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

**Dinâmica de acúmulo de forragem e estrutura do dossel em
pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk sob lotação
contínua**

Aliedson Sampaio Ferreira

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

**Piracicaba
2010**

Aliedson Sampaio Ferreira
Engenheiro Agrônomo

**Dinâmica de acúmulo de forragem e estrutura do dossel em
pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk sob lotação
contínua**

Orientador:
Prof. Dr. **CARLOS GUILHERME SILVEIRA PEDREIRA**

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

**Piracicaba
2010**

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

Ferreira, Aliedson Sampaio

Dinâmica de acúmulo de forragem e estrutura do dossel em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk sob lotação contínua / Aliedson Sampaio Ferreira. - - Piracicaba, 2010.
82 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.
Bibliografia.

1. Capim braquiária - Morfologia 2. Forragem 3. Pastagens 4. Pastejo 5. Perfis de solo 6. Título

CDD 636.08422
F383d

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

Dedico

*Aos meus amados pais, **Manoel do Carmo Ferreira** e **Rita Maria Sampaio Ferreira**, pelos seus abraços que me protegem, por suas palavras que me ensinam, pela educação que me orienta, pelo afeto, carinho, ética e por sempre confiarem em mim.*

Estou aqui pelos senhores e farei de tudo por vocês...

Observa o teu culto a família e cumpre teus deveres para com teu pai, tua mãe e todos os teus parentes. Educa as crianças e não precisarás castigar os homens.

(Pitágoras)

Ofereço

*À minhas irmãs **Andréa**, **Arlene** e **Alderléa**, pelo amor e por tudo que já fizeram e fazem por mim.*

*Aos meus sobrinhos **Aléxia**, **Vinícius** e **Maria Rita** que inocentemente com seus sorrisos, nos motivam para crescer na vida.*

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida, pela saúde, pela força pra vencer os desafios e por sempre colocar no meu caminho pessoas amigas, companheiras com a mão estendida disposta à ajudar.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ) e à coordenação do Programa em Ciência Animal e Pastagens pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de estudos e auxílio pesquisa.

Ao professor Dr. Carlos Guilherme Silveira Pedreira, pela oportunidade de orientação, confiança e pelo exemplo de conduta profissional a ser seguido.

Ao Dr. Gustavo José Braga, pela oportunidade de realização do experimento na cidade de Brotas-SP, pela co-orientação em todas as fases deste trabalho, pela paciência, confiança que durante seis meses de trabalho tive a oportunidade de aprender, aplicar conhecimentos, gerenciar atividades, e também por ter me integrado ao seu ciclo de amizade, proporcionando vários momentos de descontração.

Ao Dr. Judson Ferreira Valentim, profissional exemplar, principal motivador que deu-me a primeira oportunidade, mostrou-me os primeiros caminhos da pesquisa com plantas forrageiras, e por sempre acreditar na minha capacidade de conquistar o que almejo. Ao Dr. Carlos Maurício Soares de Andrade, pela ajuda, apoio, confiança e oportunidade de integrar em suas linhas de pesquisa.

Aos colegas que muito me auxiliaram na fase experimental: Eliara Anaí, Josiane Gonçalves, Talles Pedegone, Adriano Luciani. Muito obrigado por toda ajuda, pelos momentos de muito trabalho e alegria, sem vocês esta etapa dificilmente seria cumprida.

À minha Amada Tatiane Loureiro, companheira, batalhadora e incentivadora constante para conquistarmos nossos objetivos. Aos seus familiares que também compartilham os nossos sonhos.

À minha avó Joceline e meu avô Lourival (*in memorian*), ela faz e ele já fez da vida um momento de ensinar, compartilhar experiências e mostrar que a vida, enquanto nos pertence, deve ser vivida intensamente.

Aos meus tios (as), primos (as), sobrinhos (as), pelo apoio. Aos nobres cunhados, verdadeiras autarquias capazes de proezas inquestionáveis e compartilhadores de bons momentos familiares.

Aos amigos João Dórea e Diego Galvani, parceiros de momentos de alegria e de ajuda mútua. Obrigado pela amizade formada, pela confiança conquistada e por durante esse tempo terem sido verdadeiros irmãos. Aos amigos Vinícius Gouveia, Renan Parmegiani, Lucas Jado, Clayton Mendes e Maurício Dantas, pela amizade e auxílios em diversos momentos.

Aos colegas do grupo de pesquisa GP²: Jorge Portela, Davi Aquino, Márcio Lara, Diego Pequeno, Marcos Schleiden, Murilo Magalhães, Bruno Pedreira, Felipe Tonato, Valdson, Débora, Damião e a todos estagiários pela ajuda, amizade e confiança creditada de cada um.

Aos colegas do laboratório de plantas forrageiras: Adenilson Paiva, Lilian Techio, Salim Jacaúna, Vitor Guarda, Cleonice, Leandro Barbero, Veridiana Limão, por ajuda, convivência e amizade.

Aos amigos de graduação, em especial ao Victoram Costa, Éllen Abud, Ana Paula Moraes, Maria Izabel, Geazí Pinto, Sonaira Souza, Samuel Luz, Marlo Araújo, Erlailson Costa, Rodrigo Magalhães, Adriana Veiga, Elizângela Barbosa, Sidnei, Mizael Vasconcelos, Lemuel Torres, Ana Lúcia, Wylles. Aos demais amigos, não menos importantes, Jônatas Vasconcelos, Paulo Beber, Glenda Abreu, Wagner de Moura, Cristhian Carcia, Edson Júnior, Maralina Torres, Stephanie, Rafael Clemêncio, Aliny Alencar, Altenira Maia, Quelyson, Cledson Reis, Jeovane, Rafael Carioca. Amigos de épocas, fases e momentos distintos, mas que mesmo distantes e com suas peculiaridades, me incentivaram, apoiaram e acreditaram na realização desta etapa.

Este trabalho além de conceitos técnicos tem em meio às suas páginas muita dedicação, perseverança, sonhos, saudade e muita vontade de ir mais longe. Portanto, para todos que me incentivaram e para os que quiseram me fazer desacreditar, **muito obrigado!!**

Aos perseverantes,

"...mas nós iremos achar um tom, um acorde com lindo som e fazer com que fique bom outra o nosso cantar, e a gente vai ser feliz, olhem nós outra vez no ar, o show tem que continuar..."

(Luiz Carlos da Vila/Sombrinha/Arlindo Cruz)

Aos que tem Fé,

"Quando chegas ao limite de toda luz que conheces, e estás a ponto de dar um passo na escuridão, FÉ é saber que uma dessas coisas vai acontecer: vai haver chão, ou vais ser ensinado a voar."

(Richard Bach)

Aos sonhadores,

"Sonhe com o que você quiser. Vá para onde você queira ir. Seja o que você quer ser, porque você possui apenas uma vida e nela só temos uma chance de fazer aquilo que queremos. Tenha felicidade bastante para fazê-la doce. Dificuldades para fazê-la forte. Tristeza para fazê-la humana. E esperança suficiente para fazê-la feliz."

(Clarice Lispector)

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
1.2 Hipótese	18
1.3 Objetivo	18
Referências	19
2 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PRODUTIVIDADE EM RESPOSTA À INTENSIDADE DE PASTEJO EM PASTAGENS DE <i>Brachiaria decumbens</i> Stapf. cv. BASILISK SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA	23
Resumo	23
Abstract	24
2.1 Introdução	25
2.2 Material e métodos	26
2.2.1 Local, delineamento experimental e tratamentos	26
2.2.2 Monitoramento da altura do dossel e massa de forragem.....	30
2.2.3 Estrutura do dossel e composição morfológica	31
2.2.4 Acúmulo de forragem	32
2.2.5 Análise e processamento dos dados.....	34
2.3 Resultados	34
2.3.1 Acúmulo de forragem, massa de forragem e composição morfológica.....	34
2.3.2 Interceptação luminosa, Índice de área foliar e ângulo foliar não destrutivos	41
2.4 Discussão	44
2.5 Conclusões.....	50
Referências	50
3 FLUXO DE TECIDOS E DENSIDADE POPULACIONAL DE PERFILHOS EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE DE PASTEJO EM PASTAGENS DE <i>Brachiaria decumbens</i> MANEJADAS SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA.....	54

Resumo	54
Abstract.....	55
3.1 Introdução.....	56
3.2 Material e métodos	57
3.2.1 Fluxo de Tecidos.....	57
3.2.2 Densidade Populacional de perfilhos.....	59
3.2.3 Análise e processamento dos dados	60
3.3 Resultados.....	60
3.3.1 Fluxo de tecidos.....	60
3.3.2 Densidade populacional de perfilhos	69
3.4 Discussão	73
3.5 Conclusões	79
Referências.....	79
4.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	82

RESUMO

Dinâmica de acúmulo de forragem e estrutura do dossel em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk sob lotação contínua

A produção das pastagens tropicais requer o acúmulo de forragem em quantidades satisfatórias bem como que sua eficiência de colheita seja maximizada. A otimização deste processo exige conhecimento integrado de informações sobre o processo produtivo, onde a altura do dossel, usada como ferramenta de manejo, está relacionada as respostas morfogênicas e estruturais do dossel, composição morfológica e produtividade da forragem, podendo ser útil para recomendação do manejo do pastejo. O objetivo deste estudo foi descrever e explicar o efeito da altura do dossel sobre a dinâmica de acúmulo de forragem e eficiência de pastejo em pastagens de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk) sob lotação contínua. O estudo foi realizado em Brotas-SP. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições e os tratamentos consistiram em três alturas de manejo, 10, 17,5, 25 cm. As unidades experimentais (144 m²) foram mantidas em alturas constantes de dossel utilizando a técnica de “mob grazing”. Foram avaliados (no ano e dentro de quatro estações) o acúmulo de forragem, massa de forragem, composição morfológica, estrutura do dossel, densidade de perfilhos e morfogênese. A maior produção total foi de 16660 kg MS ha⁻¹ nos dosséis de 25 cm. O acúmulo de forragem na altura de 10 cm foi 15 % maior do que o de 17,5 cm no verão. A massa de forragem esteve associada com a altura, e foi 46 % maior na altura de 25 cm em relação ao dossel de 10 cm. A proporção de lâmina foliar foi em média de 44 % na altura de 10 cm e de 40 % no verão. A proporção de colmos aumentou com o aumento da altura, com 42 % registrado verão nos dosséis de 25 cm. No ano, a proporção de material morto no outono e inverno foi semelhante em todos os tratamentos e no verão e primavera a maior proporção foi nos pastos de 17,5 e 25 cm. O IAF foi maior na altura de 25 cm no verão, outono e inverno e com IL em média de 97 %. Na altura de 10 cm a taxa de aparecimento de folhas foi maior do que nos pastos manejados a 25 cm. A duração de vida de folha foi maior no outono. Na altura de 25 cm a duração de vida da folha foi de 54 dias, enquanto que nos dosséis de 10 cm foi de 46 dias. A eficiência de pastejo não foi modificada pela altura, com valor médio de 64%. A altura modificou a densidade de perfilhos basais e reprodutivos, porém não alterou a densidade de perfilhos totais, variando nas estações (40 % a mais no verão do que no inverno). As respostas produtivas, estruturais e morfogênicas variaram em função das alturas de dossel utilizadas, podendo assim a altura ser utilizada como ferramenta de manejo do pastejo em pastagens de capim-braquiária manejados sob lotação contínua.

