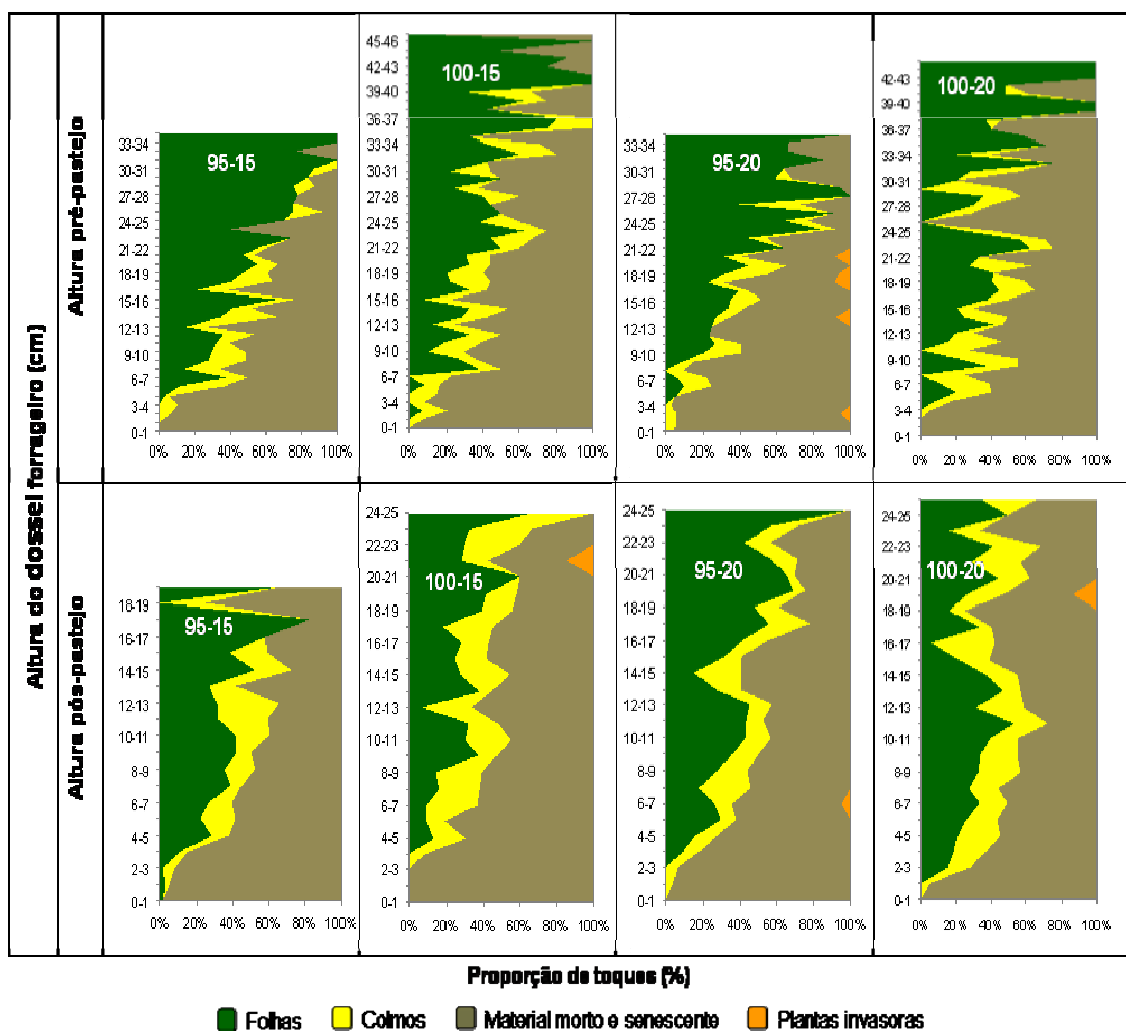


Figura 12 – Distribuição espacial dos componentes morfológicos ao longo do perfil vertical do dossel de capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo durante o outono-inverno-início de primavera (1^o de abril a 15 de novembro de 2008).

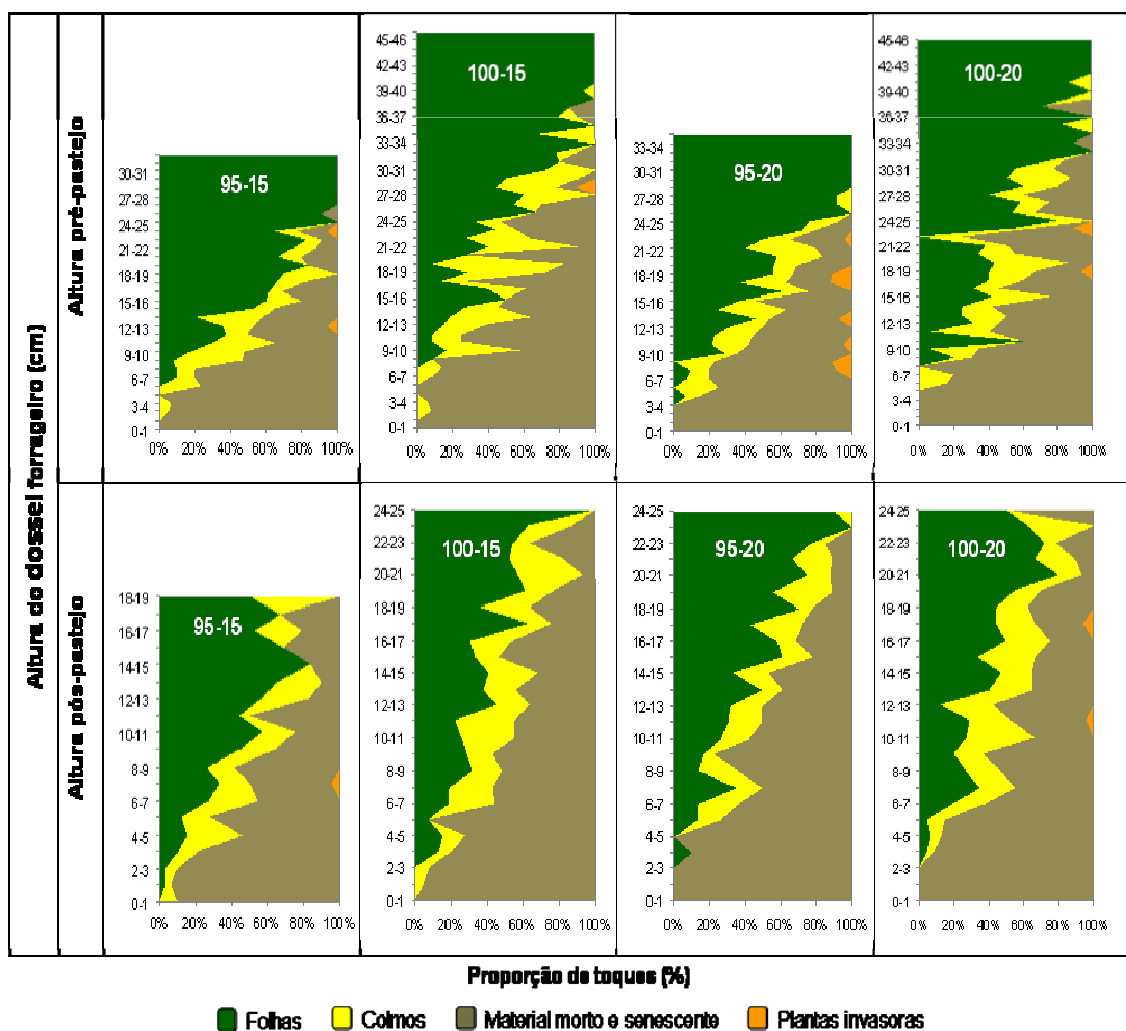


Figura 13 – Distribuição espacial dos componentes morfológicos ao longo do perfil vertical do dossel de capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo durante o final da primavera (16 de novembro a 31 de dezembro de 2008).

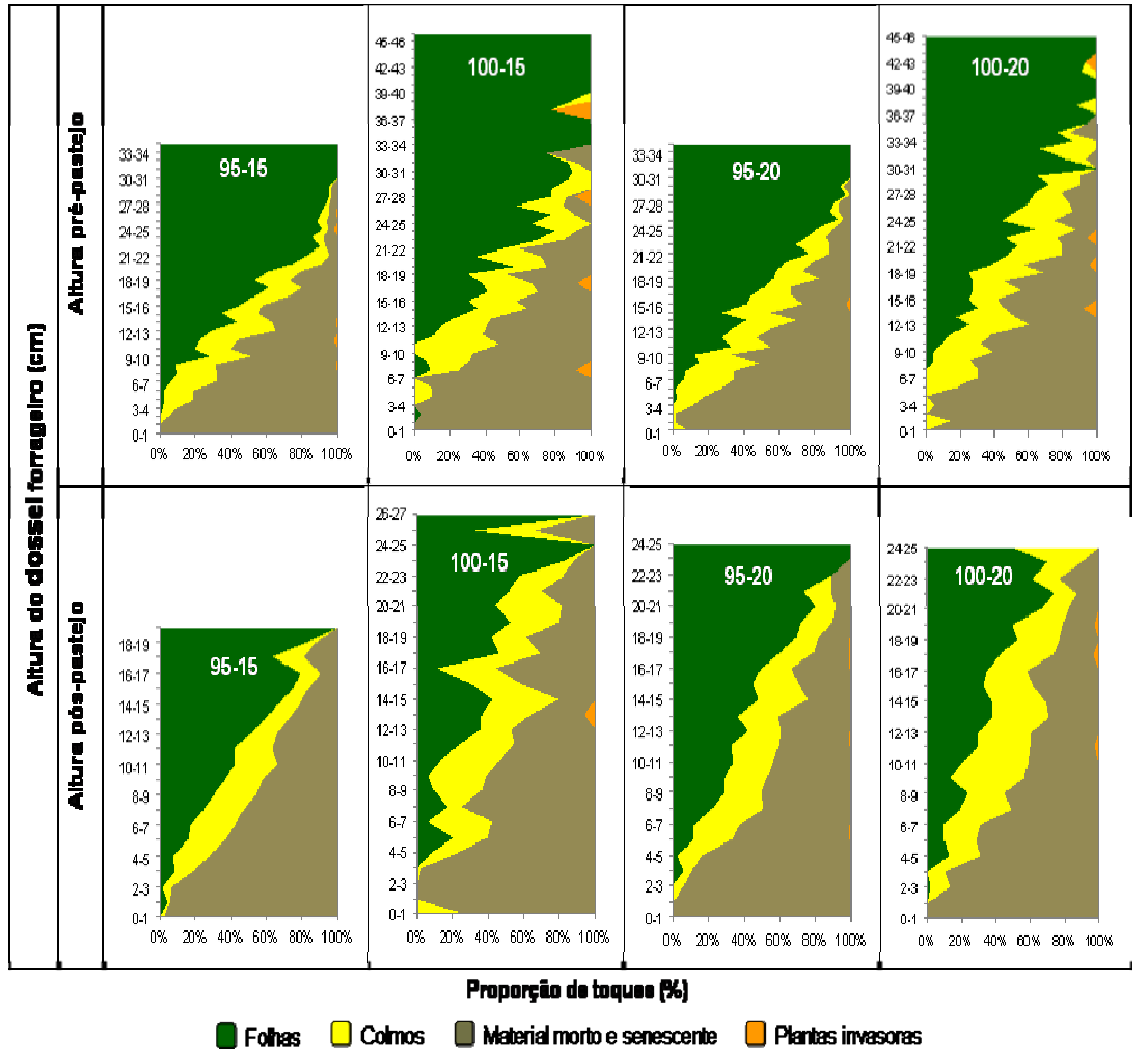


Figura 14 – Distribuição espacial dos componentes morfológicos ao longo do perfil vertical do dossel de capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo durante o verão de 2009 (1^o de janeiro a 31 de março de 2009).

4. DISCUSSÃO

A Figura 8, referente às alturas de pós-pastejo, mostra, de forma clara, que em relação aos tratamentos de 95% IL não houve dificuldade em se manterem, ao longo do período experimental, as alturas de resíduos predeterminadas. Nos tratamentos de 100% IL, os valores de altura de resíduo ficaram acima da meta nos pastos manejados a 100/20 (incremento de aproximadamente 8% em relação ao valor estipulado). Com relação aos pastos manejados a 100/15, observou-se aumento na altura ao longo dos ciclos de pastejo, e no final do período experimental a altura de resíduo ficou 45% mais alta do que a da meta estipulada. Comportamento semelhante foi observado por Carnevalli (2003) no capim-mombaça, por Barbosa (2007) no capim-tanzânia e por Souza Júnior (2007) no capim-marandu – nesses capins, as diferenças em relação à meta estipulada chegaram a ser de aproximadamente 60%.