Palavras-chave: Produção; Interceptação luminosa; Altura do dossel; Densidade de perfilhos; Composição morfológica

ABSTRACT

Herbage accumulation dynamics and sward structure of *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk under continuous stocking

Tropical pasture production requires not only high levels of forage accumulation, but also that harvest efficiency be maximized. Optimizing this process requires an integrated knowledge with regard to information about the production steps, where sward height, used as a management tool, is intimately related with morphogenetic and structural responses, plant-part composition, and forage yield, and can be a useful grazing management guide. The objective of this research was to describe and explain the effect of sward height on the dynamics of forage accumulation and grazing efficiency in Basilisk signalgrass (*Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk) under continuous stocking. The trial was carried out in Brotas, SP, Brazil. The experimental design was completely randomized with four replications and treatments were four sward heights, 10, 17.5, and 25 cm. Experimental units (144 m²) were kept at constant heights using the mob grazing technique. During the experimental year and within four seasons, responses studied included herbage accumulation, herbage mass, plant-part composition, sward structure, tiller population density, and morphogenesis. The highest annual yield was 16660 kg DM ha⁻¹, from the 25-cm swards. Herbage yield at 10 cm height was 15% higher than at 17.5 cm in the summer. Herbage mass was associated with sward height, and was 46% higher at 25 cm compared with the 10-cm sward. Leaf blade proportion in the forage mass was 44% on average at 10 cm and 40% in summer forage mass. Stem proportion increased with increased height, and reached 42% of total forage mass in the 25-cm swards. Percent dead material was the same across treatments for the year average, but its proportion was higher in the 17.5- and 25-cm swards in the summer and autumn. Leaf area index was higher at 25 cm, in the summer, autumn, and winter, with mean sward light interception of 97%. At 10 cm, leaf appearance rate was higher than in the 25-cm swards. Leaf life span was higher in autumn. At 25 cm, leaf life span was 54 days whereas in the 10-cm swards it was 46 days. Grazing efficiency was not affected by sward height, averaging 64%. Height affected basal tiller and reproductive tiller population densities, but not total tiller population density, varying across seasons (40% more in the summer than in autumn). Productive, structural, and morphogenetic variables responded to sward height, and this suggests that height has potential use as a management tool for signalgrass under continuous stocking.

Keywords: Yield; Light interception; Canopy height; Tiller density; Morphological composition

1 INTRODUÇÃO

O potencial de produção animal da bovinocultura brasileira em sistemas dependentes do uso de pastagens está longe de ser alcançado. Isso advém, dentre outros motivos, da falta de conscientização, por parte de grande parte do setor produtivo, de que antes de investir em insumos que aumentem a produção de maneira absoluta, é necessário capacitar-se para controlar a colheita de forragem pelos animais, de forma a otimizar a transformação da forragem produzida em produto animal (NABINGER, 2002). Apesar de significativos avanços na pesquisa do manejo do pastejo com gramíneas tropicais de importância econômica (HODGSON E DA SILVA, 2002), estudos nesse tema com diversas espécies de relevância para a pecuária nacional, ainda são escassos, inclusive com a mais cultivada delas, o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk).

O capim-braquiária, é um ecótipo originário de Uganda, África, mas levado para a Austrália em 1930 e lá foi registro como cv. Basilisk, e foi introduzido pelo Instituto de Pesquisas Internacionais (IRI) em Matão, SP, no início da década de 1960 (FONSECA & MARTUSCELLO, 2010). Na década de 1970 disseminou pelo Brasil, e em grande parte foi responsável nos últimos 30 anos pelo aumento na taxa de lotação média de 0,3 para 1 cabeça ha⁻¹ (MACEDO, 2004). Tolerante à baixa fertilidade do solo, chega a produzir cerca de 16 t de forragem ha⁻¹ ano⁻¹, em sua quase totalidade durante a estação chuvosa (FAGUNDES et al., 2005). Em Campo Grande - MS, sob condições experimentais, a produtividade animal em pastagens de capim-braquiária atingiu 600 kg ha⁻¹ ano⁻¹ peso vivo (média de três anos), resultado similar ao obtido em pastagens de capim Marandu [*B. brizantha* (Hochst ex A. RICH.) Stapf.] cv. Marandu], que nos dois primeiros anos proporcionou valores superiores, mas ao final do experimento apresentou diminuição de sua capacidade de suporte, o que não ocorreu nas pastagens de capim-braquiária (VALLE et al., 2000).

Dentre as espécies do gênero *Brachiaria*, o capim-braquiária responde atualmente por cerca de 55% da área cultivada com pastagens no Brasil Central (MACEDO, 2004). A suscetibilidade à cigarrinha das pastagens (*Zulia entreciania*, *Deois fravopicta* e *Deois schac*), a ocorrência de casos de fotossensibilização hepatógena em

bovinos, além do lançamento de diversos novos cultivares considerados mais produtivos e livres de tais problemas levou a uma diminuição na área plantada com essa espécie nos últimos anos. Apesar disso, o capim-braquiária permanece como uma das espécies de maior participação (6%) no mercado brasileiro de sementes, ainda que bastante inferior ao volume comercializado de sementes do capim-Marandu, que responde por cerca de 44% do mercado nacional (VALLE et al., 2004).

Apesar de ter sido alvo de um conjunto razoável de trabalhos de pesquisa (e.g., CORSI et al., 1994; CAVALCANTE et al., 2002), o capim-braquiária permanece até hoje relativamente pouco estudada no tocante a aspectos ecofisiológicos relacionados a recomendações práticas de manejo da desfolhação. Isso é relevante, pois essa espécie é uma das gramíneas forrageiras mais indicadas para áreas de baixa fertilidade do solo, e também para a prática do diferimento de pastagens. Historicamente, é vinculada a sistemas de produção extensiva sob lotação contínua, embora haja interesse na intensificação de seu uso através da adubação nitrogenada (FREIRE et al., 2004).

Nas últimas décadas, estudos de pastejo com o capim-braquiária abordam, em sua grande maioria, aspectos como taxa de lotação, oferta de forragem e suplementação protéico-energética, com prioridade de discussão para as respostas em desempenho animal, sem uma descrição mais detalhada da resposta animal frente às condições do recurso forrageiro, no que toca a estrutura do dossel, valor nutritivo, massa de forragem, etc. Isso resultou em escassez de informações objetivas sobre manejo da desfolhação do capim-braquiária, de modo que “recomendações” sobre a altura de resíduo pós-pastejo mais indicada variam de 10 a 25 cm (AGUIAR, 1998; COUTINHO FILHO et al., 2001) assumindo um caráter fortemente empírico e pouco elucidativo do manejo dessa espécie. No caso da frequência de desfolhação, as recomendações parecem ser, em sua grande parte, um tanto arbitrárias, baseadas em períodos de descanso (rebrotação) fixos, onde não se leva em consideração atributos relativo à condição da planta e/ou da comunidade vegetal. Em lotação contínua, tentativas não obtiveram sucesso na avaliação de estratégias de desfolhação em pastagens de o capim-braquiária (CAVALCANTE et al., 2002). Um dos estudos nesse tema, Cavalcante et al. (2002) verificaram que a variação da altura do dossel de 11 a 22 cm não influenciou a taxa de acúmulo de forragem ($47 \text{ kg forragem ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$), embora a

discussão dos resultados tenha sido limitada em razão da elevada variação dos dados. No entanto, estudos realizados por Fagundes et., (2005); Santos (2010) têm mostrado que o capim-braquiária associado a níveis de adubação nitrogenada, diferentes alturas de manejo, as respostas de produção, características estruturas, morfogênicas e composição morfológica são modificadas quando manejadas sob lotação contínua.

Hodgson (1990) sugere que o estudo de componentes do dossel, como perfilhos individuais, pode auxiliar no entendimento dos efeitos de estratégias de manejo do pastejo sobre as respostas e o comportamento de plantas forrageiras em pastagens. Para a devida compreensão da interrelação entre os componentes do sistema de produção em pastagens é importante ter conhecimento das características estruturais do dossel forrageiro. Na lotação contínua, tanto o crescimento como a utilização da forragem estão intimamente relacionadas a uma condição específica do dossel (BIRCHAM & HODGSON, 1983). Essa constatação sugeriu a adoção de técnicas de manejo baseadas na manutenção da condição da pastagem, principalmente altura de dossel, e permitiu estimativas confiáveis acerca das respostas relativas à produção de forragem e ao desempenho animal em pastagens com espécies forrageiras de clima temperado (WRIGHT E WHYTE, 1989) e, mais recentemente, com espécies tropicais (CARNEVALLI et al., 2001).

No início da década de 1990, em encontro sobre capins do gênero *Brachiaria*, Vieira & Vieira (1991) sugeriram que trabalhos futuros de pesquisa deveriam abordar não só o desempenho animal, mas a relação entre produção e parâmetros relativos à espécie forrageira no intuito de não somente constatar resultado, e sim também explicá-los. No caso específico do capim-braquiária, o estudo da flexibilidade de uso, em termos de manejo da desfolhação, garantiria não só estimativas confiáveis sobre a sua persistência, valor nutritivo, acúmulo de forragem e desempenho animal, como também poderia trazer informações sobre o controle da cigarrinha das pastagens e de surtos de fotossensibilização hepatógena, fatores muitas vezes associados a dosséis de altura elevada, auto-sombreamento excessivo e presença de folhas mortas, condições predisponentes para o desenvolvimento do fungo causador de doenças (SCHENK, 1987; VALÉRIO et al., 2001).

A ampla gama de opções de espécies forrageiras para o Brasil, na qual se inclui o capim-braquiária, contrasta com a carência de informações quanto às respostas funcionais dessa espécie quando submetida ao pastejo sob lotação contínua, o que contribui para um quadro comum de inoperância das técnicas de manejo de desfolhação vigentes (LUPINACCI, 2003). A dificuldade de manejo de muitas espécies tropicais, dada a estacionalidade de produção, excessivo alongamento de colmos e instabilidade na consorciação com outras espécies, não pode ser vista como empecilho à geração de informações baseadas em atributos das plantas e/ou da comunidade vegetal como altura do dossel e massa de forragem, que produzirão uma base sólida de informações para o planejamento e monitoramento de estratégias de desfolhação (HODGSON E DA SILVA, 2002). Para isso, é importante que se reconheçam nas espécies tropicais os fatores fundamentais envolvidos na dinâmica de acúmulo de forragem e eficiência de utilização, e que, ao mesmo tempo, possam subsidiar estratégias racionais e cientificamente embasadas, de desfolhação em lotação contínua.

1.2 Hipótese

As respostas produtivas, morfogênicas e a eficiência de pastejo do capim-braquiária são afetadas pela altura do dossel mantida constante em lotação contínua.

1.3 Objetivo

Descrever e explicar o efeito da altura do dossel sobre a dinâmica de acúmulo de forragem e estrutura do dossel em pastagens de capim-braquiária mantidas sob lotação contínua.

Referências

- AGUIAR, A.P.A. **Manejo de pastagens**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária, 1998. 139p.
- BIRCHAM, J.S.; HODGSON, J. The influence of sward conditions on rate of herbage growth and senescence in mixed swards under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 38, p. 323-330, 1983.
- BROUGHAM, R.W. Effect of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, Austrália, v.7, p. 377-387, 1956.
- CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim-Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 150p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- 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**, Brasília, v. 36, n. 6, p. 919-927, 2001.
- CAVALCANTE, M.A.B.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, R.; GRASSELLI, L.C. Características morfogênicas e estruturais do relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob pastejo, em diferentes alturas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.
- CORSI, M.; BALSALOBRE, M.A.; SANTOS, P.M.; SILVA, S.C. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de brquiária. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 249-266.
- COUTINHO FILHO, J.L.V.; JUSTO, C.L.; PERES, R.M. Efeito da suplementação protéica/energética sobre o desenvolvimento ponderal de fêmeas pastejando *Brachiaria decumbens* durante o ano (seca e águas). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. CD-ROM.
- Da SILVA, S.C.; CORSI, M. Manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20, Piracicaba, 2003. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 155-186.