Fato marcante foi que somente nos dois primeiros ciclos de pastejos foi possível manter a altura de resíduo de 15 cm em pastos manejados a 100% IL. Do terceiro ciclo em diante, as alturas de resíduo dos pastos manejados a 100/15 se tornaram semelhantes às registradas pelos pastos manejados a 100/20.

As alturas de pré-pastejo, associadas à interceptação luminosa, no capim-mulato foram 30 cm e 40 cm nos pastejos manejados a 95% e 100% de IL, respectivamente (Tabela 1). Nas estações do ano, os menores valores

de altura de pré-pastejo foram observados nos pastos manejados a 95% IL, em comparação com aos pastos manejados a 100% IL, nas duas alturas de resíduo (Tabela 1). Esse fato pode ser explicado em função do menor tempo de crescimento e menor acúmulo de forragem nos pastos manejados a 95% IL, o que proporcionou menor competição por luz. Como relatado por Da Silva (2004), uma vez que não há competição por luz, não há também alongamento de colmo para posicionar folhas no topo do dossel, tendo-se menor altura dos pastos.

Com exceção do verão de 2009 (Tabela 1), os pastos manejados dentro de cada nível de interceptação luminosa apresentaram alturas semelhantes, independentemente do resíduo, o que reforça a importância do uso da interceptação luminosa associada à altura como alvo de manejo.

Na Tabela 2, observa-se que pastos manejados a 100% IL apresentaram menores valores de interceptação luminosa na condição de pós-pastejo que pastos manejados a 95% IL, nos dois resíduos em todas as estações do ano. As combinações entre frequência e severidade de desfolhação 100/15 apresentaram os menores valores de IL na condição de pós-pastejo, ao longo do período experimental. Tais resultados dizem respeito às diferenças referentes ao índice de área foliar (IAF) desses pastos, uma vez que pastos manejados a 95% IL apresentaram menor ângulo de folhagem e maior IAF no pós-pastejo, o que possibilitou maior interceptação de luz. Já os pastos manejados a 100/15 apresentaram os maiores ângulos de folhagem (Tabela 9) e os menores IAFs (Tabela 6). O mesmo comportamento foi observado por Souza Júnior (2007) em capim-marandu em pastos manejados pela combinação entre frequência e severidade de 100/10. Segundo esse autor, tal padrão de resposta se deve à maior participação de colmo nesse tratamento, uma vez que o componente colmo adquire conformação mais ereta no perfil do dossel.

Com exceção do verão de 2008, não houve diferença na interceptação de luz no pós-pastejo em pastos manejados a 95% IL e 20 cm de resíduo e pastos manejados a 95% IL e 15 cm (Tabela 2). Também foi possível observar que não houve diferença entre esses tratamentos quanto ao ângulo de folhagem no pós-pastejo (Tabela 9). Tal fato indica que,

possivelmente, não há diferença entre manejar pastos de capim-mulato a 95/15 ou 95/20 cm quando se pensa em interceptação de luz no pós-pastejo.

Na interceptação de luz no pré-pastejo, que foi uma variável-controle observou-se que valores de IL estiveram muito próximos da meta estipulada para a interrupção do período de rebrotação (Tabela 3). Esse fato vem reforçar ainda mais a utilização dessa ferramenta no manejo do pastejo. A associação positiva entre interceptação luminosa e altura do dossel é consenso em literatura, tanto nas plantas de clima temperado (HODGSON, 1990) quanto tropical (CARNEVALLI, 2003; Da SILVA, 2004; BARBOSA, 2007). Neste experimento, a associação entre interceptação luminosa, considerando-se 95% IL, e altura do dossel (Figura 15) mostra que a altura de pré-pastejo de 30 cm pode ser utilizada como guia prático de manejo para o capim-mulato. A diferença entre a altura observada (Tabela 1) e o valor recomendado é de apenas 1,02%.

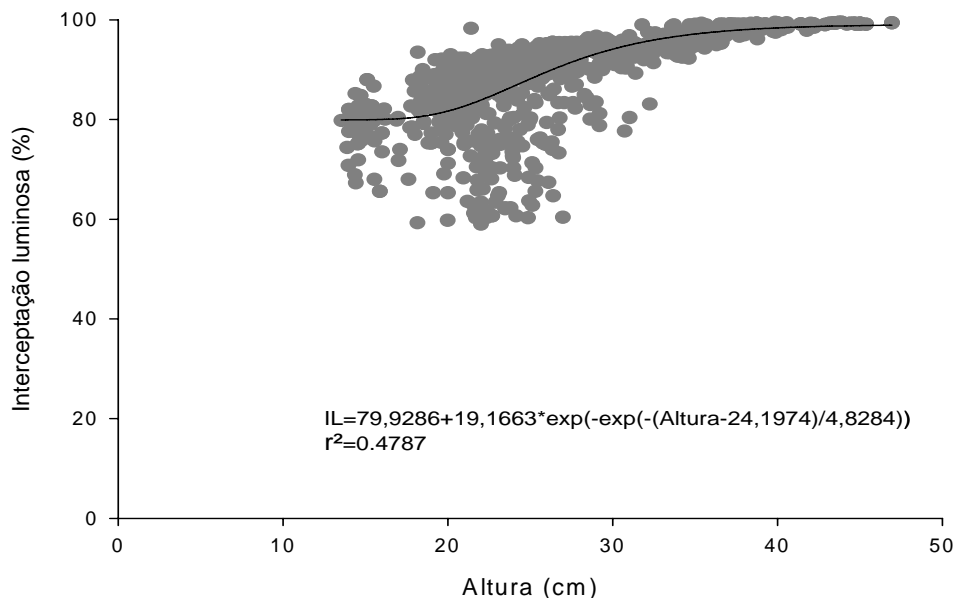


Figura 15 – Relação entre altura (cm) e interceptação luminosa (%) no dossel de capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009.

Pastos manejados a 95% IL apresentaram os menores intervalos de pastejo (Tabela 4) e, conseqüentemente, o maior número de ciclos de pastejos ao longo do período experimental (Tabela 5). Trabalhos utilizando protocolos análogos ao adotado neste experimento demonstraram comportamento semelhante (CARNEVALLI, 2003; BARBOSA, 2007; SOUZA JÚNIOR, 2007).

Com exceção do verão de 2008, não houve diferença no intervalo de pastejo entre os dois resíduos avaliados na condição de 95% IL. A diferença no intervalo de pastejo encontrada no verão de 2008 pode ser explicada pelo fato de que os pastos ainda se encontravam em processo de transição, ou seja, o equilíbrio nas condições de manejo impostas ainda não havia sido estabelecido. Tal explicação também é válida para os resultados encontrados nessa época do ano referentes à interceptação luminosa (Tabela 2), IAF (Tabela 7), massa de forragem (Tabela 11) no pós-pastejo, IAF (Tabela 8), ângulo de folhagem (Tabela 10) e massa de forragem (Tabela 15) no pré-pastejo.

É importante ressaltar que no outono-inverno-início de primavera não foram realizados pastejos, e o valor que representa o intervalo de pastejo diz respeito ao último pastejo realizado nos meses de março e, ou, abril de 2008 e o pastejo seguinte, realizado nos meses de outubro e, ou, novembro de 2008. Tal fato ocorreu em função das baixas temperaturas, assim como da baixa precipitação, o que persistiu até o mês de dezembro de 2008 (Figuras 2 e 3).

O IAF é variável-chave no manejo do pastejo por ser resultante de relações entre características morfogênicas e estruturais das plantas, como descrito no modelo clássico de Chapman e Lemaire (1993 adaptado por Da SILVA e SBRISSIA, 2001) em plantas forrageiras tropicais. Pastos manejados a 95% IL apresentaram maior IAF na condição de pós-pastejo em relação aos pastos manejados a 100% IL, com os maiores valores observados no verão de 2008 (Tabela 6). Nesses tratamentos foi possível observar maior remanescente de folhas tanto na distribuição de componentes ao longo do perfil do dossel (Figura 11) quanto na visão geral dos pastos (Figura 16). Isso, provavelmente, seja devido a uma maior taxa de perfilhamento no verão de 2008 que, associado à disponibilidade de fatores de crescimento, resultaram em rápido restabelecimento da condição de crescimento e produção de forragem.



Figura 16 – Resíduo de pós-pastejo de pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo caracterizadas por frequências e severidades de desfolhação. (A) 95/15; (B) 95/20; (C) 100/15; e (D) 100/20.

Pastos manejados a 100% IL apresentaram maior valor de IAF pré-pastejo que pastos manejados a 95% IL (Tabela 8), nas épocas de verão de 2008 e de 2009, nos dois resíduos avaliados. Não foi observada diferença no IAF pré-pastejo nos pastos manejados pelas combinações 95/15 e 95/20 ao longo das estações do ano.

O fato de pastos manejados a 100% IL terem apresentado maior IAF no pré-pastejo diz respeito ao maior intervalo de pastejo observado nesses tratamentos, assim como menor aparecimento de folhas e maior alongamento de folhas. Marshall (1987) e Sbrissia (2004) relataram essa relação entre aparecimento de folhas e perfilhos, assim como o alongamento de folhas refletindo no IAF. É importante ressaltar que altos IAFs podem não ser desejáveis, uma vez que nessa condição de interceptação luminosa altos valores de IAF estiveram relacionados com maior altura do dossel,

alongamento de colmo e acúmulo de material morto, tendo reflexos negativos sobre a estrutura dos pastos e, possivelmente, sobre o comportamento ingestivo dos animais.

O ângulo da folhagem corresponde à orientação de todo o material disposto ao longo do perfil do dossel forrageiro. No pré-pastejo, pastos manejados a 100/15 apresentaram maior ângulo de folhagem em relação a pastos manejados a 95/15 no verão de 2009 (Tabela 10). Por apresentar maior ângulo de folhagem, o tratamento 100/15 apresentou maior área foliar (Tabela 8), como forma de interceptar mais luz incidente. Também no verão de 2009 houve diferença entre os pastos manejados a 95/15 e 95/20, com a ressalva de que pastos na condição de 95/20 apresentaram maior ângulo de folhagem. Observou-se que a planta forrageira está constantemente se ajustando (modificando a arquitetura) dentro das limitações de manejo impostas (LEMAIRE; CHAPMAN, 1996; NABINGER; PONTES, 2001), na tentativa de otimizar a utilização dos recursos do meio.

Plantas de hábito de crescimento ereto como o capim-tanzânia (MELLO; PEDREIRA, 2004) e o capim-mombaça (CARNEVALLI, 2003), sob regimes de desfolhação intermitente, apresentaram valores de ângulo de folhagem variando de 45 a 52° em capim-tanzânia e de 44 a 72° em capim-mombaça. Souza Júnior (2007) avaliou o capim-marandu sob condições de desfolhação intermitente e encontrou ângulos variando de 44 a 62°. Em capim-mulato, o ângulo de folhagem variou de 37 a 57°. A variação nos ângulos de folhagem encontrados nessas plantas forrageiras diz respeito às modificações na morfologia e porte que cada uma apresenta sob determinado regime de desfolhação.

Os níveis de interceptação luminosa foram determinantes da massa de forragem nas condições de pós e pré-pastejo, em que pastos manejados a 100% IL apresentaram maiores massas de forragem (Tabelas 11 e 15). Analisando os dados dessas tabelas, observou-se que as diferenças na massa de forragem entre os dois níveis de interceptação luminosa aumentaram ao longo do período experimental.

A maior massa pós e pré-pastejo em pastos manejados a 100% IL pode ser explicada pelos maiores intervalos de pastejo relativamente aqueles de 95% IL (Tabela 4). Padrão semelhante foi encontrado por

Carnevali (2006) e Pedreira (2007) em capim-mombaça e capim-xaraés, respectivamente.

Os maiores valores de massa de forragem observados no outono-inverno-início de primavera e final de primavera são também relacionados ao longo intervalo de pastejo observado nessas épocas do ano. A exemplo também da maior participação de material morto, consequência do processo de senescência foliar, resultante de maior competição por luz que normalmente ocorre a partir de 95% IL e se torna mais intenso quanto mais longo o intervalo de pastejo (Da SILVA, 2004).

Menores massas de forragem foram registradas no verão de 2008 e verão de 2009, devido à menor participação de material morto na massa de forragem (Tabela 14) e menor densidade volumétrica da forragem (Tabela 19).

Apesar de apresentar menor massa de forragem, pós e pré-pastejo, pastos manejados a 95% IL apresentaram mais lâminas foliares e menos colmos e material morto que os pastos manejados a 100% IL (Tabelas 12, 14 e 16). Padrões semelhantes de respostas foram obtidos por Carnevali et al. (2006) e Souza Júnior (2007) em capim-mombaça e capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo baseadas nos mesmos critérios de IL utilizados neste estudo.

Na condição de pós-pastejo, a maior participação de lâminas foliares, em detrimento do colmo e material morto, na massa de forragem se mostra coerente com o maior IAF (Tabela 6) e, conseqüentemente, maior interceptação de luz (Tabela 2) dos pastos.

Esse resultado era esperado, uma vez que pesquisas mostram que, sob lotação intermitente, devido à ausência de animais em pastejo durante a rebrotação, há predomínio de lâminas foliares até que sejam atingidos 95% IL. Isso porque há diferencial de tempo entre o crescimento e a senescência e que ainda não se estabeleceu alongamento de colmo como resultado de competição por luz dentro do dossel (NASCIMENTO JÚNIOR; ADESE, 2004; SBRISSIA et al., 2009).

Maior porcentagem de lâminas foliares e de colmos foi registrada nas épocas de maior crescimento das plantas (verão de 2008 e de 2009), já material morto foi maior no outono-inverno-início de primavera (Tabelas 13,

15 e 17). Euclides et al. (2008), ao avaliarem cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo, relataram que, independentemente do cultivar, os pastos apresentaram maior proporção de lâminas foliares e menor proporção de material morto nas águas, em comparação com o período seco.

Segundo Hodgson (1990), com o desenvolvimento reprodutivo a arquitetura do dossel forrageiro se modifica, havendo alongamento de colmo e diminuição do desenvolvimento de novas folhas e perfilhos. Logo, a maior porcentagem de colmo no verão diz respeito ao avanço do ciclo reprodutivo do capim-mulato, uma vez que os pastos apresentaram inflorescência visível no final do verão e começo do outono-inverno-início de primavera.

Ao contrário do que foi observado por Souza Júnior (2007) em capim-marandu a densidade volumétrica de forragem do capim-mulato na condição de pós-pastejo foi maior em pastos manejados a 100% IL (Tabelas 18 e 19). Uma explicação para esse fato pode estar relacionada à participação dos componente colmo e material morto em detrimento de lâminas foliares na distribuição vertical do dossel, bem como na massa de forragem, uma vez que pastos manejados a 95% IL apresentaram menos colmos e material morto, comparativamente a lâminas foliares, e tiveram menores valores de densidade volumétrica.

Como observado na Tabela 20, pastos manejados a 95% IL apresentaram maior densidade volumétrica de forragem no pré-pastejo que pastos manejados a 100% IL. Souza Júnior (2007), avaliando a densidade volumétrica do capim-marandu, relatou que pastos manejados a 100% IL produziram maiores massas de forragem, mas, ao relacionar essa massa com a altura correspondente, o autor observou que essa relação foi proporcionalmente menor em pastos manejados a 100% IL e, por isso, a menor densidade volumétrica de forragem observada. Esse mesmo raciocínio é válido para o observado neste experimento, juntamente com o fato de que a maior densidade populacional de perfilhos (DPP) proporciona aumento em densidade volumétrica, conforme verificado por Fagundes et al.

(2006). Segundo Pena (2009³), pastos manejados a 95% IL apresentaram maior DPP, quando comparados a pastos manejados a 100% IL. Essa também seria uma justificativa para a maior densidade volumétrica observada.

Em relação às estações do ano, tanto no pós como no pré-pastejo, a maior densidade foi observada no outono-inverno-início de primavera e a menor, nos verões de 2008 e 2009. Esse fato pode ser explicado pela maior participação dos componentes colmos e material morto no dossel no outono-inverno-início de primavera (Figura 12) e diminuição desses componentes no verão (Figuras 11 e 14).

O trabalho de Stobbs (1973) relata que em pastagens de clima tropical, além da altura, a densidade volumétrica e a relação lâmina:colmo seriam componentes importantes da estrutura do dossel na determinação do comportamento ingestivo dos animais em pastejo. As Tabelas 19 e 20, analisadas sobre esse ponto de vista e no que foi descrito anteriormente, indicam que maior atenção à densidade volumétrica da forragem de plantas de clima tropical precisa ser dada nas épocas do ano em que há maior participação de colmo e material morto, e possivelmente nas épocas em que predomina o componente folha os animais responderão mais em altura, assim como descrito em pastagens de clima temperado. Tal fato vem reforçar o que foi descrito por Hodgson e Da Silva (2002), ou seja, o fato de existir mais similaridades do que diferenças entre as respostas funcionais de gramíneas de climas tropical e temperado a estratégias de manejo do pastejo.

Em relação à distribuição vertical dos componentes ao longo do dossel, de forma geral os pastos de capim-mulato manejados a 95% IL mantiveram a distribuição de folhas no perfil do dossel forrageiro mais uniforme ao longo do ano, e foi marcante o aumento da participação de outros componentes nas épocas menos favoráveis ao crescimento das plantas forrageiras (Figuras 12 e 13). Com relação aos pastos manejados a 100% IL, observou-se maior participação dos componentes colmo e material

³ Pena, K. S. **Densidade populacional de perfilhos e dinâmica do perfilhamento de capim-mulato submetido a regimes de desfolhação sob lotação intermitente** (Tese de doutorado em fase de elaboração).

morto e senescido já nos estratos superiores do dossel, sendo a presença desses componentes tanto maior quanto maior a altura do dossel. Isso pode ser explicado pelo aumento pronunciado nas taxas de senescência de pastos mais altos. A presença de colmo e material morto em pontos mais altos do dossel pode afetar a ingestão de forragem de animais em pastejo, uma vez que, segundo relatado por Poppi et al. (1987), a maioria dos animais seleciona forragem verde ao invés de material morto e folhas no lugar de colmos.

Nas condições de pré e pós-pastejo, durante os verões de 2008 e 2009 foi possível observar que, independentemente do tratamento, cerca de 50% da porção superior do dossel era composta pelo componente folha e que, ao longo de todo o experimento, os componentes colmo e material morto se concentraram na porção inferior do dossel nos pastos manejados a 95% IL. Esses componentes estiveram presentes em uma porção mais alta em relação ao nível do solo, como também no estrato superior do dossel de pastos manejados a 100% IL. Esse fato demonstra que a frequência, relativamente à severidade de pastejo, é variável importante, uma vez que sua utilização permite maior controle da estrutura e composição do dossel forrageiro (BARBOSA, 2007; Da SILVA et al., 2009; ZANINE, 2007).

Esses resultados indicam que a distribuição dos componentes no perfil vertical do dossel varia com as práticas de manejo empregadas e com as épocas do ano, e a presença de material morto, que era grande no outono-inverno-início de primavera, começou a diminuir a partir do final de primavera, época em que fatores do meio favoreceram a decomposição mais rápida da matéria orgânica, devido à atividade microbiana no solo. Bueno (2003) e Molan (2004) também observaram menor participação de material morto no perfil dos pastos durante a primavera e o verão.

A presença de plantas invasoras observada principalmente nos tratamentos de 100% IL (menor frequência) pode estar associada ao fato de esse tratamento ter proporcionado maior espaçamento entre touceiras ao longo do período experimental. Provavelmente, se esses pastos continuassem a ser monitorados por mais um ano, a presença de invasoras tenderia a aumentar.

Comparações feitas entre os resultados deste experimento e os obtidos por outros autores em protocolos semelhantes, remetem ao fato de que realmente os processos que regem a interface planta-animal são os mesmos, variando apenas a magnitude dos valores das taxas desses processos, fato esse coerente com as diferenças morfológicas e fisiológicas das plantas forrageiras.

5. CONCLUSÕES

Pastos de capim-mulato apresentaram mudanças no padrão da estrutura do dossel forrageiro dentro das épocas do ano e diante do manejo imposto, de forma que o melhor tratamento foi caracterizado pela frequência de 95% IL (associado à altura de 30 cm), não havendo diferença quanto à severidade (15 e 20 cm de altura).

A frequência de pastejo, relativamente à severidade de pastejo, demonstra ser variável importante no manejo, uma vez que sua utilização permitiu maior controle da estrutura e da composição morfológica do dossel forrageiro.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JR., D.; EUCLIDES, V.P.B.; Da SILVA, S.C.; ZIMMER, A.H.; TORRES JR., R.A.A. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.3, p.329-340, 2007.

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

BUENO, A.A.O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente.** 2003. 124 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente.** 2003. 136 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

CARVALHO, P.C.F.; FILHO, H.M.N.R.; POLI, C.H.E. C.; MORAES, A.; DELAGARDE, R. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2001. p.853-869.

CARVALHO, P.C.F.; KOZLOSKI, G.V.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; REFFATTI, M.V.; GENRO, T.C.M.; EUCLIDES, V.P.B. Avanços metodológicos na determinação do consumo por ruminantes em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.151-170, 2007.

CARVALHO, P.C.F.; TRINDADE, J.K.; MEZZALIRA, J.C.; POLI, C.H.E.C.; NABINGER, C.; GENRO, T.C.M.; GONDA, H.L. Do bocado ao pastoreio de precisão: compreendendo a interface planta-animal para explorar a multifuncionalidade das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.109-122, 2009. Suplemento especial.

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.

Da SILVA, S. C.; SBRISSIA, A. F. A planta forrageira no sistema de produção. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, v. 17, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, p.71-88, 2001.

Da SILVA, S. C. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. In: SIMPÓSIO EM ECOFISIOLOGIA DAS PASTAGENS E ECOLOGIA DO PASTEJO, v.2, 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2004. CD-ROM.

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 Publ., 2005. Chap. 6, p.81-95, 2005.

DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; CARNEVALLI, R.A.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; MATTHEW, C.; ARNOLD, G.C.; MORAIS, J.P.G. Sward structural characteristics and herbage accumulation of *Panicum maximum* cv. Mombaça subjected to rotational stocking managements. **Scientia Agricola**, v.66, p.8-19, 2009.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 1999. 412 p.

GOOGLE EARTH. **Software**: *Google® Earth*. Acesso em: 12 fev. 2008.

GIACOMINI, A.A.; Da SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L.; ZEFERINO, C.V.; TRINDADE, J.K.; SOUZA JÚNIOR, S.J.; GUARDA, V.D.; SBRISSIA, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Components of the leaf area index of Marandu palisadegrass swards subjected to strategies of intermittent stocking. **Scientia Agricola**, v.66, n.6, p.721-732, 2009.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MORAIS, R.V.; MISTURA, C.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; SANTOS, M.E.R.; LAMBERTUCCI, D.M. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.35, n.1, p.30-37, 2006.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley; Longman Scientific & 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: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p. 180-202.

LEMAIRE, G.; CHAPMAN, D. Tissue flows in grazed plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Eds.). **The ecology and management of grazing systems**. New York: Cab international, 1996. p.03-36.

LEMAIRE, G. Ecophysiology of grasslands: dynamic aspects of forage plant populations in grazed swards. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba, SP: 2001. p.29-37.

LI-COR. **Plant canopy analyzer: LAI-2000; operating manual**. Lincoln, 1992. 179 p.

LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D. **SAS system for mixed models**. Cary: SAS Institute, 1996. 633 p.

MARSHALL, C. Physiological aspects of pasture growth. In: SNAYDON, R.W. **Managed Grasslands Analytical Studies**. New York: Elsevier, 1987.

MELLO, A.C.L.; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfológicas do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.2, p.282-289, 2004.

MISLEVY, P.; MOTT, G.O.; MARTIN, F.G. Screening perennial forages by mob-grazing technique. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., 1981, Lexington. **Proceedings...** Lexington, 1981. p.516-519.

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 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, ESALQ, Piracicaba, SP, 2004. (Orientador: Prof. Dr. Sila Carneiro da Silva).

NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2001. p.755-770.

OMETTO, J.C. **Registros e estimativas dos parâmetros meteorológicos da região de Piracicaba, SP**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1989. 76 p.

POPPI, D.P.; HUGHES, T.P.; HUILLIER, P.J. Intake of pasture by grazing ruminants. In: NICOL, A. M. (Ed.). **Livestock feeding on pasture**. Hamilton: New Zealand Society of Animal Production, 1987. p.55-64.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT. **User's guide statistics**. Versão 9, 0. Cary, USA, v.1, n.2, 1990.