DURU, M.; DUCROCQ, H.; FABRE, C.; FEUILLERAC, E. Modeling net herbage accumulation of an orchardgrass sward. **Agronomy Journal**, Madison, v. 94, p. 1244-1256, 2002.

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

FREIRE, F.M.; VIANA, M.C.; FERREIRA, J.J.; MACÊDO, G.A.R.; PURCINO, H.M.A.; VENTURIN, R.P. Resposta da *Brachiaria decumbens* à adubação nitrogenada, sob pastejo rotacionado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Utilização de manejo de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 808-825.

HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. New York: John Wiley, 1990. cap.5, p. 38-54: Herbage production and utilization.

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

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

LUPINACCI, A.V. Lançamento de cultivares de plantas forrageiras: uma visão crítica. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20, Piracicaba, 2003. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 83-104.

MACEDO, M.C.M. Análise comparativa de recomendações de adubação em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20. Piracicaba, 2004. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2004. p. 317-356.

MEIRELLES, P.R.L.; BATISTA, L.A.R.; MOCHIUTTI, S. Produção de matéria seca e proteína bruta em *Andropogon gayanus* cv. Baeti nos cerrados do Amapá. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001. Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 93-95.

NABINGER, C. Manejo da desfolha. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., 2002. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p. 133-158.

NASCIMENTO Jr., D.; BARBOSA, R.A.; MARCELINO, K.R.A.; NETO, A.F.; DIFANTE, G.S.; LOPES, B.A. A produção animal em pastagens no Brasil: uso do conhecimento técnico e resultados. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20., 2003. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 1-82.

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

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M. da; SILVA, G.P.; PIMNETEL, R.M.; CARVALHO, V.V. de; SILVA, S.P. da. Estrutura do pasto de capim-braquiária com variação de alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.39, n. 10, p. 2125-2131, 2010.

SCHENK, M.A.M. Aspectos gerais da fotossensibilização hepatógena em bovinos. In: Encontro sobre capins do gênero *Brachiaria*, 1986. Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1987. p. 243-252.

VALÉRIO, J.R.; CARDONA, C.; PECK, D.C.; SOTELO, G. Spittlebugs: bioecology, host-plant resistance and advances in IPM. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001. São Pedro. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 217-222.

VALLE, C.B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S.; CANÇADO, L.J. O papel da biotecnologia de forrageiras para a produção animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004. Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 17., 2000. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 65-108.

VIEIRA, J.M.; VIEIRA, A. Desempenho produtivo de animais pastejando capins do gênero *Brachiaria*. In: ENCONTRO SOBRE CAPINS DO GÊNERO *BRACHIARIA*, 2., 1991. Nova Odessa. **Anais...** Nova Odessa: Instituto de Zootecnia, 1991. p. 187-261.

WRIGHT, I.A.; WHYTE, T.K. Effects of sward surface height on the performance of continuously stocked spring-calving beef cows and their calves. **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 44, p. 259-266, 1989.

2 CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PRODUTIVIDADE EM RESPOSTA À INTENSIDADE DE PASTEJO EM PASTAGENS DE *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. BASILISK SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA

Resumo

A otimização da produção das pastagens exige o entendimento de como características estruturais influenciam a dinâmica de produção de forragem. A utilização da altura do dossel como ferramenta de manejo tem se mostrado útil nas gramíneas tropicais, possibilitando associá-la com as respostas produtivas, estruturais e fisiológicas, podendo ser útil para recomendação do manejo do pastejo. O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito da altura do dossel sobre a estrutura do dossel e a produção de forragem em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk sob lotação contínua. O estudo foi realizado em Brotas-SP. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições e os tratamentos consistiram em três alturas de dossel, 10, 17,5, e 25 cm mantidas constantes. As unidades experimentais (144 m²) foram pastejadas utilizando a técnica de “mob grazing”. Foram avaliadas o acúmulo de forragem, taxa de acúmulo de forragem, composição morfológica, índice de área foliar (IAF), interceptação luminosa (IL) e ângulo foliar. A produção total, a taxa de acúmulo de forragem e a massa de forragem variaram em função da altura. Altura não afetou a taxa de acúmulo de forragem no verão, no outono e no inverno. A proporção de lâminas foliares na forragem foi maior na altura de 10 cm, representando 44 % da forragem. A fração colmo aumentou com a elevação da altura principalmente no verão, com participação de 42 % no dossel de 25 cm. A proporção de material morto no outono e no inverno foi semelhante em todos os tratamentos, porém no verão e na primavera foi o principal componente nos pastos de 17,5 e 25 cm, em média 43 e 48 %, respectivamente. A 10 cm a proporção de colmos foi menor, em média de 34 %. O IAF esteve associado com a altura dos pastos, com valores médios de 1,1 a 2,5 para pastos mantidos a 10 e 25 cm, respectivamente. O IAF de 2,5 obtido nos pastos manejados a 25 cm correspondeu a valores de interceptação luminosa média de 97 %. O ângulo foliar variou com a altura e com a estação. Dosséis mantidos a 10 cm apresentaram valores de ângulo foliar de 57°, e nos pastos de 25 cm o valor foi de 47°. Na primavera foram registrados os maiores ângulos foliares e no verão os menores. O capim-braquiária deve ser manejado em alturas variando de 10 a 17,5 cm. O manejo do pastejo sob lotação contínua deve priorizar altura de dossel que mantenha elevada proporção de lâminas foliares e menores proporções de colmos e material morto.

Palavras-chave: Índice de área foliar; Interceptação luminosa; Massa de forragem; Acúmulo de forragem; Altura do dossel

Abstract

The development of proper understanding of how sward structure affects forage production dynamics is key to the improved utilization of tropical pastures. The use of sward height as a management tool has been proposed for tropical pastures, and has been associated with productive, structural, and physiological responses, which makes it a useful guideline for grazing management. The objective in this research was to study the effect of sward height on its structure as well as on herbage yield of pastures of *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk under continuous stocking. The trial was carried out in Brotas, SP, Brazil. The experimental design was completely randomized with four replications and treatments were four sward heights, 10, 17.5, and 25 cm. Experimental units (144 m²) were kept at constant heights using the mob grazing technique. Responses studied included total and seasonal forage accumulation, accumulation rates, herbage mass, plant-part composition, leaf area index (LAI), light interception (LI), and foliage angles. In general, total yield, accumulation rates, and herbage mass were affected by sward height. Height did not impact herbage accumulation rates in the summer, autumn, and winter. Leaf blade percentage in the herbage mass was highest at 10 cm (44% of total forage). Stem percentage increased with increased height, mainly in the summer, comprising 42% of the mass in the 25-cm swards. Dead material percentage in autumn and winter was similar across treatments, although in the summer and spring, it was a major component in the 17.5 and 25-cm swards, averaging 43 and 48%, respectively. At 10 cm, stem proportion was lower, averaging 34%. LAI was associated with sward height, averaging 1.1 to 2.5 in swards kept at 10 and 25 cm, respectively. The 2.5 LAI measured in the 25-cm swards corresponded to an average LI of 97%. Leaf angle varied with height and season. Swards kept at 10 cm had mean leaf angle of 57°, and those at 25 cm, 47°. Greater and small leaf angles were measured in spring and summer, respectively. Signalgrass should be managed between 10 and 17.5 cm height, and management under continuous stocking should emphasize a condition that favors high leaf proportion and less stem and dead material.

Keywords: Leaf area index; Light interception; Forage mass; Forage accumulation; sward height

2.1 Introdução

A busca pela intensificação e otimização dos sistemas de produção animal em pastagens tem sido por muito tempo o foco principal para a elevação da produtividade. Embora os índices zootécnicos estejam muito aquém do ideal, a atividade agropecuária ainda é uma das que mais gera renda no setor primário. No entanto, apesar de ser uma atividade lucrativa, o progresso passa pelo refinamento de algumas etapas da produção, que devem ser melhor estudadas e exploradas, como por exemplo as pastagens.

As pastagens são a base alimentar mais abundante e prontamente disponível aos bovinos, mas ainda prevalecem no meio produtivo situações de escassez de informações sobre estratégias de manejo, fundamentadas em características estruturais, biológicas e ecofisiológicas para a maioria das gramíneas tropicais. No caso do capim-braquiária é sintomática a falta de recomendações de manejo mais precisos para otimizar sua utilização. Devido às práticas de manejo empregadas hoje parte das áreas de pastagens encontra-se em baixo potencial de produção, tornando-se necessária adoção de meios que possibilitem maximizar a produção de forragem, melhorar a eficiência de utilização e manter sua perenidade.

Gomide & Gomide (2001), sugeriram que a planta forrageira deve ser utilizada de forma racional, por meio de práticas de manejo eficientes que permitam alta produtividade e aproveitamento eficiente da forragem produzida, de modo a gerar máxima produtividade animal. Estes mesmos autores apontaram que o entendimento do índice de área foliar é extremamente importante, já que a produtividade das gramíneas forrageiras decorre da contínua emissão de folhas e perfilhos, processo importante para a restauração da área foliar após corte ou pastejo, e que garante a perenidade do pasto.

Como forma de maximizar a eficiência de uso da pastagem através do pastejo, a utilização da altura do dossel como ferramenta de manejo tem se mostrado útil nas gramíneas tropicais, pois possibilita uma alta correlação com a quantidade de luz que chega a base do dossel (FAGUNDES et al., (1999); PEDREIRA et al., (2007). Diversos

estudos têm demonstrado que quando um estande de plantas intercepta cerca de 95 % da luz incidente (IAF crítico) isso é um indicativo do momento ideal para a realização do pastejo (PENATI, 2002; CARNEVALLI, 2003) .

Sendo assim, o fundamento do manejo do pastejo consiste em encontrar balanço eficiente entre o crescimento da planta, consumo e a produção animal para manter estável o sistema de produção (HODGSON, 1990), e que maior proporção da dieta do animal seja composta por folhas, em vez de colmos e material morto (NASCIMENTO JÚNIOR & ADESE, 2004). Ramos (1997) também descreveu que as alterações morfológicas e fisiológicas decorrentes do crescimento e desenvolvimento das plantas forrageiras se fazem por meio da quantificação da participação dos componentes estruturais para caracterizar a forragem ofertada aos animais em pastejo, separando seus componentes em folha, colmo e material morto, pois a estrutura do dossel apresenta alta correlação com o consumo do animal em pastejo (STOBBS, 1973; MAZZANTI et al., 1994).

O entendimento das características ecofisiológicas de forma conjunta e integrada possibilita o planejamento de estratégias de desfolhação de forma criteriosa e com o melhor aproveitamento da forragem aumentando assim a produtividade animal, melhorando o sistema como um todo e garantindo a persistência da planta ao manejo adotado.

Diante disso, o objetivo foi descrever e explicar o efeito da altura do dossel sobre as variáveis que atuam na estrutura do dossel e a produção de forragem em pastagens de capim-braquiária manejadas sob lotação contínua.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Local, delineamento experimental e tratamentos

O estudo foi realizado na Unidade de Pesquisa e Desenvolvimento de Brotas – SP, pertencente ao Pólo Regional Centro-Oeste da Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio (APTA), localizado em Brotas, SP, a 22°16' S 48°70' W de longitude oeste, e a 650 metros de altitude. O clima no local é subtropical do tipo Cwa (verão quente,

chuvoso e inverno seco) segundo classificação de Köppen. O período experimental teve início em janeiro de 2009 e foi concluído em dezembro do mesmo ano.