SBRISSIA, A.F. **Morfogênese, dinâmica do perfilamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu sob lotação contínua**. 2004. 171 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2004. Orientador: Professor Sila Carneiro da Silva.

SIGMA PLOT. **Scientific Graphing Software**: versão 10.0. San Rafael: Hearne Scientific Software, 2006.

SOUZA JÚNIOR, S.J. **Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte**. 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP, 2007. Orientador: Professor Sila Carneiro da Silva.

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.24, n.6, p.809-819, 1973.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, R.J. **The water balance**. Centerton, New Jersey, NJ, USA, 1955.

TRINDADE, J.K.; Da SILVA, S.C.; SOUZA JÚNIOR, S.J.; GIACOMINI, A. A.; ZEFERINO, C.V.; GUARDA, V. D.; CARVALHO, P.C.F. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.6, p.883-890, 2007.

ZANINE, A.M. **Características morfogênicas, estruturais e acúmulo de forragem do capim *Panicum maximum* cv. tanzânia submetido a intensidades e frequências de pastejo**. 2007. 115 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007. (Orientador: Prof. Domicio do Nascimento Jr.).

WARREN WILSON, J. Inclined point quadrat. **New Phytology**, v.58, p.92-101, 1960.

WELLES, J.M.; NORMAN, J.M. Instrument for indirect measurement of canopy architecture. **Agronomy Journal**, Madson, v. 83, n.5, p.818-825, 1991.

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

CAPÍTULO 2

ACÚMULO DE FORRAGEM, PERDAS DE FORRAGEM POR PASTEJO E EFICIÊNCIA DE PASTEJO EM PASTOS DE CAPIM-MULATO SUBMETIDOS A ESTRATÉGIAS DE PASTEJO ROTATIVO

RESUMO

Embora os processos, mecanismos e princípios envolvidos com a produção de forragem sejam os mesmos, a expressão das respostas das plantas assume valores distintos, sendo importante identificar a combinação entre frequência e severidade de desfolhação que propicie melhores respostas para o manejo de cada planta. O objetivo deste experimento foi avaliar a taxa de acúmulo de forragem (matéria seca, lâminas foliares, colmos e material morto), as perdas por pastejo e a eficiência de pastejo em pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo. O trabalho foi realizado em área do Departamento de Zootecnia da USP/ESALQ, de janeiro de 2008 a abril de 2009. Os tratamentos corresponderam a combinações entre duas condições de pré-pastejo (interceptação luminosa pelo dossel de 95 e 100% durante a rebrotação) e duas de pós-pastejo (alturas de resíduo de 15 e 20 cm) e foram alocados às unidades experimentais (piquetes de 1.200 m²), segundo um arranjo fatorial 2 x 2 e delineamento de blocos completos casualizados com quatro

repetições. Apesar de apresentar menor massa de forragem, pastos manejados a 95% IL não diferiram dos pastos manejados a 100% IL quanto à taxa de acúmulo de forragem. Pastos na condição de 100% IL proporcionaram maior quantidade de forragem removida, entretanto maiores perdas de forragem por pastejo também foram verificadas, o que refletiu em menor eficiência de pastejo (aproximadamente 57%), em comparação com o tratamento de 95% IL (eficiência de pastejo de 70%). Conclui-se que estratégias de pastejo afetam o acúmulo, a composição morfológica da forragem acumulada e a eficiência de pastejo, sendo os melhores resultados obtidos para a condição de 95% IL, associada a resíduos de 15 ou 20 cm de altura.

**HERBAGE ACCUMULATION, LOSSES FOR GRAZING, AND GRAZING
EFFICIENCY OF MULATO GRASS PASTURES SUBMITTED TO
ROTATIONAL GRAZING STRATEGIES**

ABSTRACT

In spite of the processes, mechanisms, and principles that determine the herbage production being identical, the expression of the plant responses has distinct values, therefore, it is important to identify the combination between the frequency and severity of defoliation which provides better responses to the management of each plant. The aim of this study was the search to understand mulato I grass responses in relation to herbage accumulation, morphological composition of herbage mass, losses by grazing, and efficiency of the grazing process when submitted to rotational grazing strategies. The experiment was carried out in an area at the Animal Science Department in USP/ESALQ from January 2008 to April 2009. The treatments corresponded to combinations between two pre-grazing conditions (95 and 100% of light interception by the sward throughout the regrowth period) and between two post-grazing conditions (stubble heights of 15 and 20 cm), they were allocated to experimental units (1200 m² paddocks) according to a 2x2 factorial arrangement and a complete randomised block design with four replications. The following variable responses were analyzed: herbage mass in pre and post-grazing, morphological composition

of the herbage mass, herbage accumulation, losses by grazing, removed herbage, exploited herbage, and grazing efficiency. Ninety five percent of the LI treatment was characterized by the lower herbage mass in pre and post-grazing in comparison to the 100% LI treatment. Nevertheless, the first one presented the higher leaf proportion and lower stem and death material proportion. Despite the lower herbage mass, 95% and stubble height of 20 cm, treatments presented a higher accumulation and they did not differ from the 100% LI treatments in relation to the herbage accumulation rate. The 100% LI treatments provided higher removed herbage quantity, however, higher herbage losses by grazing were also verified, which reflected on lower grazing efficiency (approximately 57%) in comparison to the 95% LI treatment (grazing efficiency of 70%). It can be concluded that small differences in the frequency and severity of grazing associated to edapho-climatic conditions provided changes in the herbage mass and in its morphological composition as well as in the dry matter accumulation and in the grazing process efficiency. It can also be concluded that better mulato I grass responses under rotational grazing were provided by the 95% LI frequency and 20 cm severity.

1. INTRODUÇÃO

Com a crescente demanda por alimentos de origem animal, tem-se buscado maximizar o potencial de produção dos pastos que são considerados o suporte básico para a produção animal. Para atingir esse objetivo, é fundamental o conhecimento da planta forrageira, de sua morfologia, fisiologia e, principalmente, a maneira como interage com o meio ambiente, pois a capacidade de produção de um pasto está intrinsecamente ligada às condições ambientais da área, assim como às práticas de manejo adotadas.

Estratégias de desfolhação baseadas no uso de lotação intermitente têm sido definidas por meio de três variáveis básicas: frequência, severidade e época de pastejo, e os efeitos da desfolhação mensurados em termos de acúmulo total de forragem, composição morfológica e química da forragem acumulada, distribuição sazonal da produção e mudanças na composição botânica dos pastos.

Parsons et al. (1983) demonstraram, para azevém perene, que a condição ideal para interrupção do processo de rebrotação seria aquela em que o dossel atingisse 95% de interceptação da luz incidente, uma vez que nessa condição ocorre balanço ótimo entre os processos de fotossíntese, respiração, crescimento e senescência. Essa seria a condição na qual o IAF do dossel corresponderia ao IAF crítico (PARSONS et al., 1983), valor esse que possui relação direta com variáveis como o acúmulo de forragem,

especialmente de folhas, composição morfológica e eficiência de utilização da forragem produzida.

Esse princípio também se mostrou válido para plantas forrageiras tropicais, com a particularidade de que para essas plantas a fração colmo representa porção significativa do crescimento (Da SILVA, 2004), e o acúmulo de colmo e de material morto é aumentado de maneira significativa a partir da condição em que o dossel intercepta 95% da luz incidente (Da SILVA; NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

Embora sejam idênticos, os processos, mecanismos e princípios envolvidos com a produção de forragem são os mesmos e a expressão das respostas das plantas assume valores distintos para cada planta forrageira, visto que a plasticidade fenotípica, responsável pela amplitude das compensações entre processos e mecanismos, é singular e específica (HODGSON; Da SILVA, 2002), ou seja, práticas de manejo baseadas em frequência e severidade de corte ou pastejo devem buscar reduzir ao mínimo o tempo que o pasto leva para atingir a interceptação de luz desejada, e essa combinação deve ser encontrada para cada planta forrageira, de forma a respeitar sua fenologia e fisiologia (MARSHALL, 1987).

Dentro desse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o acúmulo de forragem, a composição morfológica da forragem acumulada, as perdas por pastejo e a eficiência de pastejo em pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo.

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, Estado de São Paulo. As coordenadas geográficas aproximadas do local do experimento são 22° 42' de latitude sul, 47° 37' de longitude oeste e 550 m de altitude (OMETTO, 1989).

O clima da região de Piracicaba, segundo o “Sistema Köppen”, classifica-se como Cwa, ou seja, mesotérmico úmido subtropical de inverno seco. Informações referentes às condições climáticas durante o período experimental foram obtidas na estação meteorológica da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, distante cerca de 500 m da área experimental.

As médias mensais das temperaturas máxima, média e mínima e da precipitação pluvial do período experimental são apresentadas na Figura 1, e o balanço hídrico mensal (THORNTHWAITE; MATHER, 1955), calculado utilizando-se uma CAD de 50 mm, na Figura 2.

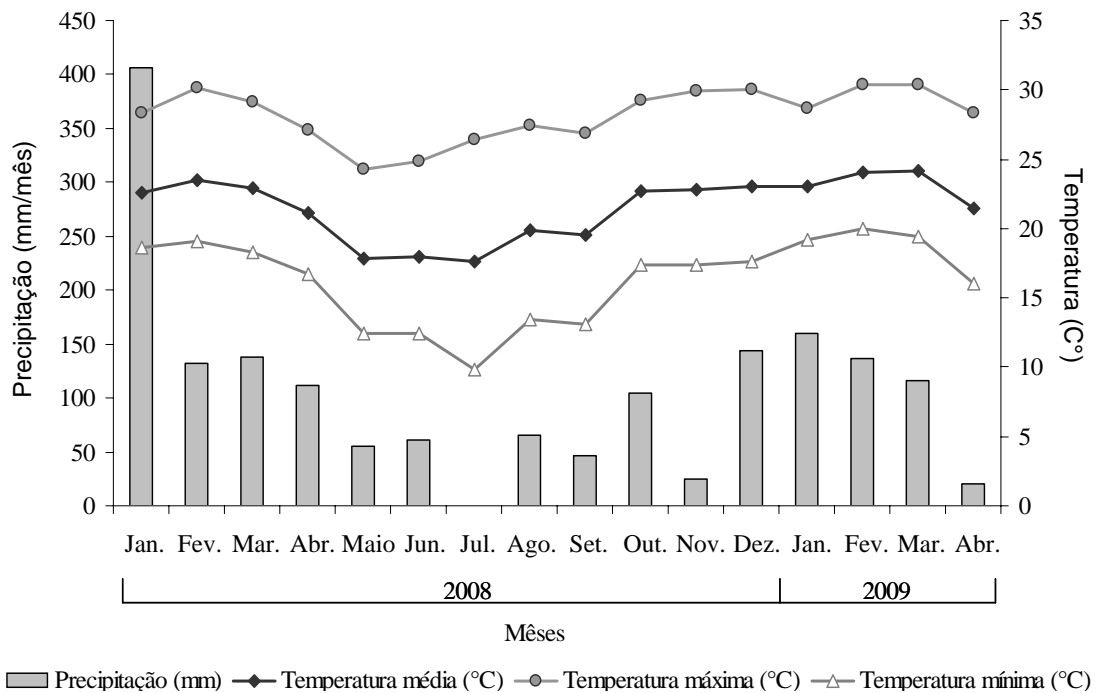


Figura 1 – Médias mensais das temperaturas média, máxima e mínima e da precipitação pluvial da área experimental, de janeiro de 2008 a abril de 2009.