O experimento foi conduzido numa pastagem de capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk) formada cerca de 20 anos antes (Figura 1). O solo da área experimental é classificado como Neossolo Quartzarênico distrófico (EMBRAPA, 1999), contendo 9% de argila, 33% de areia fina, 57% de areia grossa e 1% de limo. Quanto às propriedades químicas, possui na camada de 0 a 20 cm, 5 mg P dm⁻³, 3 mmol_c Ca dm⁻³, 3 mmol_c Mg dm⁻³, 2,0 mmol_c K dm⁻³, 42 mmol_c (H + Al) dm⁻³, 22 g M.O. dm⁻³, 16% de saturação por bases (V) e pH_(CaCl2) 4,2. Quanto aos micronutrientes, 0,13 mg B dm⁻³, 0,6 mg Cu dm⁻³, 152 mg Fe dm⁻³, 1,7 mg Mn dm⁻³ e 0,9 mg Zn dm⁻³.

Figura 1 – Vista geral da área experimental

Os dados pluviométricos e de temperatura (Figuras 2 e 3) foram coletados na estação meteorológica da prefeitura municipal de Brotas, distante cerca de 2 km da área experimental.

Figura 2 – Distribuição da precipitação em 2009

Figura 3 - Temperatura mínima e máxima mensal no município de Brotas, em 2009

Em 24 Out. 2008 foi feito um corte de uniformização na área experimental com roçadeira mecânica, rebaixando dossel até aproximadamente 5 cm. Em 13 Nov. foi feita calagem com o objetivo de elevar V para 40%. O calcário utilizado foi do tipo dolomítico com PRNT de 61%, na dose de 980 kg ha⁻¹. Em dezembro foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de superfosfato simples. Em 24 de dezembro foi feita a

primeira aplicação de nitrogênio. Nessa ocasião foram aplicados 250 kg ha^{-1} da fórmula 20-05-20 (NPK). Note-se que nessa data o experimento ainda não se encontrava em andamento, pois a altura do dossel de 25 cm não havia atingido esta meta estipulada. As demais aplicações de N e K_2O foram feitas em 7 de fevereiro, 10 de março, 4 de maio e 24 de setembro de 2009, totalizando 250 kg/ha de cada um desses nutrientes.

Os tratamentos consistiram de três alturas de dossel, 10, 17,5 e 25 cm mantidas constantes sob lotação contínua. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições, totalizando 12 piquetes de 144 m^2 cada. A desfolhação foi conduzida de modo a mimetizar um regime de pastejo sob lotação contínua com taxa de lotação variável. Como se tratava de um artifício metodológico (*mob grazing*), os animais bovinos machos com idade média de quatro anos e peso vivo médio de 850 kg não foram mantidos todo o tempo nos piquetes, sendo apenas usados como agentes desfolhadores, observando uma amplitude de variação de até 20% a partir da altura-alvo estipulada para cada tratamento o que foi conseguido com razoável sucesso (Figura 4). Principalmente no verão, os pastejos de imposição das alturas tiveram que ser feitos com alta frequência, o que exigiu monitoramento constante da altura do dossel. Cada evento de pastejo num dado piquete foi planejado de modo a durar não mais que 30 minutos.

Figura 4 – Altura dos dosséis mantidos a 10, 17,5 e 25 cm

2.2.2 Monitoramento da altura do dossel e massa de forragem

Para utilização do disco ascendente como forma de estimar a altura foi necessário antes do início das medições fazer calibrações entre a altura do dossel e o disco ascendente, prática realizada mensalmente. As calibrações se caracterizaram pela escolha em cada parcela de três pontos ($0,30 \text{ m}^2$), cada qual representando uma condição no que diz respeito à apreciação visual da altura e da massa de forragem, ou seja, pontos considerados de máxima, mínima e média condição. Feitas as avaliações de altura do dossel com a transparência de acetato e da leitura do disco ascendente nos três pontos escolhidos, a forragem contida na área de $0,30 \text{ m}^2$ do ponto de máxima e mínima condição foram cortados com auxílio de roçadeira, colocada para secar em estufa de circulação forçada de ar por 72h a 60°C para em seguida estimada a massa de forragem. Foram obtidos modelos de regressão consistentes ($R^2=0,96$) do tipo $y = a + bx$ para a obtenção da massa de forragem e da altura do dossel em função da leitura do disco. Com esta equação foi possível prever no momento de cada monitoramento com o disco ascendente a altura do dossel das parcelas experimentais. A altura do dossel foi medida em 42 pontos de cada unidade experimental com auxílio do disco

ascendente. Nos períodos de maior crescimento da gramínea, o monitoramento foi realizado com uma frequência de cinco dias, e nos períodos de menor crescimento o monitoramento foi realizado a cada sete dias (Figura 5).

Figura 5 – Disco ascendente utilizado para estimar altura e massa de forragem do dossel

2.2.3 Estrutura do dossel e composição morfológica

As avaliações do índice de área foliar (IAF), interceptação de luz pelo dossel e ângulo foliar foram feitas a cada 28 dias, utilizando analisador de dossel modelo LAI-2000 (LI-COR, Lincoln, Nebraska, EUA) em 20 leituras ao entardecer (sempre com baixa elevação solar ou com dias nublados, para que predominasse radiação difusa), de modo sistemático em cada parcela numa proporção de cinco medidas no nível do solo para cada leitura acima do dossel.

Para determinação da composição morfológica foram escolhidas visualmente em cada parcela três estações representativas da altura do dossel, e com o auxílio de uma roçadeira foi cortada uma área retangular de 0,30 m². A amostra colhida foi levada ao laboratório e pesada ainda verde. Em seguida foi retirada uma subamostra de 250 g para a separação dos componentes morfológicos (lâminas foliares, colmo + bainha foliar e material morto). Após a separação, todos os componentes foram acondicionados em estufa de circulação forçada de ar por 72 h a 60° C. O índice de área foliar (IAF) foi calculado a partir da medição da área de uma sub-amostra de folhas (20 g) que tiveram sua área medida (g cm⁻²) num integrador modelo LI-3100(Li-Cor, Lincoln, Nebraska, EUA) e em seguida secas em estufa de circulação forçada de ar por 72 h a 60° C. O cálculo para determinação do IAF foi realizado através da relação entre a quantidade de folhas (kg há⁻¹) e área foliar específica (área foliar/peso foliar).

2.2.4 Acúmulo de forragem

Para a estimativa do acúmulo de forragem foram utilizadas gaiolas de exclusão (0,9 m de diâmetro). O acúmulo foi medido durante períodos de 21 dias de exclusão, em três áreas por piquete que foram protegidas pelas gaiolas. Nessas áreas, no primeiro dia de exclusão, a massa de forragem (MF) era assumida como sendo representativa do piquete. No dia zero (fixação das gaiolas), fazia-se uma leitura inicial (indireta) da massa de forragem dentro das gaiolas, decorridos 21 dias a massa de forragem acumulada dentro da gaiola era medida com o disco ascendente. A medição da massa de forragem dentro da gaiola no dia zero foi realizada a partir do outono/inverno, épocas que se caracterizam por limitações principalmente de fatores como luz, temperatura e precipitação. Esse procedimento foi adotado com a finalidade de evitar possíveis registros de acúmulo de forragem “negativo”, em virtude do ciclo de exclusão de 21 dias ser insuficiente para registrar acúmulo de forragem e pela heterogeneidade dos pastos, principalmente nos de 17,5 e 25 cm. Após cada período de exclusão, eram usados 7 dias para as avaliações de composição morfológica, interceptação luminosa e densidade de perfilhos, período este em que as gaiolas eram removidas dos piquetes. No 29° dia, as gaiolas eram novamente ancoradas em três

pontos representativos de cada parcela e um novo ciclo de exclusão de 21 dias tinha início, seguido de outro período de 7 dias sem gaiolas, e assim sucessivamente até o final do estudo. A calibração do prato contra amostragens destrutivas permitiu o cálculo das MFs nos piquetes e dentro das gaiolas e, conseqüentemente os acúmulos de forragem a cada ciclo de 21 dias (Figura 6). Assim, o acúmulo de forragem foi estimado pelo método agrônômico da diferença (Davies et al.,1993), conforme a equação: $AF = MF_f - MF_i$, sendo: AF = acúmulo de forragem; MF_f = massa de forragem, sob a gaiola, no último dia de exclusão (21º dia); MF_i = massa de forragem média da unidade experimental por ocasião da colocação das gaiolas (1º dia).

Figura 6 – Medição da massa de forragem dentro da gaiola de exclusão

2.2.5 Análise e processamento dos dados

Para fins de análise estatística, os dados foram agrupados em quatro épocas do ano definidas da seguinte maneira: verão (janeiro a março de 2009), outono (abril a junho de 2009), inverno (julho a setembro de 2009) e primavera (outubro a dezembro de 2009). Os dados foram analisados usando-se a metodologia de modelos mistos por meio do procedimento MIXED do software estatístico SAS (LITTEL et al., 2006). Altura de dossel, épocas e interações foram consideradas efeitos fixos. As médias foram estimadas pelo método dos mínimos quadrados utilizando o comando LSMEANS e comparadas pela probabilidade da diferença ("PDIF") utilizando o teste Tukey-Kramer a 5% de probabilidade.

2.3 Resultados

2.3.1 Acúmulo de forragem, massa de forragem e composição morfológica

As alturas de dossel atingiram os valores pretendidos em janeiro de 2009, sendo mantidos até dezembro de 2009, com média de 10, 18 e 24 cm e o acúmulo de forragem total do início ao final do período experimental variou com a altura do dossel ($P=0,0091$). O acúmulo foi maior na altura de 25 cm, e os pastos mantidos na altura de 10 e 17,5 cm tiveram acúmulos iguais. (Tabela 1).

Tabela 1 - Acúmulo total de forragem de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua

Altura	Acúmulo total
cm	kg MS ha ⁻¹
10	14000 ab
17,5	12850 b
25	16660 a
EPM ¹	(681,5)

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

¹Números entre parênteses representam erro-padrão da média.

A taxa de acúmulo de forragem variou com as alturas ($P=0,0094$), estação ($P<0,0001$) e com a interação altura x estação ($P=0,0004$). Menores taxas de acúmulo de forragem ocorreram no outono e inverno, registrando variação em todas as estações, independente da altura. Já na primavera as taxas foram intermediárias. Para todas as alturas de manejo, maior taxa de acúmulo de forragem ocorreu no verão, e os pastos mantidos a 25 cm apresentaram maior taxa de acúmulo na primavera (Tabela 2).

Tabela 2 – Taxa de acúmulo de forragem de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	----- kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹ -----			
Verão	91 Aa (2,9)	76 Aa (2,9)	86 Aa (2,9)	85 (1,7)
Outono	21 Ac (2,9)	19 Ac (2,9)	24 Ac (2,9)	21 (1,7)
Inverno	7 Ad (2,9)	9 Ac (2,9)	15 Ac (2,9)	11 (1,7)
Primavera	35 Bb (2,9)	36 Bb (2,9)	58 Ab (2,9)	43 (1,7)
Média	39 (1,9)	35 (1,9)	46 (1,9)	

*Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.*

O acúmulo estacional de forragem foi influenciado pela altura ($P=0,0024$), estação ($P<0,0001$) e pela interação altura × estação ($P=0,0069$). Os maiores acúmulos de forragem estacionais ocorreram no verão, acumulando mais que o dobro de forragem do que na primavera, com variação nas alturas. No outono e inverno o acúmulo de forragem não variou com a altura. Os pastos mantidos a 10 cm acumularam

maiores quantidades de forragem no verão em relação aos pastos mantidos a 17,5 e 25 cm, e na primavera foram observados os maiores valores nos pastos mantidos a 25 cm de altura (Tabela 3).