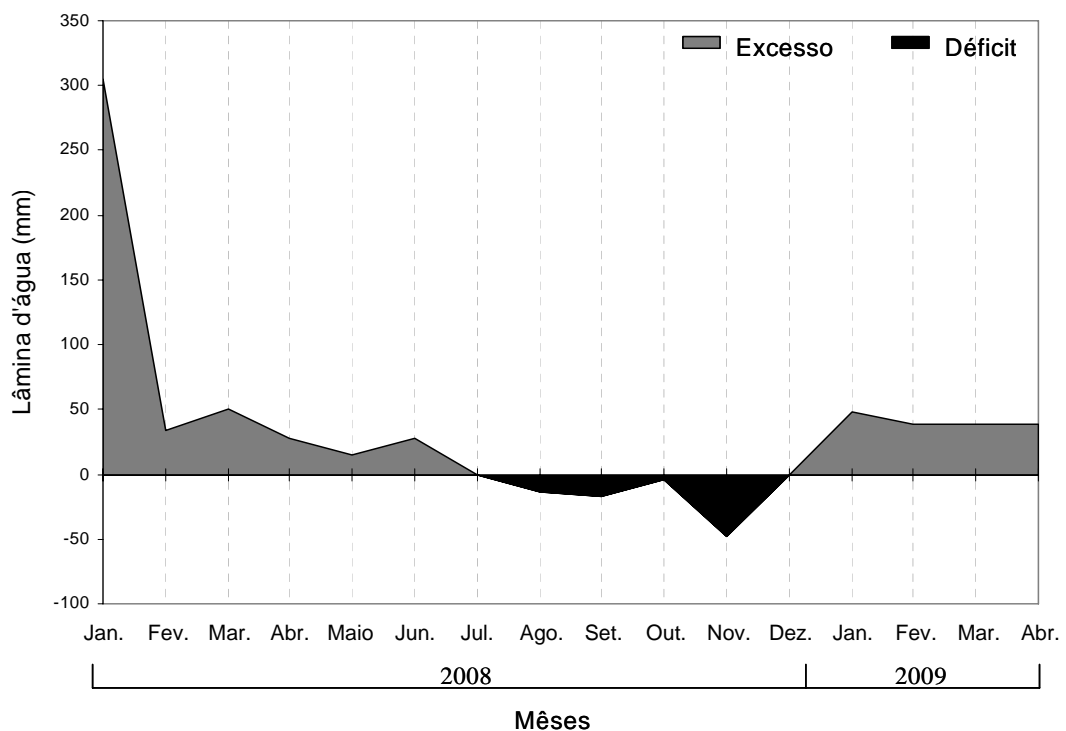


Figura 2 – Balanço hídrico mensal da área experimental de janeiro de 2008 a abril de 2009.

O relevo da área experimental classifica-se como suave e moderadamente ondulado e o solo, como transição entre Chernossolo argilúvico órtico típico e Vertissolo hidromórfico órtico chernossólico de textura argilosa e eutrófico (EMBRAPA, 1999), de elevada fertilidade.

Amostras de solo de 0-20 cm de profundidade foram coletadas e analisadas no Laboratório de Fertilidade do Solo do Departamento de Ciência do Solo da ESALQ. Os resultados revelaram níveis adequados dos nutrientes para a espécie forrageira estudada (Quadro 1), sendo a única adubação realizada a nitrogenada. Esta foi realizada no período favorável ao crescimento da planta forrageira (janeiro a abril de 2008 e outubro de 2008 a abril de 2009).

Quadro 1 – Características químicas de amostras da camada superficial (0-20 cm) do solo da área experimental

Amostra	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	T	V
N.lab	CaCl ²	g dm ⁻³	mg dm ⁻³	mmolc dm ⁻³						%
Bloco I	5,4	40	121	7,7	92	21	31	120,7	151,7	80
Bloco II	5,4	37	72	6,2	104	24	31	134,2	165,2	81
Bloco III	5,8	36	65	7,2	102	36	25	145,2	170,2	85
Bloco IV	5,5	41	71	4,8	118	40	34	162,8	196,8	83

Foram aplicados 270 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de nitrato de amônio em cada período favorável ao crescimento das plantas (Anexos). As adubações foram realizadas sempre na condição pós-pastejo. Como o intervalo de pastejo não era fixo (forma como os tratamentos foram definidos), a quantidade de N aplicada em cada piquete foi dividida por ciclo de pastejo, sendo proporcional ao período de descanso ocorrido em cada unidade experimental de forma que, ao final do período experimental, todos os pastos tinham recebido a mesma quantidade de N.

Os pastos foram estabelecidos em novembro de 2004, utilizando-se 5 kg de sementes puras e viáveis por hectare do híbrido *Brachiaria* cv. Mulato (CIAT 36061), e mantidos sob lotação rotativa até novembro de 2007,

quando foi feito o rebaixamento dos pastos a uma altura de aproximadamente 10 cm, com o auxílio de roçadora, para uniformização da condição inicial de rebrotação da área.

Os tratamentos corresponderam à combinação entre dois intervalos (tempo necessário para que o dossel forrageiro atingisse 95% ou próximo de 100% de interceptação da luz incidente durante a rebrotação – IL) e duas severidades de pastejo (alturas de resíduo de 15 e 20 cm). Foram alocados nas unidades experimentais (piquetes de 1.200 m² cada), segundo um arranjo fatorial 2 x 2 e delineamento de blocos completos casualizados com quatro repetições (Figura 3).



Figura 3 – Imagem de satélite.

Fonte: software: *Google® Earth* – acesso *online* em 12/02/2008 da área experimental.

Com a realização do primeiro pastejo, depois da roçada o critério adotado foi de não se avaliarem os pastos na condição de pré-pastejo, ou seja, as avaliações foram iniciadas já no primeiro pastejo, mas com coleta de dados na condição de pós-pastejo.

O período experimental foi de janeiro de 2008 a abril de 2009. Os pastejos foram realizados por novilhas da raça Nelore com peso corporal médio de 270 kg, utilizando-se o método de “mob grazing” (MISLEVY et al., 1981). O número de animais utilizados foi dimensionado para que o rebaixamento dos pastos da condição de pré para a condição de pós-pastejo fosse realizado em 12 horas (pastejos diurnos).

Durante todo o período experimental, a altura dos pastos foi monitorada de forma concomitante com a interceptação de luz pelo dossel forrageiro. A altura foi monitorada em 100 pontos por piquete, distribuídos ao longo de uma linha em zigue-zague, utilizando-se um bastão medidor (*sward-stick*) (BARTHURAM, 1985).

Para as avaliações de interceptação de luz pelo dossel forrageiro e de ângulo da folhagem, foi utilizado o aparelho analisador de dossel marca LI-COR, modelo LAI 2000⁴. As leituras foram realizadas em condições de radiação difusa (céu encoberto, início da manhã ou final da tarde), seguindo-se as recomendações de uso do aparelho (WELLES; NORMAN, 1991).

Foram feitas amostragens de massa de forragem no pré e no pós-pastejo em locais dos piquetes que representavam a condição média dos pastos no momento da amostragem (avaliação visual de altura e massa de forragem), empregando uma armação metálica de 0,90 x 0,37 m (0,333 m²). Foram colhidas três amostras por piquete, cortando-se a forragem com o auxílio de um aparador de cerca viva, no nível do solo, as quais foram combinadas para formarem uma amostra composta. Esta teve sua massa quantificada acondicionada e posteriormente levada ao laboratório, onde foi separada em subamostras para determinação do teor de matéria seca e separação manual dos componentes morfológicos folha (lâminas foliares), colmo (bainhas foliares e colmo) e material morto.

⁴ LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA, 1992.

O acúmulo de forragem e de componentes morfológicos (kg. ha^{-1} de MS) foi calculado pela diferença entre massa de forragem/componentes no pré-pastejo atual e no pós-pastejo anterior. As taxas de acúmulo de forragem e seus componentes ($\text{kg. ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ de MS) foram obtidas dividindo-se a massa de forragem/componentes acumulada pelo intervalo de pastejo de cada ciclo de pastejo.

As perdas por pastejo foram quantificadas segundo a metodologia utilizada por Carnevalli (2003). Por ocasião das avaliações de pré-pastejo, quadros amostradores de 2,0 x 1,0 m (2 m^2) eram alocados em pontos que representavam a condição média do piquete no momento da amostragem (avaliação visual de altura e massa de forragem) (Figura 4). Do interior desses quadros eram eliminados todos os resíduos de folhas, colmos e material morto, deixando-se o solo desnudo. Esses locais eram demarcados por estacas e, após o pastejo, os quadros amostradores eram recolocados, procedendo-se à colheita dos resíduos referentes às perdas de forragem.

Foi considerado como perda todo o material sobre a superfície do solo e todas as folhas e colmos danificados que ainda estivessem presos às touceiras acima do resíduo determinado pelo tratamento. Esse material foi acondicionado e posteriormente separado e seco em estufa a $65 \text{ }^\circ\text{C}$, de forma a se obter a composição morfológica das perdas. Quando as perdas eram excessivamente grandes, fazia-se uma subamostragem, a exemplo do realizado nas avaliações de massa de forragem.

Por meio da diferença entre a massa de forragem pré-pastejo e da massa de forragem pós-pastejo, de cada pastejo, calculou-se a massa de forragem removida por pastejo. A partir desses valores, determinou-se a massa de forragem efetivamente colhida pelos animais, subtraindo as perdas de pastejo da massa de forragem removida.

A eficiência de pastejo foi calculada como a proporção da forragem removida e efetivamente colhida pelos animais, expressa em porcentagem.



Figura 4 – (A) Quadro de 2,00 x 1,00 m alocado em um ponto representativo do dossel forrageiro no pré-pastejo; (B) Retirada de resíduo; (C) Área depois da retirada de resíduo; (D) No pós-pastejo, coleta das perdas; (E) Tecido vegetal aderido à planta, mas danificado pelo pastejo.

Os dados foram agrupados de acordo com as épocas do ano. Em função dos intervalos variáveis de pastejo para cada tratamento e repetição (consequência da forma como os dados foram definidos), foi feita uma análise visual dos dados, de forma a agrupá-los em épocas do ano dentro das quais o comportamento das variáveis estudadas era relativamente homogêneo, mas que entre si representavam mudanças potencialmente importantes no padrão de resposta ao longo do período experimental. Assim, optou-se por agrupar os dados nos meses da seguinte forma:

Verão de 2008 – 1^o janeiro a 31 de março de 2008.

Outono-inverno-início de primavera – 1^o abril a 15 de novembro de 2008.

Final de primavera – 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008.

Verão de 2009 – 1^o janeiro a 31 março de 2009.

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o PROC MIXED do pacote estatístico *Statistical Analysis System* – SAS 1990, versão 9.0 para Windows[®]. Os efeitos de IL, altura de resíduo, época do ano e suas interações foram considerados fixos, assim como o efeito de blocos o foi como aleatório (LITTEL et al., 1996). A escolha da matriz de covariância foi

realizada utilizado-se o critério de informação de Akaike (WOLFINGER, 1993). O conjunto de dados foi testado de forma a assegurar que as prerrogativas básicas da análise de variância fossem atendidas utilizando-se o SAS LAB, e, quando necessário, os dados foram transformados antes de serem analisados. As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando-se o "LSMEANS". Quando necessária, a comparação entre elas foi realizada por meio do teste "t" de "Student", adotando-se um nível de significância de 5%.

3. RESULTADOS

3.1. Taxa de acúmulo de forragem

A taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ de MS) variou em função da altura de resíduo ($P=0,0212$), época do ano ($P<0,0001$) e das interações época do ano x interceptação luminosa ($P=0,0030$) e época do ano x altura de resíduo ($P=0,0055$). Não houve efeito da interceptação luminosa ($P=0,7716$) sobre essa variável.

Não houve diferença na taxa de acúmulo de forragem entre os dois níveis de interceptação luminosa nas épocas de outono-inverno-início de primavera e final de primavera (Tabela 1). Quando comparado ao nível de 100% IL, pastos manejados a 95% IL apresentaram maiores taxas de acúmulo de forragem nas épocas de verão de 2008 e verão de 2009.

Nas condições de 95% IL, a maior taxa de acúmulo de forragem foi registrada no verão de 2009, sendo os menores valores registrados nas épocas de outono-inverno-início de primavera e final de primavera. Pastos manejados a 100% IL apresentaram o mesmo comportamento.

Com exceção do outono-inverno-início de primavera (Tabela 2), houve diferença na taxa de acúmulo de forragem nas alturas de resíduo avaliadas. Quando comparado à altura de resíduo de 15 cm, pastos manejados a 20 cm apresentaram maiores taxas de acúmulo de forragem.