Tabela 3 - Acúmulo estacional de forragem de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	----- kg MS ha ⁻¹ -----			
Verão	8220 Aa (229,1)	6980 Ba (229,1)	7770 ABa (229,1)	7660 (132,3)
Outono	1910 Ac (229,1)	1720 Ac (229,1)	2210 Ac (229,1)	1950 (132,3)
Inverno	670 Ad (229,1)	860 Ac (229,1)	1410 Ac (229,1)	980 (132,3)
Primavera	3230 Bb (229,1)	3310 Bb (229,1)	4760 Ab (229,1)	3780 (139,4)
Média	3510 (114,53)	3220 (114,53)	4040 (119,21)	

*Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.*

A massa média de forragem variou com as alturas ($P<0,0001$), estação ($P<0,0001$) e com a interação altura $\times$ estação ($P<0,0001$). A massa de forragem foi sempre maior nos pastos mantidos a 25 cm em todas as estações. No outono foram medidas as maiores massas de forragem em todas as alturas, sendo que nos pastos mantidos a 25 cm de altura não houve diferença entre outono e primavera, com valores superiores às demais estações (Tabela 4).

Tabela 4 - Massa de forragem de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	----- kg MS ha ⁻¹ -----			
Verão	1270 Cb (28,7)	1830 Bbc (28,7)	2300 Ab (28,7)	1800 (16,55)
Outono	1610 Ca (23,1)	2200 Ba (23,1)	2580 Aa (23,1)	2120 (13,32)
Inverno	1260 Cb (58,3)	1880 Bc (58,3)	2370 Ab (58,3)	1840 (33,66)
Primavera	1250 Cb (62,6)	2030 Bab (62,6)	2730 Aa (62,6)	2000 (36,12)
Média	1350 (30,6)	1980 (30,6)	2500 (30,6)	

*Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer (P>0,05).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.*

A porcentagem de lâmina foliar na massa de forragem foi afetada pela altura ($P<0,0001$), estação ($P<0,0001$), e pela interação altura $\times$ estação ($P=0,0015$). A porcentagem de lâmina foliar foi maior nos pastos mantidos a 10 cm em relação àsquelas dos pastos mantidos a 17,5 e 25 cm. As maiores porcentagens de lâmina foliar foram registradas no verão para todas alturas, e na primavera os pastos nas alturas de 10 e 17,5 cm tiveram porcentagens de lâmina foliar iguais às do verão (Tabela 4).

Tabela 5 - Porcentagem de lâmina foliar na massa de forragem de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	-----%-----			
Verão	50 Aa	35 Ba	33 Ca	40
	(0,4)	(0,4)	(0,4)	(0,3)
Outono	36 Ab	24 Bb	20 Bb	26
	(1,6)	(1,6)	(1,6)	(0,9)
Inverno	41 Ab	27 Bb	24 Bb	31
	(1,7)	(1,7)	(1,7)	(0,9)
Primavera	51 Aa	37 Ba	23 Cb	37
	(1,6)	(1,6)	(1,6)	(0,9)
Média	44	31	25	
	(0,7)	(0,7)	(0,7)	

*Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.*

A porcentagem de colmo na massa foi modificada pela altura ($P=0,0001$), estação ($P<0,0001$) e pela interação altura $\times$ estação ($P<0,0001$). As maiores porcentagens de colmo na massa de forragem ocorreram no verão em todas as alturas de manejo, sendo que na altura de 25 cm a proporção foi de 50 e 65 % em relação ao outono e inverno, respectivamente. Com exceção na primavera onde os pastos mantidos a 10 cm a porcentagem de colmo foi estatisticamente igual ao verão. Os pastos mantidos a 10 cm apresentaram menores porcentagens de colmos no outono e inverno, e nas demais estações não houve diferença entre as alturas (Tabela 6).

Tabela 6 - Porcentagem de colmo na massa de forragem de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	-----%-----			
Verão	29 Ba (1,1)	37 Aa (1,1)	42 Aa (1,1)	36 (0,6)
Outono	16 Bb (1,1)	24 Ab (1,1)	21 ABc (1,1)	21 (0,6)
Inverno	16 Ab (1,1)	17 Ac (1,1)	15 Ad (1,1)	16 (0,6)
Primavera	26 Aa (1,1)	26 Ab (1,1)	30 Ab (1,1)	27 (0,6)
Média	22 (0,5)	26 (0,5)	27 (0,54)	

*Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P > 0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.*

A porcentagem de material morto na massa foi afetada pela altura ($P < 0,0001$), estação ($P < 0,0001$) e pela interação altura $\times$ estação ($P = 0,0003$). No verão e na primavera foram registradas as menores participações de material morto nos pastos mantidos a 10 e 17,5 cm. Nos pastos mantidos a 25 cm houve diminuição na proporção de material morto somente no verão. Em todas as alturas, a porcentagem de material morto foi superior no outono e no inverno. Pastos mantidos a 25 cm apresentaram maior proporção de material morto em relação aos mantidos a 10 cm na primavera. Já nos mantidos a 17,5 cm as porcentagens de material morto foram intermediárias (Tabela 7).

Tabela 7 - Porcentagem de material morto na massa de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	-----%-----			
Verão	21 Bb (21,0)	28 Ac (1,0)	25 ABb (1,0)	25 (0,6)
Outono	48 Aa (2,5)	52 Aab (2,5)	59 Aa (2,5)	53 (1,5)
Inverno	44 Aa (2,9)	57 Aa (2,9)	60 Aa (2,9)	54 (1,7)
Primavera	25 Bb (2,2)	37 ABbc (2,2)	48 Aa (2,2)	36 (1,3)
Média	34 (0,9)	43 (0,9)	48 (0,9)	

*Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.*

O índice de área foliar (IAF) destrutivo sofreu efeito de altura de dossel ($P<0,0001$), de estação ($P<0,0001$), e da interação altura $\times$ estação ($P<0,0001$). Os menores valores de IAF ocorreram nos pastos mantidos a 10 cm, e aumentaram à medida que se aumentou a altura. Os maiores valores de IAF foram registrados no verão, diminuindo no outono, inverno e primavera (Tabela 8).

Tabela 8 - Índice de área foliar de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
Verão	1,5 Ba (0,2)	2,3 Ba (0,2)	3,9 Aa (0,2)	2,5 (0,1)
Outono	0,8 Bb (0,1)	1,3 Ab (0,1)	1,6 Ac (0,1)	1,2 (0,0)
Inverno	1,0 Cab (0,0)	2,0 Ba (0,0)	3,0 Ab (0,0)	2,0 (0,0)
Primavera	1,0 Bab (0,1)	1,5 Ab (0,1)	1,6 Ac (0,1)	1,4 (0,0)
Média	1,1 (0,1)	1,8 (0,1)	2,5 (0,1)	

*Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P > 0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.*

2.3.2 Interceptação luminosa, Índice de área foliar e ângulo foliar não destrutivos

A Interceptação luminosa (IL) foi afetada pela altura de dossel ($P < 0,0001$), estação ($P < 0,0001$) e pela interação entre altura $\times$ estação ($P < 0,0001$). A intensidade de pastejo de 10 cm resultou em IL mais baixa em todas as estações. A IL no verão e outono foi maior nos pastos sob a intensidade de pastejo de 17,5 e 25 cm, já no inverno e primavera a intensidade de 25 cm foi superior as demais intensidades de pastejo (Tabela 9).

Tabela 9 - Interceptação luminosa (IL) de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	-----%-----			
Verão	75 Bb (1,0)	93 Ab (1,0)	96 Aa (1,0)	88 (0,6)
Outono	88 Ba (0,6)	97 Aa (0,6)	99 Aa (0,6)	95 (0,3)
Inverno	60 Cd (1,1)	89 Bb (1,1)	97 Aa (1,1)	82 (0,6)
Primavera	66 Cc (0,7)	89 Bb (0,7)	95 Aa (0,7)	83 (0,4)
Média	72 (0,5)	92 (0,5)	97 (0,5)	

*Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.*

O IAF não destrutivo foi afetado pela altura de dossel ($P<0,0001$), estação ($P<0,0001$) e pela interação entre altura $\times$ estação ($P<0,0001$). Os pastos mantidos a 25 cm apresentaram maiores valores de IAF em todas as estações do ano. No outono registrou-se valor elevado de IAF, independente da altura de manejo (Tabela 10).

Tabela 10 - Índice de área foliar medido pelo LAI - 2000 de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
Verão	1,9 Cb (0,1)	3,5 Bb (0,1)	4,4 Ab (0,1)	3,3 (0,1)
Outono	2,8 Ca (0,1)	4,5 Ba (0,1)	5,5 Aa (0,1)	4,0 (0,1)
Inverno	1,3 Cc (0,1)	3,1 Bbc (0,1)	4,8 Ab (0,1)	3,1 (0,1)
Primavera	1,3 Cc (0,1)	2,8 Bc (0,1)	3,6 Ac (0,1)	2,5 (0,1)
Média	2 (0,1)	3,5 (0,1)	4,6 (0,1)	

*Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P > 0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.*

O ângulo foliar foi modificado somente pela estação do ano ($P < 0,0001$) e pela altura ($P < 0,0001$), mas não pela interação entre ambos ($P = 0,0846$). Os menores ângulos foliares, mais horizontais em relação à superfície, foram medidos nos pastos mantidos a 25 cm e os maiores valores foram obtidos nos pastos mantidos a 10 cm. O outono foi quando os ângulos foliares foram menores, aumentando nas outras estações (Tabela 11).

Tabela 11 - Ângulos foliares de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	-----graus em relação à horizontal-----			
Verão	56	48	47	51 b
	(0,9)	(0,9)	(0,9)	(0,5)
Outono	54	49	45	49 c
	(0,5)	(0,5)	(0,5)	(0,3)
Inverno	61	57	44	54 ab
	(3,0)	(3,0)	(3,0)	(1,7)
Primavera	57	53	50	53 a
	(0,5)	(0,5)	(0,5)	(0,3)
Média	57 A	51 B	46 C	
	(0,9)	(0,9)	(0,9)	

Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.

2.4 Discussão

O capim-braquiária apresentou considerável variação na produção total de forragem em função das alturas de manejo impostas ao longo do período experimental (janeiro a dezembro de 2009), sendo que os pastos mantidos a 10, 17,5 e 25 cm tiveram produções que variaram de 14000 a 16660 kg/ha ha⁻¹ ano⁻¹ (Tabela 1). Fagundes et al. (2005), reportaram que pastagens de *B. decumbens* chegaram a produzir cerca de 16 t de forragem ha⁻¹ ano⁻¹. Esses dados mostram aproximação com os resultados obtidos neste estudo com adubação anual de 250 kg ha⁻¹ de N e K₂O.

A taxa de acúmulo de forragem apresentou baixa amplitude de produção nas alturas impostas. Embora tenham ocorrido diferenças apenas nos pastos mantidos a 17,5 e 25 cm, os resultados variaram de 35 a 46 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹. No verão as taxas de acúmulo de forragem foram mais elevadas em relação às demais estações,

principalmente porque as condições ambientais foram favoráveis ao crescimento. Nas estações de outono e inverno ocorreram as menores taxas de acúmulo de forragem, sendo que essa redução nas taxas foram em virtude de que nesses períodos fatores abióticos como temperatura, água e luz são extremamente limitantes para o crescimento da forragem (Tabela 2). Fagundes et al. (2005), ao avaliarem o acúmulo de forragem de *B. decumbens* mantida a 20 cm sob diferentes doses de nitrogênio em lotação contínua, observaram maior efeito de estação sobre a taxa de acúmulo. No verão foram registradas as maiores taxas de acúmulo líquido, de 67 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹. Bircham e Hodgson, (1983), avaliando o processo de crescimento de gramíneas forrageiras de clima temperado sob lotação contínua, demonstraram que o acúmulo de forragem era o balanço de dois processos concomitantes e antagônicos, crescimento e senescência, onde dosséis mantidos mais altos apresentaram maiores taxas de crescimento e senescência também mais altas em relação aos mantidos baixos. Isso faz com que a taxa de acúmulo seja constante dentro de uma amplitude de condições de altura de dossel e sugere que estratégias de manejo teriam efeitos diferentes em cada um desses processos.

A estimativa do acúmulo de forragem em lotação contínua tem sido feita em vários estudos através do uso de gaiolas de exclusão. No entanto, alguns autores têm ponderado sobre a possibilidade de microclimas dentro da área excluída poderem alterar os padrões de crescimento da forragem (PEDREIRA, et al., 1999; PEQUENO 2010; MOLAN, 2004). Pequeno (2010), avaliando o capim Xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf. cv. Xaraés] em três intensidades de pastejo (15, 30 e 45 cm,) não encontrou diferenças no acúmulo de forragem Molan (2004) relatou que em dosséis de capim Xaraés com intensidade de pastejo de 10 e 30 cm, não foi possível detectar diferenças da forragem acumulada. Isso ocorreu possivelmente em virtude do aumento em IAF, atingindo rapidamente valores “ótimos” de taxa de crescimento nos dosséis mantidos baixos e diminuição nas taxas de crescimento daqueles mantidos altos, devido ao sombreamento causado dentro do dossel nas gaiolas de exclusão. Ao contrário dos resultados desses autores, no presente trabalho foi possível detectar diferenças na forragem acumulada no período do verão e primavera nos pastos mantidos a 10 e 17,5 cm (Tabela 3). Essas diferenças apareceram provavelmente

porque o acúmulo de forragem foi avaliado durante quatro estações (verão, outono, inverno e primavera) que apresentam contrastes quanto à disponibilidade de fatores importantes para o crescimento e desenvolvimento das plantas forrageiras. No verão, estação que não tem limitação de fatores ambientais como luz, temperatura e precipitação, são atingidas as maiores produções com elevado acúmulo de forragem. Ao contrário do inverno, que se caracteriza como período de redução da velocidade dos processos de crescimento das gramíneas, em virtude da escassez dos fatores abióticos citados acima, tem neste período baixa produção e acúmulo de forragem.

A altura influenciou nos valores de taxas e acúmulo de forragem, sendo que o mesmo padrão de resposta em relação à altura foi conseguido para massa de forragem, variando entre os tratamentos e as estações (Tabela 4). Em termos quantitativos, a massa de forragem esteve diretamente relacionada com a altura dos pastos, variando de 1350 a 2500 kg MS ha⁻¹, nas alturas de 10 a 25 cm, respectivamente. Segundo Pedreira (2002), a altura do pasto pode ser utilizada como medida indireta da massa de forragem em pastos de gramíneas tropicais, e a relação entre essas variáveis é, em geral, linear e positiva. Estas respostas de aumento da massa de forragem em função do aumento da altura são amplamente discutidas na literatura (SANTOS et al., 2010a, SANTOS et al., 2010b; CARVALHO et al., 2001). Apesar das diferenças da massa de forragem registradas nas estações, a magnitude de variação foi menor do que a variação nas alturas, apenas 15 % entre outono e verão, e entre o verão e inverno as massas variaram proporcionalmente menos, cerca de 2 %. A variação na massa de forragem foi similar ao ocorrido com a taxa e acúmulo de forragem, onde os pastos mantidos nas alturas estipuladas foram avaliados durante todas as estações do ano. Maraschin (1995) e Nabinger e Pontes (2001), relataram que mudanças estacionais influenciam as características morfogênicas e estruturais refletindo negativamente sobre a massa de forragem.

A proporção de lâminas foliares na massa de forragem dos pastos mantidos a 10 cm foi maior do que aquela dos pastos mantidos a 17,5 e 25 cm em todas as estações avaliadas (Tabela 5). A proporção de colmos seguiu o mesmo padrão de resposta de lâminas, com diferenças somente no verão e no outono. Essa proporção de lâminas foliares e colmos representam em média cerca de 600 e 300 kg MS ha⁻¹,

respectivamente. Em dosséis mais altos, os perfilhos são maiores e requerem colmo mais espesso e desenvolvido para sustentar seu maior peso. Além disso, nessas áreas, ocorre competição por luz entre perfilhos, fazendo com que haja modificação na partição de nutrientes e, conseqüentemente, o alongamento de colmos, como forma de expor as folhas mais jovens na parte superior do dossel, onde a luz é mais abundante (DA SILVA E CORSI, 2003). No entanto, o aumento da proporção de colmo foi de apenas 22 para 27 %, nos dosséis de 25 cm em relação aos de 10 cm. Isso sugere que o capim-braquiária manejado a 10 cm, responde satisfatoriamente ao pastejo intenso, sem prejuízos na manutenção produtividade, composição e estrutura do dossel. Ao avaliarem quatro alturas de dossel (10, 20, 30 e 40 cm) dentro de um único pasto de capim-braquiária manejado com altura média de 25 cm, Santos et al., (2010) detectaram aumento nas quantidades de todos os componentes morfológicos à medida que aumentava a altura do dossel. Esses resultados contrariam os encontrados no presente estudo para a quantidade de lâmina foliar na massa de forragem em pastos manejados a 10 cm, onde ocorreu diminuição da proporção de lâminas foliares somente nos dosséis de 17,5 e 25 cm (Tabela 5). A proporção de material morto é influenciada por fatores ambientais, podendo aumentar em condição de estresse pela limitação de algum fator abiótico. No outono e no inverno, são períodos que se caracterizam pela limitação de fatores como luz, água e temperatura, a proporção de material morto foi semelhante tanto em dosséis mantidos a 10 cm quanto nos mantidos a 17,5 e 25 cm. No verão e na primavera, todavia, a maior proporção de material morto foi principalmente, nos dosséis de 17,5 e 25 cm (Tabela 6). Parsons et al. (1983) estudando pastos de azevém perene (*Lolium perene*), submetidos a diferentes pressões de pastejo, observaram maior taxa de senescência foliar nos tratamentos de pastejo mais leniente. É bem aceito que plantas forrageiras tropicais tem o mesmo padrão de resposta que as de clima temperado, como demonstrado por Carnevalli (2003) e Barbosa (2004), para os capins Mombaça (*Panicum maximum*) e Tanzânia (*Panicum maximum*) sob pastejo rotativo, e Pinto (2000) e Sbrissia (2004), para cultivares de *Cynodon* (*Cynodon dactylon*) e capim Marandu (*Brachiaria brizantha*) sob lotação contínua.

O IAF, importante fator determinante da produtividade de uma cultura, que é a relação entre a área de folhas de uma comunidade de plantas e a área do solo coberta por essa comunidade, apresentou diferenças nos valores das duas formas de determinação do IAF podem ser notadas (Tabelas 8 e 10), sendo que o IAF estimado de maneira não destrutiva tende a ser maior, pois no momento da leitura na base do dossel a energia luminosa é interceptada não somente por folhas, mas por colmos e material morto que são fotossinteticamente menos eficientes na absorção de energia. No entanto, este método propicia melhor caracterização do dossel se for levada em conta a maior representatividade do estande que se consegue com o LAI-2000, comparado ao método laborioso de amostragens destrutivas, que só pode ser feito em poucas estações por unidade experimental. Assim, o IAF esteve diretamente relacionado com a altura dos pastos, com valores médios de 1,1 a 2,5 para pastos mantidos a 10 e 25 cm, respectivamente (Tabela 8). Da Silva et al., (2008), ressaltou que o IAF é uma variável estreitamente relacionada com o manejo da pastagem, pois é determinante na capacidade de rebrotação do dossel e que valores baixo de IAF estão normalmente associados a pastos com massa de forragem mais baixa, enquanto que valores mais altos a pastos com maior massa de forragem. Ao longo das estações, o IAF foi influenciado tanto por períodos com condições propícias para o crescimento quanto para a redução da velocidade de crescimento da planta, com valores que variam de 2,5 no verão e 1,4 na primavera. Pequeno (2010) reportou que apesar de terem sido registradas diferenças de IAF entre o final de primavera, início do verão, final de verão e início de outono, a variação foi menor em relação às alturas 15, 30 e 45 cm de dosséis de capim Xaraés. O autor argumentou que as estações de avaliação tiveram pouco efeito sobre o IAF, causando pequena variação nos valores. Galbeiro (2009) também relatou que o IAF de dosséis de capim Xaraés esteve diretamente relacionado com a altura, apresentando valores entre 1,0 e 2,5 para pastos sob lotação contínua no verão mantidos a 15 e 45 cm, respectivamente. Brougham (1956, 1957), enfatizou a relevância do IAF na fase de rebrotação e como este estaria relacionado com a determinação do ponto ótimo de colheita da forragem produzida, estabelecendo que o manejo devesse ser feito no ponto ótimo (95 %) da fase linear da curva de crescimento,

como forma de aproveitar a elevada interceptação luminosa do dossel e explorar a máxima taxa de acúmulo de forragem.

O IAF de 2,5 obtido nos pastos manejados a 25 cm correspondeu a valores de IL de 97 % em média, ou seja, à medida que aumentou a altura do dossel, o IAF, IL, também aumentaram (Tabela 9). Diversos estudos mostram que quando dosséis atingem 95 % IL, este seria o momento ideal para a realização do pastejo ou corte da forragem (PINTO, 2000; MELLO, 2002; BUENO, 2003; SBRISSIA, 2004). No presente estudo, os pastos que mais se aproximaram de 95 % IL foi os manejados a 17,5 cm (em média 93% IL). Da Silva et al. (2008), relataram que quando restrições de luminosidade ocorrem acima de 95 % IL, as gramíneas tropicais iniciam um segundo estágio de crescimento, o alongamento de colmos, responsável pelo sombreamento e senescência de folhas basais, resultando em aumento na proporção de colmos e material morto na massa de forragem. Pequeno (2010) e Molan (2004) encontraram mesmo padrão de resposta para o aumento da IL em pastos com baixa intensidade de pastejo, porém, observaram que variações na IL não eram acompanhadas de maneira consistente por variações equivalentes no IAF, o que sugere que a IL não está associada somente com o IAF.

O ângulo foliar foi afetado pela altura e pela estação. Os pastos mantidos a 10 cm apresentaram ângulo foliar médio de 57° em relação à superfície, e à medida que a intensidade de pastejo diminuiu os ângulos foliares também diminuíram, sendo que a 25 cm foi de 47°. Na primavera foram registrados os maiores ângulos foliares e no verão os menores, sendo que essas mudanças podem estar associadas a alterações na estrutura do dossel ao longo do ano (Tabela 11). Num estudo de genótipos de *Brachiaria* sob corte mecânico, Lara (2007) atribuiu possíveis variações entre estações no ângulo foliar, ao efeito da massa de forragem do resíduo, que se torna mais denso e aumentaria os valores de ângulo foliar. Fagundes (1999) avaliou o efeito de intensidades de pastejo (5, 10, 15 e 20 cm de altura do pasto) sobre o IAF e a interceptação luminosa em pastagens de três cultivares de *Cynodon* spp. (Coastcross, Florakirk e Tifton 85). De maneira geral, os pastos mantidos mais altos, apresentaram maiores valores de IAF, IL e k, o que foi associado, provavelmente, a folhas maiores e mais horizontais em relação à superfície, diminuindo a quantidade de luz propagada ao

longo do perfil do dossel. Isso mostra a importância da altura nas respostas não só das características estruturais, mas também nas respostas produtivas.

2.5 Conclusões

A altura é uma ferramenta importante para a definição de estratégias de manejo das pastagens de capim-braquiária sob lotação contínua, pois tem impacto marcante sobre a produção de forragem, a composição morfológica da forragem produzida e sobre as características estruturais do dossel.