Tabela 1 – Taxa de acúmulo de forragem de capim-mulato (kg.ha⁻¹.dia⁻¹ de MS) submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Época do Ano	Interceptação Luminosa (%)		Média época
	95	100	
Verão de 2008	84,9 Ab (10,4)	62,8 Ba (10,4)	73,4 a (7,5)
Outono-inverno-início de primavera	24,6 Ac (1,6)	26,5 Ab (1,6)	25,6 b (1,1)
Final de primavera	19,5 Ac (5,9)	30,1 Ab (5,9)	24,8 b (3,9)
Verão de 2009	92,4 Aa (6,0)	62,3 Ba (6,0)	77,3 a (4,2)
Média	55,36 (3,3)	45,18 (3,3)	

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

Tabela 2 – Taxa de acúmulo de forragem de capim-mulato (kg.ha⁻¹.dia⁻¹ de MS) submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Época do Ano	Altura de Resíduo (cm)		Média Época
	15	20	
Verão de 2008	65,5 Ba (10,3)	81,0 Aa (10,3)	73,3 a (7,5)
Outono-inverno-início de primavera	27,0 Ab (1,6)	24,0 Ab (1,6)	25,5 b (1,1)
Final de primavera	17,5 Bb (5,9)	32,0 Ab (5,9)	24,8 b (3,9)
Verão de 2009	65,0 Ba (6,0)	89,5 Aa (6,0)	77,3 a (4,2)
Média	44,0B (3,3)	57,0 A (3,3)	

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si (P>0,05).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

Nas duas alturas de resíduo, as maiores taxa de acúmulo de forragem foram registradas no verão de 2008 e no verão de 2009, sendo os menores valores registrados nas épocas de outono-inverno-início de primavera e final de primavera.

A taxa de acúmulo de lâminas foliares ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ de MS) variou em função da época do ano ($P=0,0016$) e da interação época do ano x interceptação luminosa ($P=0,0284$).

Pastos manejados a 95% IL apresentaram maiores taxas de acúmulo de lâminas foliares em relação aos pastos manejados a 100% IL no final de primavera e verão de 2009 (Tabela 3). Ao longo das épocas do ano, pastos manejados a 95% apresentaram a menor taxa de acúmulo de lâminas foliares no verão de 2009. Com relação aos pastos manejados a 100% IL, houve diminuição na taxa de acúmulo de lâminas foliares a partir do final de primavera.

Tabela 3 – Taxa de acúmulo de lâminas foliares do capim-mulato ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ de MS) submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Época do Ano	Interceptação Luminosa (%)		Média Época
	95	100	
Verão de 2008	43,0 Aa (4,3)	38,0 Aa (4,3)	40,5 a (3,0)
Outono-inverno-início de primavera	41,5 Aa (4,3)	36,5 Aa (4,3)	39,0 a (3,0)
Final de primavera	43,5 Aa (4,3)	27,5 Bbc (4,3)	35,5 a (3,0)
Verão de 2009	33,0 Ab (4,3)	19,0 Bc (4,3)	26,0 b (3,0)
Média	40,0 (2,8)	31,0 (2,8)	

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

A taxa de acúmulo de colmo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ de MS) variou em função da interceptação luminosa ($P=0,0038$), época do ano ($P=0,0038$) e das interações época do ano x interceptação luminosa ($P=0,0369$), época do ano x altura de resíduo ($P=0,0253$) e época do ano x interceptação luminosa x altura de resíduo ($P=0,0056$).

Pastos manejados a 100% IL apresentaram maiores taxas de acúmulo de colmo que pastos manejados a 95% IL (Tabela 4), em todas as épocas do ano, para as duas alturas de resíduos avaliadas. Não foi observada diferença na taxa de acúmulo de colmo nos pastos manejados pelas combinações 95/15 e 95/20 ao longo das estações do ano. Com exceção do verão de 2008, pastos manejados a 100/15 e 100/20 apresentaram diferença na taxa de acúmulo de colmo, sendo as maiores taxas registradas nos pastos manejados a 100% de IL e resíduo de 15 cm de altura.

Tabela 4 – Taxa de acúmulo de colmo do capim-mulato ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ de MS) submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Altura de Resíduo (cm)	Interceptação Luminosa (%)	
	95	100
Verão de 2008 (EPM = 3,3)		
15	4,0 Ba	16,0 Aa
20	2,5 Ba	11,5 Aa
Outono-inverno-início primavera (EPM = 1,7)		
15	1,5 Ba	15,5 Aa
20	3,5 Ba	9,0 Ab
Final primavera (EPM = 1,9)		
15	6,0 Ba	17,0 Aa
20	5,0 Ba	6,0 Ab
Verão de 2009 (EPM = 1,4)		
15	3,0 Ba	14,0 Aa
20	2,0 Ba	8,0Ab

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias de tratamento (IL/altura de resíduo) dentro da época do ano seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

A taxa de acúmulo de material morto ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ de MS) variou apenas em função da interceptação luminosa ($P=0,0183$), e pastos manejados a 95% IL apresentaram menor taxa de acúmulo de material morto ($9,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ de MS), em comparação com pastos manejados a 100% IL ($13,0 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{dia}^{-1}$ de MS).

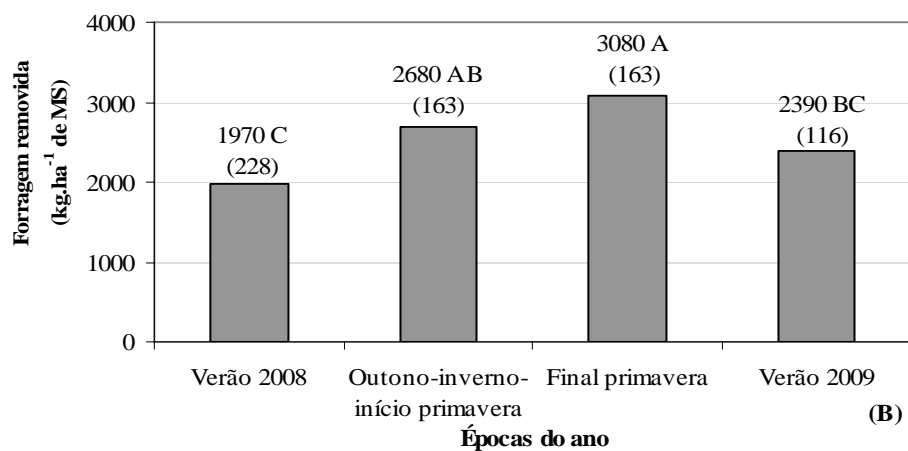
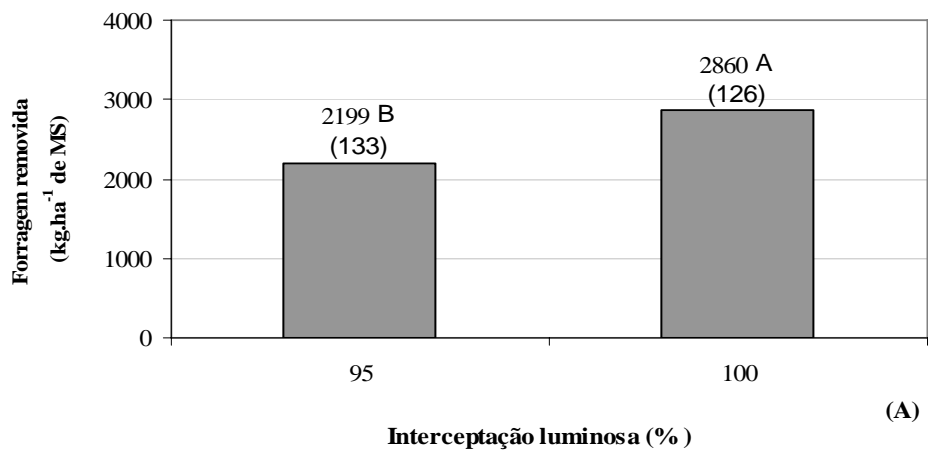
3.2. Forragem removida por pastejo, perdas por pastejo e eficiência de pastejo

Para a forragem removida houve efeito de interceptação luminosa ($P=0,0058$) e época do ano ($P=0,0050$). Pastos manejados a 100% IL proporcionaram maior quantidade de forragem removida quando comparados com pastos manejados a 95% IL (Figura 5A). Em relação às épocas do ano (Figura 5B), não foi observada diferença na forragem removida.

As perdas de forragem por pastejo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS) sofreram efeito da interceptação luminosa ($P<0,0001$), altura de resíduo ($P=0,0188$) e época do ano ($P<0,0001$) e da interação época do ano x interceptação luminosa ($P=0,0013$). Pastos manejados a 95% IL apresentaram menores valores de perdas de forragem quando comparados com 100% IL. Na média, esse valor chegou a ser 39% menor (Tabela 5). Em relação às estações do ano, tanto pastos manejados a 95% IL quanto pastos manejados a 100% IL tiveram maiores perdas no outono-inverno-início de primavera e final de primavera e menores perdas no verão de 2008 e verão de 2009.

Com relação às alturas de resíduo, foi observado que pastos manejados a 15 cm apresentaram maiores perdas de forragem por pastejo ($1120 \pm 38,1$ EPM), em comparação com pastos manejados a 20 cm ($980 \pm 38,1$ EPM).

Houve diferenças nas porcentagens dos componentes morfológicos das perdas de forragem. A porcentagem de lâminas foliares sofreu efeito da época do ano ($P<0,0001$). Para colmo houve efeito de interceptação luminosa ($P<0,0001$), altura de resíduo ($P=0,0121$) e época do ano ($P=0,0021$). A porcentagem de material morto foi influenciada pela interceptação luminosa ($P=0,0034$) e época do ano ($P=0,0002$).



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

Figura 5 – Forragem removida (kg.ha^{-1} de MS) em pastos de capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009.

Tabela 5 – Perdas de forragem por pastejo ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de MS) de capim-mulato, submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Época do Ano	Interceptação Luminosa (%)		Média
	95	100	
Verão de 2008	530 Bc (32,4)	790 Ac (29,9)	660 c (22,0)
Outono-inverno-início de primavera	1100 Ba (159,6)	1700 Aa (216,9)	1400 a (134,7)
Final de primavera	890 Bab (112,4)	1640 Aa (126,2)	1265 a (84,5)
Verão de 2009	660 Bb (52,9)	1100 Ab (53,6)	880 b (37,7)
Média	795 B (32,3)	1305 A (36,6)	

Verão de 2008 = 1º de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1º de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1º de janeiro a 31 de março de 2009.

Médias seguidas de mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem entre si ($P>0,05$).

Valores entre parênteses correspondem ao erro-padrão da média.

* Análise realizada em dados transformados (raiz quadrada)

Pastos manejados a 95% IL apresentaram menores porcentagens de colmo (25% menor) e de material morto (7% menor) na massa de forragem perdida durante o pastejo, em comparação com pastos manejados a 100% IL (Tabela 6). Em relação à altura de resíduo, observou-se que pastos manejados a 20 cm apresentaram menor porcentagem de colmo na massa de forragem perdida ($16,2 \pm 0,44$ EPM), quando comparado com pastos manejados a 15 cm ($18,2 \pm 0,44$ EPM).

Para as épocas do ano, maior porcentagem de lâminas foliares e de colmo foi registrada no verão de 2009. A menor participação de lâminas foliares na massa de forragem perdida foi registrada no outono-inverno-início de primavera, não diferindo do final de primavera; para colmo, tal fato aconteceu no verão de 2008 e outono-inverno-início de primavera. Com exceção do verão de 2009, não foi observada diferença na participação de material morto na massa de forragem perdida.

Tabela 6 – Porcentagem de componentes morfológicos (colmo e material morto) na massa de forragem perdida em pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo

Interceptação Luminosa (%)	Porcentagem de Componentes Morfológicos (%)	
	Colmo	Morto
95	14,8 b (0,4)	59,3 b (0,8)
100	19,7 a (0,4)	63,9 a (0,8)

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

Tabela 7 – Porcentagem de componentes morfológicos (lâminas, colmo e material morto) na massa de forragem perdida em pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009

Época do Ano	Porcentagem de Componentes Morfológicos (%)		
	Lâminas	Colmo	Morto
Verão de 2008	23,1 ab (1,3)	11,6 c (1,5)	65,4 a (2,6)
Outono-inverno-início de primavera	15,6 c (0,9)	15,9 bc (1,7)	67,3 a (3,1)
Final de primavera	20,1 bc (1,3)	17,8 b (1,0)	61,9 a (1,6)
Verão de 2009	24,1 a (0,8)	23,6 a (1,1)	51,9 b (1,4)

Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

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

A porcentagem de plantas invasoras nas perdas de forragem por pastejo é apresentada na Figura 9. Maior porcentagem de invasoras foi registrada no tratamento 100/15 (Figura 9A) e no bloco IV (Figura 9B).

A eficiência de pastejo foi influenciada pela interceptação de luz ($P<0,0001$) e época do ano ($P=0,0007$). Maior eficiência de pastejo foi registrada em pastos manejados a 95% IL (Figura 10A). Em relação às épocas do ano, não foi observada diferença na eficiência de pastejo (Figura 10B).