A altura do dossel mantida em 25 cm corresponde a maior massa de forragem, de colmos, de material morto, mas em menor participação relativa de lâmina foliar na forragem. Com o aumento da altura do dossel, IAF e IL também aumentam, porém componentes morfológicos como colmo e material tem suas proporções aumentadas.

Pastos de capim-braquiária manejados a 17,5 cm de altura apresentam IL próximo a 95 % sob lotação contínua, o que sugere dosséis com estrutura adequada ao uso ótimo da radiação incidente e taxas de acúmulo máximas.

A massa de forragem, taxas de acúmulo, componentes morfológicos, IAF, IL e ângulo foliar variam em função das estações.

Referências

BARBOSA, R.A. **Características morfofisiológicas e acúmulo de forragem em capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) submetido à frequências e intensidades de pastejo**. 2004. 97p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, Vitória, 2004.

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

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

BROUGHAM, R.W. Pasture growth rate studies in relation to grazing management. **New Zealand Society of Animal Production**, cidade, v. 17, p. 46-55, 1957.

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

CARNEVALLI, R.A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente.** 2003. 136p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N; POLI, C.H.E.C. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 2001. p.853-871.

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

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

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos.** Rio de Janeiro, 1999. 412p.

FAGUNDES, J.L. **Efeito de intensidades de pastejo sobre o índice de área foliar, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp.** 1999. 69 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo. Piracicaba, 1999.

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

GALBEIRO, S. **Características morfogênicas, acúmulo e qualidade da forragem do capim-xaraés submetido a intensidades de pastejo sob lotação contínua.** 2009. 67p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2009.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Utilização e manejo de pastagens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. 1 CD-ROM.

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

LARA, M.A.S. **Respostas morfofisiológicas de cinco cultivares de *Brachiaria* spp. às variações estacionais da temperatura do ar e do fotoperíodo.** 2007. 91p.

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

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

MARASCHIN, G.E. Manejo de coastcross-1 sob pastejo. In: WORKSHOP SOBRE O POTENCIAL FORRAGEIRO DO GÊNERO *Cynodon*, 1995. Juiz de Fora, **Anais...** Embrapa: CNPGL, 1995. p. 93-107.

MAZZANTI, A.; LEMAIRE, G.; GASTAL, F. The effect of nitrogen fertilization upon herbage production of tall fescue sward continuously grazed with sheep. 1. Herbage growth dynamics. **Grass and Forage Science**, Oxford, v.49, n.2, p.111-120,1994.

MELLO, A.C.L. **Respostas morfofisiológicas do capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv Tanzânia) irrigado à intensidade de lâmina foliar sob lotação rotacionada.** 2002. 67p. Tese (Mestrado em Agronomia Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

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. 159p. Dissertação (Doutorado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

NABINGER, C.; PONTES, L.S. Morfogênese de plantas forrageiras e estrutura do pasto. In: A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS, Piracicaba, 2001, **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 755-770.

NASCIMENTO JÚNIOR, D.; ADESE, B.; Acúmulo de biomassa na pastagem. In: II SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p. 289-346.

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

PEEL, M.C.; FINLAYSON, B.L. ; MCMAHON, T.A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hidrology Earth System Science**, v. 11, p.1633-1644, 2007.

PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGUER, L.E.; MISLEVY, P. Productivity and nutritive value of 'Florakirk' Bermudagrass as affected by grazing management. **Agronomy Journal**, Madison, v. 9, p. 796 – 801, 1999.

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

PEQUENO, D.N.L. **Intensidade de pastejo como condicionante da estrutura do dossel e da assimilação de carbono de pastos de capim Xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich) Stapf. cv. Xaraés] sob lotação contínua.** 2010. 77p. Dissertação (Mestrado em Ciências. Área de concentração: Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz," Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

PINTO, LF.M. **Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de *Cynodon* spp. submetidas a pastejo.** 2000. 124p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

RAMOS, A.K.B. **Avaliações do crescimento, componentes produtivos e composição mineral de três gramíneas forrageiras tropicais.** 1997. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M. da; SILVA, G.P.; PIMNETEL, R.M.; CARVALHO, V.V. de; SILVA, S.P. da. Estrutura do pasto de capim-braquiária com variação de alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.39, n. 10, p. 2125-2131, 2010a.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M. da; SILVA, G.P.; SILVA, S.P. da; CARVALHO, V.V. de; PIMNETEL, R.M.; ALBINO, R.L. Características estruturais do pasto de capim-braquiária de acordo com a localização das fezes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v.39, n. 10, p. 2125-2131, 2010b.

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

STOBBS, T.H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. 2. Differences in sward structure, nutritive value, and bite size of animals grazing *Setaria anceps* and *Chloris gayana* at various stages of growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, Victoria, v.24. p.821-829, 1973.

3 FLUXO DE TECIDOS E DENSIDADE POPULACIONAL DE PERFILHOS EM FUNÇÃO DA INTENSIDADE DE PASTEJO EM PASTAGENS DE *Brachiaria decumbens* MANEJADAS SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA

Resumo

O fluxo de tecidos em plantas forrageiras é determinante da estrutura do dossel. As características estruturais podem variar em função da altura do dossel adotada no manejo do pastejo e pode ser associada a respostas morfogênicas, densidade populacional de perfilhos e acúmulo de forragem, subsidiando recomendações práticas de manejo. O objetivo do estudo foi descrever e explicar o efeito da altura do dossel sobre a densidade populacional de perfilhos e as variáveis morfogênicas que influenciam na estrutura e na produção de forragem em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk manejadas sob lotação contínua. O estudo foi realizado em Brotas-SP. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições e os tratamentos consistiram em três alturas de dossel, 10, 17,5, e 25 cm. As unidades experimentais (144 m²) foram mantidas as alturas de dossel constantes utilizando a técnica de “mob grazing”. A partir da avaliação do fluxo de tecidos foi calculada a taxa de aparecimento das folhas, a duração de vida das folhas, o número de folhas vivas e senescentes por perfilho, a taxa de alongamento de folhas e colmos, a frequência de desfolhação, a eficiência de pastejo, e a taxa de acúmulo líquido de forragem. A taxa de aparecimento de folhas foi maior nos dosséis mantidos a 10 cm do que a 25 cm. A 10 cm a taxa de aparecimento de folhas foi maior do que a 25 cm. A duração de vida de folhas foi de 54 dias a 25 cm, enquanto que a 10 cm foi de 46 dias. O número de folhas vivas por perfilho foi igual entre as alturas (média de 2,6) e o número de folhas senescentes foi maior em dosséis mais altos (25 cm) e menor nos mais baixos (10 cm). As taxas de alongamento de folhas e colmos não variaram em resposta à altura. A frequência de desfolhação não foi afetada pela altura, com média de 0,033 desfolhações perfilho⁻¹ dia⁻¹. A eficiência de pastejo não respondeu aos níveis de altura estudados, com média de 64%. As taxas de acúmulo líquido de forragem foram maiores no verão. Houve efeito da altura sobre a densidade populacional de perfilhos basais e reprodutivos. Já as densidades de perfilhos aéreos e totais variaram somente em função da estação do ano. A altura modificou os padrões de respostas de algumas variáveis morfogênicas e a densidade populacional de perfilhos, podendo ser usada como ferramenta de manejo do pastejo em lotação contínua para *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk.

Palavras-chave: Morfogênese; Altura de dossel; Estrutura do dossel; Acúmulo de forragem; *Brachiaria decumbens*

Abstract

Tissue flows in forage plants is one of the determinants of sward structure. Sward structural characteristics vary according to sward height defined by grazing management choice, and can be linked with morphogenetic responses, tiller population density, and forage accumulation (yield), ultimately defining and supporting management practices. The objectives in the present study were to describe and explain the effect of sward height on tiller population density as well as on the morphogenetic variables which may affect sward structure and forage yield in pastures of *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk under continuous stocking. The trial was carried out in Brotas, SP, Brazil. The experimental design was completely randomized with four replications and treatments were four sward heights, 10, 17.5, and 25 cm. Experimental units (144 m²) were kept at constant heights using the mob grazing technique. The following were calculated from tissue flow measurements: leaf appearance rate, leaf life span, number of live and senescing leaves per tiller, leaf and stem elongation rate, defoliation frequency, grazing efficiency, and net herbage accumulation rate. Leaf appearance rate was higher in swards kept at 10 cm than at 25 cm. At 10 cm the leaf appearance rate was greater than at 25 cm. Leaf life span was 54 d at 25 cm, but decreased to 46 d at 10 cm. Live leaf number per tiller did not differ among heights (mean = 2.6) and there were more senescing leaves in taller (25 cm) than in shorter (10 cm) swards. Leaf and stem elongation rates did not vary across treatments and neither did defoliation frequency, averaging 0.033 defoliations per tiller per day, nor grazing efficiency, which averaged 64%. Net herbage accumulation rate was higher in the summer. Sward height affected basal and reproductive tiller population density, but aerial and total tiller population density responded only to season. Sward height impacted some morphogenetic responses and tiller population density, and can be used as a grazing management tool for continuously stocked pastures of *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk.

Keywords: Morphogenesis; Canopy height; Canopy structure; Accumulation of forage; Grazing efficiency

3.1 Introdução

O manejo do pastejo com base em características da planta forrageira e nas condições ambientais tem produzido grandes avanços na produção pecuária em países de clima temperado e tropical (FAGUNDES et al., 2005). No entanto, os resultados científicos obtidos ainda são limitados a algumas poucas espécies, impedindo muitas vezes o planejamento das estratégias de alimentação na fazenda, que deverão combinar uma eficiente utilização da forragem produzida com elevada produtividade e sustentabilidade (DA SILVA E PEDREIRA 1997).

A relação entre as características das plantas forrageiras e a ação que os fatores ambientais exercem no decorrer do ano, pode ser melhor entendida através do estudo da morfogênese, que é o processo de formação de novos tecidos da parte aérea, ordenado genotipicamente e dependente de fatores ambientais. De forma resumida, a morfogênese é a formação e o desenvolvimento de sucessivos fitômeros, processo relacionado com o aparecimento de folhas que, por sua vez, determina a dinâmica de fluxo de tecidos nas plantas forrageiras (LEMAIRE E AGNUSDEI, 2000).

A partir das características morfogênicas são determinadas as características estruturais do dossel, sendo que a participação das variáveis estruturais pode variar em função da altura do dossel em que o pasto é mantido. A densidade populacional de perfilhos é um dos componentes da estrutura do pasto que varia consideravelmente em função da altura do dossel. Em lotação contínua, de acordo com o manejo adotado (diferentes alturas, massas forrageiras, ofertas de forragem, etc.), pode-se ter desde uma comunidade com elevado número de perfilhos leves até uma com baixo número de perfilhos pesados (NASCIMENTO JÚNIOR E ADESE, 2004). Sbrissia (2004), analisando o capim Marandu, submetido a regimes de lotação contínua, observou que a densidade populacional de perfilhos foi menor em dosséis com a altura mais elevada.

Outras variáveis que são derivadas da avaliação da morfogênese de perfilhos em pastejo e que podem ter respostas distintas em relação à altura de manejo são a frequência de desfolhação e a eficiência de pastejo. Ambas são importantes porque seus resultados refletem o quanto da forragem está sendo utilizada e quantas vezes num determinado período de tempo a forragem é desfolhada. Isso tem influência direta

no crescimento da forragem, pois dependendo da frequência e intensidade com que o dossel é pastejado a característica estrutural é modificada, podendo alterar padrões de perfilhamento, desenvolvimento e acúmulo de forragem.