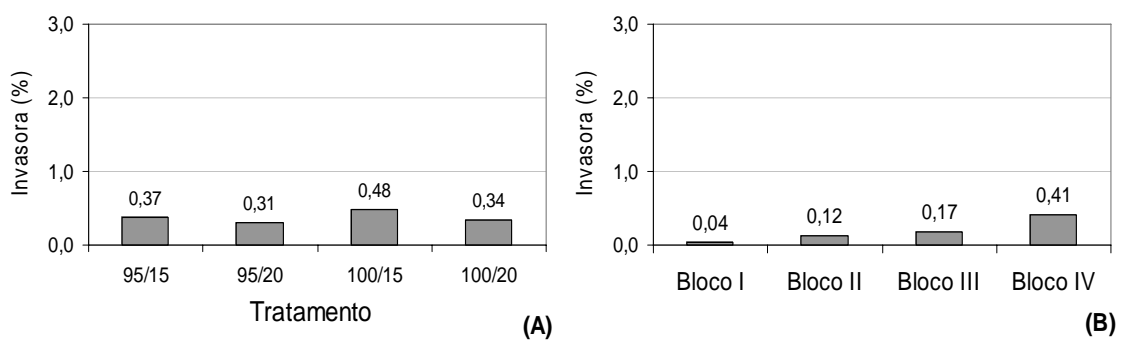
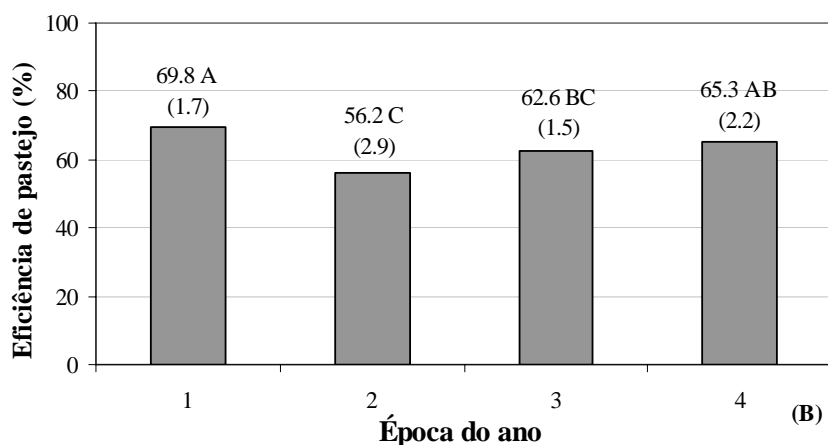
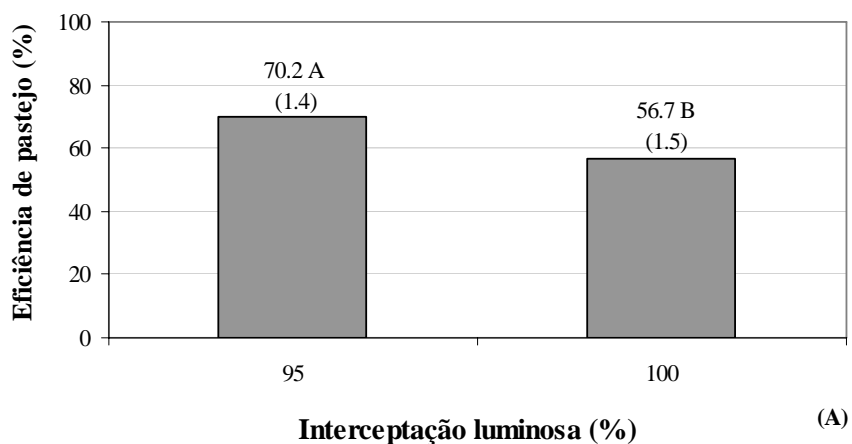


Figura 9 – Porcentagem de plantas invasoras (%) nas perdas de forragem por pastejo do capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo.



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

Figura 10 – Eficiência de pastejo (%) de pastos de capim-mulato submetidos a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a março de 2009.

4. DISCUSSÃO

Apesar das menores massas de forragem (apresentadas no capítulo 1) por ciclo de pastejo registradas nos pastos manejados a 95% IL, as médias diárias de acúmulo de forragem (Tabela 1) não foram afetadas pela interceptação luminosa ($P=0,7716$). Uma explicação para esse fato diz respeito à dinâmica de perfilhos, como relataram Barbosa et al. (2002). Segundo esses autores, é conhecido que a população de perfilhos está sujeita à compensação tamanho-densidade (CHAPMAN; LEMAIRE, 1993). Assim, pode haver aumento de tamanho dos perfilhos e redução na sua população ou, então, diminuição no tamanho dos perfilhos e aumento na sua população não alterando, dessa forma, a produtividade do pasto. Assim, observou-se que longos períodos de descanso (100% IL) não necessariamente levam à maior massa de forragem acumulada.

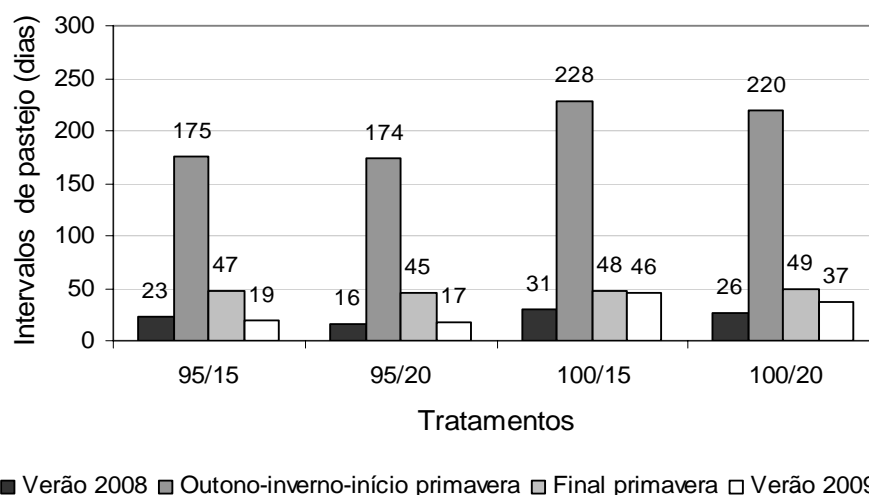
Carnevalli (2003), ao avaliar o capim-mombaça sob lotação intermitente, também observou que o acúmulo foi bastante próximo entre pastos manejados a 95% IL e 100% IL. Essa autora, no entanto, chamou a atenção para a diferença na composição morfológica da forragem acumulada.

Nas épocas do ano, as taxas de acúmulo de forragem apresentaram comportamento sazonal, e as maiores taxas de acúmulo ocorreram nas estações de maior crescimento das plantas (verão de 2008 e verão de 2009), enquanto as menores taxas de acúmulo de forragem aconteceram

durante o outono-inverno-início de primavera e final de primavera. Barbosa (2004) observou esse mesmo comportamento em capim-tanzânia sob lotação intermitente, relatando que as maiores taxas de acúmulo de forragem no verão diziam respeito à maior disponibilidade de fatores de crescimento (e.g. luz, temperatura, água), associadas a altas taxas de alongamento e aparecimento de folhas, além da maior densidade populacional de perfilhos. Santos et al. (1999) também verificaram maior acúmulo de forragem durante o período chuvoso do ano.

Menor taxa de acúmulo de forragem foi observada no final de primavera e, possivelmente, diz respeito ao déficit hídrico observado até o final de dezembro de 2008 (Figura 2).

As maiores taxas de acúmulo de forragem também estão associadas ao menor intervalo entre pastejos (Figura 11), observados no verão de 2008 e verão de 2009, que proporcionaram maior número de ciclos de pastejo.



Verão de 2008 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2008; outono-inverno-início da primavera = 1^o de abril a 15 de novembro de 2008; final da primavera = 16 de novembro a 31 de dezembro de 2008; e verão de 2009 = 1^o de janeiro a 31 de março de 2009.

Figura 11 – Intervalo de pastejo (dia) em pastos de capim-mulato submetido a estratégias de pastejo rotativo de janeiro de 2008 a abril de 2009.

Com exceção do outono-inverno-início de primavera (Tabela 2) observou-se que pastos manejados a 20 cm de resíduo apresentaram maiores taxas de acúmulo de forragem, em comparação com pastos manejados a 15 cm de resíduo. Esse fato pode ser explicado pela maior área foliar remanescente observada nos pastos manejados a 20 cm de resíduo e, possivelmente, contribuiu para que a meta de pré-pastejo fosse alcançada mais rapidamente, aumentando o número de ciclos de pastejo e, conseqüentemente, a taxa de acúmulo de forragem.

Em relação à composição da forragem acumulada do capim-mulato, observou-se comportamento decrescente na taxa de acúmulo de lâminas foliares em pastos manejados a 100% IL, ao longo do período experimental (Tabela 3).

Pastos manejados a 100% IL apresentaram as maiores taxas de acúmulo de colmo em todas as épocas do ano. Vale a pena ressaltar que não houve diferença na taxa de acúmulo de colmo nas duas alturas de resíduo avaliadas nos pastos manejados a 95% IL. Com relação aos pastos manejados a 100% IL, as maiores taxas de acúmulo de colmo foram observadas na combinação entre 100% IL e 15 cm de resíduo. Tal fato está associado aos altos intervalos de pastejo e reflete no resultado apresentado na Figura 8 do capítulo 1, quando foi demonstrada a dificuldade de rebaixamento dos pastos ao longo do período experimental, fato esse atribuído justamente ao alongamento de colmos, que não foi controlado por este tratamento.

Observou-se que a maior frequência de desfolhação (95% IL) controlou melhor a ocorrência de taxas elevadas de acúmulo de colmo. Comportamento semelhante foi verificado por Carnevalli (2003) e Pedreira (2007), nos capins Mombaça e Xaraés, respectivamente.

Com relação à taxa de acúmulo de material morto, maiores valores foram observados em pastos manejados a 100% IL. O maior acúmulo dos componentes morfológicos colmo e material morto e o menor acúmulo de lâminas foliares para essa condição de interceptação luminosa mostram que realmente há mudança caracterizada por considerável aumento nas taxas de alongamento de colmo e de senescência, assim como diminuição na taxa de aparecimento e alongamento foliar a partir do momento que o dossel

forrageiro intercepta mais que 95% IL. Além disso, a maior taxa de acúmulo de colmos e material morto observadas na condição de 100% IL pode reduzir o valor nutritivo da forragem produzida, fato esse observado por Bueno (2003). Logo, verifica-se que é de suma importância a definição do momento adequado para interromper a rebrotação dos pastos, com o objetivo de aproveitar a fase de elevado acúmulo de lâminas foliares e, ao mesmo tempo, controlar o acúmulo de colmo.

Segundo Carnevalli (2003), a eficiência no processo de pastejo não se restringe apenas em determinar o acúmulo de massa de forragem e sua composição morfológica. Faz-se necessário conhecer, também, a eficiência de colheita dessa forragem produzida, que pode ser determinada por meio da quantificação das perdas promovidas pela ação do pastejo. Assim, pode-se dizer que, de toda forragem acumulada durante o período de rebrotação, apenas parte foi colhida pelos animais durante o pastejo, e pastos manejados a 100% IL foram os que proporcionaram maior quantidade de forragem colhida ou removida (23% maior que pastos manejados a 95% IL), particularmente nas estações de outono-inverno-início de primavera e final de primavera (Figura 5).

Em contrapartida, nem toda forragem removida foi efetivamente ingerida pelos animais, havendo perdas de forragem por pastejo. Assim, apesar de os tratamentos de 100% IL terem proporcionado maior quantidade de forragem removida, esse tratamento também apresentou maiores perdas de forragem (Tabela 5), principalmente nos meses de outono-inverno-início de primavera e final de primavera, quando houve menor porcentagem de lâminas foliares e maior porcentagem de colmo e material morto na massa de forragem.

Também, foi observado intenso acamamento dos pastos manejados a 100% IL, devido a danos físicos, fato que contribuiu para aumento das perdas por pastejo e diminuição da eficiência de pastejo (Figura 10). Carnevalli et al. (2006) relataram haver relação inversa entre eficiência de pastejo e elevada massa de forragem dos pastos, fato também constatado por Braga et al. (2007) ao avaliarem o capim-marandu sob diferentes ofertas de forragem.

Corrêa e Maraschin (1994) observaram que a eficiência de pastejo varia devido a alterações na quantidade da forragem perdida pelo pastejo e pisoteio. Como os tratamentos de 95% IL apresentaram 39% menos perdas de forragem, isso gerou maior eficiência de pastejo com esse tratamento (Figura 10). Assim, observou-se que a maior massa de forragem registrada em pastos manejados a 100% IL não favoreceu a taxa de acúmulo e o consumo de forragem pelos animais, ou seja, não favoreceu a eficiência de pastejo. Assim, em termos práticos, o manejo racional de pastagens deve corresponder a uma combinação entre frequência e severidade de pastejo que permita produção de forragem e colheita dessa forragem, produzida de forma a assegurar a rebrotação rápida do pasto, diminuir perdas devido ao processo de senescência e pastejo, além de gerar bons resultados em termos de produção animal.

Tal abordagem é complexa e particular a cada planta forrageira, mas tem gerado bons resultados e possibilitado avanços nas pesquisas com plantas forrageiras tropicais.

5. CONCLUSÃO

Estratégias de pastejo afetaram a taxa de acúmulo e composição morfológica da forragem acumulada, e, no caso de capim-mulato, pastejos realizados na frequência de 95% IL resultaram em maior produtividade e maior eficiência de pastejo, não havendo grandes diferenças quanto à severidade (15 e 20 cm de altura) de pastejo, o que possibilita a flexibilidade de manejo.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B.; REGAZZI, A.J.; FONSECA, D.M. Características morfogênicas e acúmulo de forragem do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) em dois resíduos forrageiros pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.583-593, 2002.

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

BUENO, A.A.O. **Características estruturais do dossel forrageiro, valor nutritivo e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente**. 2003. 124 f. Tese (Mestrado – Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 136 f. Tese (Doutorado – Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2003.

CARNEVALLI, R.A.; Da SILVA, S.C.; OLIVEIRA, A.A.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, J.; SILVA, G.V.; MORAES, J.P. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça pastures under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, p.165-176, 2006.

CHAPMAN, D.F.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plants regrowth after defoliation. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17.,1993, New Zealand. **Proceedings...** New Zealand, 1993. p.93-104.

CORRÊA, F.L; MARASCHIN, G.E. Crescimento e desaparecimento de uma pastagem nativa sob diferentes níveis de oferta de forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.10, p.1617-1623, 1994.

Da SILVA, S.C. Understanding the dynamics of herbage accumulation in tropical grass species: the basis for planning efficient grazing management practices. In: SIMPÓSIO EM ECOFISIOLOGIA DAS PASTAGENS E ECOLOGIA DO PASTEJO, v.2, 2004, Curitiba. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2004. CD-ROM.

Da SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; FONSECA, D.M. (Eds.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, 1., 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2006. p.1-42.

DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.121-138, 2007. Ssuplemento especial.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALLE, C.B.; BARBOSA, R.A.; GONÇALVES, W.V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.12, p.1805-1812, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação, 1999. 412 p.

GOOGLE EARTH. Software: *Google® Earth* – acesso *online* em 12/02/2008.

HILLESHEIM, A.; CORSI, M. Capim elefante sob pastejo: Il fatores que afetam as perdas e utilização de matéria seca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.25, n. 9, p.1233-1246, 1990.

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

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

LI-COR. **Plant canopy analyzer**: LAI-2000; operating manual. Lincoln, 1992. 179p.

LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W.; WOLFINGER, R.D. **SAS system for mixed models**. Cary: SAS Institute, 1996. 633 p.

MISLEVY, P.; MOTT, G.O.; MARTIN, F.G. Screening perennial forages by mob-grazing technique. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., 1981, Lexington. **Proceedings**. Lexington, 1981. p.516-519.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; ADESE, B. Acúmulo de biomassa na pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004. **Anais...** Visconde do Rio Brando. Editora Suprema, 2004. p.289-346.

OMETTO, J.C. **Registros e estimativas dos parâmetros meteorológicos da região de Piracicaba, SP**. Piracicaba, SP: FEALQ, 1989. 76 p.

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. **The Journal of Applied Ecology**, v.20, n.1, p.127-139, 1983.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.; DA SILVA, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.281-287, 2007.

SANTOS, P.M.; Corsi, M.; Balsalobre, M.A.A. Efeito da Frequência de Pastejo e da Época do Ano sobre a Produção e a Qualidade em *Panicum maximum* cvs. Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.244-249, 1999.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT. **User's guide statistics**. Versão 9, 0. ed., Cary, USA: v.1, 2, 1990.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; PEREIRA, L.E.T. Crescimento da planta forrageira: Aspectos relativos ao acúmulo e valor nutritivo da forragem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, XV, 2009, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2009. p.37-59.

SOUZA JÚNIOR, S.J. **Estrutura do dossel, interceptação de luz e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte**. ESALQ, 2007. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP. Orientador: Professor Sila Carneiro da Silva.

THORNTHWAITE, C.W.; MATHER, R.J. **The water balance**. Centerton New Jersey, NJ, USA, 1955.

WELLES, J.M.; NORMAN, J.M. Instrument for indirect measurement of canopy architecture. **Agronomy Journal**, Madson, v.83, n.5, p.818-825, 1991.

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

CONCLUSÕES GERAIS

Este trabalho corrobora resultados recentes com plantas forrageiras tropicais que têm demonstrado a importância de se controlar e definir o manejo do pastejo com base em metas de condições de pasto e a importância do conhecimento de padrões de variação da estrutura do dossel forrageiro.

Os resultados deste estudo mostraram que aumentos de quatro unidades na meta de IL utilizada no pré-pastejo, associadas a condições edafo-climáticas proporcionam padrões de variação na estrutura do dossel (descrita no capítulo 1) assim como mudanças significativas na composição morfológica da forragem acumulada, perdas por pastejo e eficiência de pastejo (capítulo 2) do capim-mulato.

Períodos de rebrotação superiores a 95% IL não trouxeram benefícios para a produção de forragem, velocidade de rebrotação e estrutura do dossel e, sim, implicações negativas em termos de composição da forragem, perdas por pastejo e eficiência de pastejo. Assim, para capim-mulato sob a lotação rotativa, as melhores respostas em termos de estrutura, produção e eficiência foram obtidas pela frequência de 95% IL (associada à altura de 30 cm) e severidades de 15 e 20 cm.

ANEXOS

Anexo 1 – Descrição do capim-mulato segundo a portaria do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

SERVIÇO NACIONAL DE PROTEÇÃO DE CULTIVARES – SNPC

Cultivar:

Mulato

Nome científico da espécie:

Brachiaria spp.

Nome comum da espécie:

Braquiária

Nº Processo:

21806.000277/2002

Situação:

Proteção Definitiva

Nº Certificado:

387

Início da proteção:

21/08/2002

Término da proteção:

21/08/2017

Titular:

CIAT

Endereço: Av. Jânio da Silva Quadros, 415

Brasil, Campinas, SP

Representante Legal:

Antônio Adalberto Kaupert Junior

Endereço: Av. Andrade Neves, 2414. – conj. 23. Fone (19) 3242-9060

Melhoristas:

John W. Miles

Arquivos Digitais

[28255.PDF](#) – DIÁRIO OFICIAL – 10/11/2005

[28238.PDF](#) – DIÁRIO OFICIAL – 03/02/2002

[28235.PDF](#) – DIÁRIO OFICIAL – 26/11/2002

[28224.PDF](#) – DIÁRIO OFICIAL – 21/08/2002

[28251.PDF](#) – CERTIFICADO DE PROTEÇÃO DE CULTIVARES –
30/01/2003

[28221.PDF](#) – AVISO – 19/08/2002

Anexo 2 – Adubação nitrogenada (kg/piq de N), realizada em cada piquete e respectiva data de aplicação durante o período de janeiro a abril de 2008

Trat.*	Bloco	Parcelamento da Adubação Nitrogenada**									
		Data	kg/piq	Data	kg/piq	Data	kg/piq	Data	kg/piq	Data	kg/piq
95/20	I	12/1/08	12,00	28/1/08	4,80	15/2/08	4,48	26/2/08	3,39	18/3/08	5,28
	II	01/2/08	18,24	15/2/08	3,20	26/2/08	3,10	09/3/08	3,39	28/3/08	4,64
	III	04/2/08	19,52	17/2/08	3,20	05/3/08	4,03	18/3/08	3,10	09/4/08	2,80
	IV	15/2/08	21,60	05/3/08	4,96	09/4/08	6,00	-	-	-	-
95/15	I	28/1/08	16,32	19/2/08	5,76	09/3/08	4,97	28/3/08	5,60	-	-
	II	21/1/08	14,08	17/2/08	7,68	07/03/08	5,28	01/4/08	5,60	-	-
	III	02/2/08	18,56	05/3/08	8,32	09/4/08	5,70	-	-	-	-
	IV	07/2/08	20,48	05/3/08	6,72	09/4/08	5,40	-	-	-	-
100/20	I	20/1/08	13,76	21/2/08	9,28	21/3/08	7,36	17/4/08	2,17	-	-
	II	04/2/08	19,52	05/3/08	8,00	28/3/08	4,99	-	-	-	-
	III	06/2/08	20,16	28/2/08	6,08	01/4/08	6,30	-	-	-	-
	IV	21/2/08	24,32	21/3/08	8,00	-	-	-	-	-	-
100/15	I	02/2/08	18,88	07/3/08	9,28	29/3/08	4,64	-	-	-	-
	II	04/2/08	19,52	09/3/08	9,60	-	-	-	-	-	-
	III	15/2/08	21,60	21/3/08	9,28	-	-	-	-	-	-
	IV	15/2/08	21,60	21/3/08	10,24	-	-	-	-	-	-

* Tratamento – Interceptação luminosa (%) vs. resíduo (cm).

**Foi utilizado nitrato de amônio com 32% N.

Anexo 3 – Adubação nitrogenada (kg/piq de N) realizada em cada piquete, no pós-pastejo e sua respectiva data de aplicação durante o período de outubro de 2008 a abril de 2009

Trat.*	Bloco	Parcelamento da Adubação Nitrogenada**													
		Data	kg/piq	Data	kg/piq	Data	kg/piq	Data	kg/piq	Data	kg/piq	Data	kg/piq	Data	kg/piq
95/20	I	24/10/08	3,60	28/12/08	12,29	18/1/09	4,16	03/2/09	3,07	10/2/09	1,34	10/3/09	4,05	23/3/09	4,05
	II	04/11/08	5,71	31/12/08	12,68	19/1/09	3,30	03/2/09	2,88	13/2/09	1,92	10/3/09	3,14	29/3/09	3,14
	III	28/10/08	4,56	02/1/09	13,07	20/1/09	2,59	05/2/09	3,07	19/2/09	2,68	10/3/09	3,40	29/3/09	3,40
	IV	30/10/08	4,75	06/1/09	13,47	25/1/09	3,84	13/2/09	3,64	17/3/09	7,10	-	-	-	-
95/15	I	26/10/08	4,17	29/12/08	0,00	21/1/09	4,41	06/2/09	3,07	17/2/09	2,11	13/3/09	9,31	09/4/09	9,31
	II	30/10/08	4,75	27/12/08	11,14	18/1/09	3,84	03/2/09	3,07	17/2/09	2,68	18/3/09	3,45	09/4/09	3,45
	III	02/11/08	5,13	10/1/09	13,67	28/1/09	3,45	19/2/09	4,22	14/3/09	3,16	09/4/09	3,16	-	-
	IV	27/10/08	4,36	06/1/09	14,07	28/1/09	4,22	13/2/09	3,04	17/3/09	3,56	09/4/09	3,56	-	-
100/20	I	03/11/08	5,52	05/1/09	12,48	06/2/09	5,95	29/3/09	8,83	-	-	-	-	-	-
	II	27/11/08	9,36	08/1/09	9,11	09/2/09	5,95	23/3/09	8,25	-	-	-	-	-	-
	III	20/11/08	8,78	10/1/09	10,11	09/2/09	5,76	29/3/09	8,06	-	-	-	-	-	-
	IV	24/12/08	15,31	05/2/09	8,25	29/3/09	8,83	-	-	-	-	-	-	-	-
100/15	I	28/12/08	16,40	03/2/09	7,10	12/3/09	9,41	-	-	-	-	-	-	-	-
	II	16/11/08	8,02	05/1/09	9,91	10/2/09	6,91	24/3/09	7,87	-	-	-	-	-	-
	III	13/11/08	7,44	15/1/09	12,48	21/3/09	12,86	-	-	-	-	-	-	-	-
	IV	10/11/08	6,86	21/1/09	13,82	29/3/09	11,71	-	-	-	-	-	-	-	-

* Tratamento – Interceptação luminosa (%) vs. resíduo (cm).

**Foi utilizado nitrato de amônio com 32% N.