Como forma de qualificar os estudos do manejo do pastejo, através do entendimento das características morfogênicas e estruturais e como estes atuam no ecossistema de pastagem, faz-se necessário integrar o estudo dessas variáveis à condição de manejo do pastejo em lotação contínua. Portanto, o objetivo foi descrever e explicar o efeito da altura do dossel sobre a densidade populacional de perfilhos e as variáveis morfogênicas que atuam na estrutura e na produção de forragem em pastagens de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk manejadas sob lotação contínua.

3.2 Material e métodos

As informações referentes à caracterização da área de estudo e aos tratamentos foram descritas no item 2.2.1 deste trabalho.

3.2.1 Fluxo de Tecidos

Ao todo foram avaliados 20 perfilhos individuais por parcela experimental, espaçados entre si cerca de 0,5 m e dispostos em duas transectas, cada qual com 10 perfilhos marcados um a um com abraçadeira de plástico. A posição das transectas foi alterada e novo grupo de perfilhos foi escolhido a cada período de avaliação. No verão, o período de avaliação foi de aproximadamente 21 dias em que cada leitura foi efetuada em intervalos de 3 a 4 dias. Esta frequência de avaliação passou a ser semanal nas estações de menor crescimento, sendo que a definição exata foi baseada em função do aparecimento de folhas por ocasião das avaliações. Os períodos de avaliação do fluxo de tecidos foram simultâneos à realização dos pastejos.

Os perfilhos foram avaliados quanto a: (a) comprimento estendido; (b) intacto ou desfolhado; (c) basal ou aéreo; e (d) contagem do número de folhas. Cada uma das folhas desses perfilhos foi avaliada com relação as seguintes características: (a)

comprimento do limbo foliar; (b) intacta ou desfolhada; (c) folha em expansão, expandida, senescente ou morta.

Foram medidas a taxa de crescimento foliar (TCF – cm perfilho⁻¹ dia⁻¹), a taxa de aparecimento de folhas (TAF – folhas perfilho⁻¹ dia⁻¹) e a taxa de crescimento de colmos (TC – cm perfilho⁻¹ dia⁻¹). Nas folhas emergentes, o comprimento da lâmina foliar foi medido da ponta da folha até a lígula da folha mais nova completamente expandida, possibilitando o cálculo da TCF. Para o cálculo da TAF foi computado o número médio de folhas que apareceram nos perfilhos ao longo de toda a rebrotação, dividido pelo número total de dias do período. O comprimento de colmo foi medido desde sua base até a lígula da folha mais nova completamente expandida.

A folha e/ou perfilho foi considerado desfolhado quando parte dele estava cortado/decapitado. A folha foi considerada em expansão quando sua lígula não estava exposta, considerada expandida quando a lígula estava exposta e/ou tinha seu crescimento cessado, considerada senescente quando parte do limbo foliar apresentou sinais de senescência e considerada morta quando mais de 50% do limbo foliar estava comprometido pela senescência.

Ao final do período de avaliação os perfilhos marcados foram cortados ao nível do solo e levados ao laboratório, onde foi medido o comprimento das lâminas de folhas emergentes, de folhas completamente expandidas e dos colmos. O material foi mantido em estufa de circulação forçada de ar durante 72 horas a 60° C. Após secagem e pesagem, o peso de cada componente foi dividido pelo seu comprimento total, com intuito de gerar um fator de conversão, utilizado na transformação de todas as medidas obtidas no campo em cm perfilho⁻¹ dia⁻¹.

Foram calculados a partir das medidas feitas no campo: a taxa de acúmulo líquido que é a diferença entre a taxa de crescimento e a taxa de senescência; o número de folhas vivas por perfilho, obtido pelo número médio de folhas em expansão, expandidas e senescentes até o limite de 50% do limbo foliar de cada perfilho, caracterizando a seguinte equação $FVP = (\text{folhas em expansão} + \text{expandidas} + \text{senescentes}) / n^{\circ} \text{ perfilhos em avaliação}$; o número de folhas senescentes por perfilho; a longevidade das folhas, calculada em dias, considerando o intervalo de tempo desde seu aparecimento até sua morte, duração de vida das folhas = folhas vivas por perfilho

x filocrono; a frequência de desfolhação, calculada por folha, cujo valor foi obtido em toques por dia, cujo inverso indica o intervalo de tempo entre duas desfolhas sucessivas, calculada na equação $FD = n^{\circ} \text{ de toques} / (n^{\circ} \text{ de possíveis toques} \times \text{duração da avaliação})$; a intensidade de desfolhação, razão entre o comprimento consumido e o comprimento inicial $ID = [(\text{comprimento inicial} - \text{comprimento final}) / \text{comprimento inicial}]$.

A eficiência do pastejo indica quanto de forragem produzida foi efetivamente consumida pelos animais, para sua obtenção foi necessária uma seqüência de cálculos.

1º calculo: Número de possíveis desfolhações (NPD)

$NPD = \text{longevidade da folha} \times \text{frequência de desfolhação}$

2º calculo: Desmembrar NPD (separar o valor numérico em unidades e frações)

Ex: $NPD = 1,5 = 1 + 0,5$

3º calculo: Redução no comprimento foliar

Calcular a redução no comprimento foliar com base nas NPD desmembradas e na intensidade de desfolhação, de forma seqüencial.

4º calculo: Eficiência de pastejo (proporção do comprimento inicial removida pelos animais através do pastejo)

$\text{Eficiência} = 100\% - \text{redução no comprimento foliar}$

3.2.2 Densidade Populacional de perfilhos

A estimativa da densidade de perfilhos foi determinada pela contagem dos perfilhos, realizada em três áreas de 0,20 m x 0,50 m escolhidas em pontos representativos da altura média em cada parcela experimental e delimitadas por um retângulo de metal. Além da contagem, os perfilhos foram classificados em basais, aéreos ou reprodutivos, permitindo assim o cálculo da participação deles em cada data de avaliação.

3.2.3 Análise e processamento dos dados

Para fins de análise estatística, os dados de densidade populacional de perfilhos foram agrupados em quatro estações: verão (janeiro a março de 2009), outono (abril a junho de 2009), inverno (julho a setembro de 2009) e primavera (outubro a dezembro de 2009). Já os dados de fluxo de tecidos foram agrupados em duas estações do ano, definidas da seguinte maneira: verão (janeiro a abril de 2009) e outono (abril a julho de 2009). Os dados foram analisados usando-se o método de modelos mistos por meio do procedimento MIXED do software estatístico SAS (LITTEL et al., 2006). Altura de dossel, estações e interações foram consideradas efeitos fixos. As médias foram estimadas pelo método dos mínimos quadrados utilizando o comando LSMEANS e comparadas pela probabilidade da diferença ("PDIFF") utilizando o teste Tukey-Kramer a 5% de probabilidade.

3.3 Resultados

3.3.1 Fluxo de tecidos

A taxa de aparecimento de folhas variou em função da altura de manejo ($P=0,0500$) e da estação do ano ($P=0,0112$), mas não apresentou efeito da interação altura x estação ($P=0,8681$). Houve diferença na taxa de aparecimento entre os pastos mantidos nas alturas de 10 cm e 25 cm, e no verão foram observadas as maiores taxas quando comparadas com o outono (Tabela 12).

Tabela 12 – Taxa de aparecimento de folhas de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua durante as estações de verão e outono

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	-----Folhas. perfilho. dia ⁻¹ -----			
Verão	0,061 (0,0)	0,057 (0,0)	0,053 (0,0)	0,057 a (0,0)
Outono	0,054 (0,0)	0,052 (0,0)	0,045 (0,0)	0,051 b (0,0)
Média	0,058 A (0,0)	0,054 AB (0,0)	0,049 B (0,0)	

*Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P > 0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.*

A duração de vida de folhas variou com a altura de manejo ($P=0,0298$), estação do ano ($P=0,0003$), mas não foi influenciada pela interação altura $\times$ estação ($P=0,2063$). Pastos manejados a 25 cm de altura apresentaram duração de vida de folhas superior aos mantidos a 10 cm. No outono, a duração de vida de folhas foi mais elevada quando comparada ao verão (Tabela 13).

Tabela 13 – Duração de vida de folhas de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua durante as estações de verão e outono

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
-----Longevidade de folhas (dias)-----				
Verão	42	46	49	45 b
	(1,7)	(1,7)	(1,7)	(1,0)
Outono	49	50	60	53 a
	(2,7)	(2,7)	(2,7)	(1,0)
Média	46 B	48 AB	54 A	
	(1,9)	(1,9)	(1,9)	

*Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.*

O número de folhas vivas por perfilho não variou com a altura de manejo ($P=0,8985$) e com a interação altura $\times$ estação ($P=0,6216$), apresentando apenas efeito de estação ($P= 0,0404$). O número de folhas vivas nos perfilhos foi maior no outono quando comparado ao verão, não sendo influenciada pelas alturas de manejos utilizadas (Tabela 14).

Tabela 14 – Número de folhas vivas por perfilho de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua durante as estações de verão e outono

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	----- Folhas vivas. perfilho ⁻¹ -----			
Verão	2,5	2,5	2,6	2,5 b
	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)
Outono	2,6	2,6	2,6	2,7 a
	(0,1)	(0,1)	(0,1)	(0,1)
Média	2,6 A	2,6 A	2,6 A	
	(0,1)	(0,1)	(0,1)	

*Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.*

O número de folhas senescentes variou com a altura de manejo ($P=0,0021$), estação do ano ($P=0,0174$), mas não foi influenciada pela interação altura $\times$ estação do ano ($P=0,5108$). Os pastos manejados a 17,5 e 25 cm de altura apresentaram maior número de folhas senescentes em comparação à altura de 10 cm. No verão foi registrado maiores valores em relação ao outono em todas as alturas de manejo utilizadas (Tabela 15).

Tabela 15 – Número de folhas senescentes por perfilho de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua durante as estações de verão e outono

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	----- Folhas senescentes. perfilho ⁻¹ -----			
Verão	0,18 (0,0)	0,29 (0,0)	0,24 (0,0)	0,25 a (0,0)
Outono	0,12 (0,0)	0,22 (0,0)	0,21 (0,0)	0,19 b (0,0)
Média	0,15 B (0,0)	0,25 A (0,0)	0,23 A (0,0)	

Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.

A taxa de crescimento de folhas variou somente com a estação do ano ($P<0,0001$), e não foi influenciada pela altura de manejo ($P=0,8304$) e nem pela interação altura $\times$ estação ($P=0,4453$). No verão foram registradas as maiores taxas de crescimento de folhas, independente da altura de manejo, já no outono foram registrados os menores valores para esta variável (Tabela 16).

Tabela 16 – Taxa de crescimento de folhas de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua durante as estações de verão e outono

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	----- cm. perfilho ⁻¹ .dia ⁻¹ -----			
Verão	0,53	0,47	0,46	0,49 a
	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
Outono	0,20	0,21	0,20	0,22 b
	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
Média	0,36 A	0,33 A	0,35 A	
	(0,0)	(0,0)	(0,0)	

*Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P > 0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.*

A taxa de crescimento de colmo variou também somente com a estação do ano ($P < 0,0001$), não sendo influenciada pela altura de manejo ($P = 0,3535$), e nem pela interação altura $\times$ estação ($P = 0,3372$). Maiores taxas foram observadas nos pastos manejados no verão em todas as alturas avaliadas, e no outono foram registrados os menores valores, independente da altura de manejo (Tabela 17).

Tabela 17 – Taxa de crescimento de colmos de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua durante as estações de verão e outono

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	----- cm. perfilho ⁻¹ .dia ⁻¹ -----			
Verão	0,24	0,33	0,23	0,27 a
	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
Outono	0,006	0,007	0,01	0,009 b
	(0,0)	(0,0)	(0,0)	(0,0)
Média	0,12 A	0,17 A	0,12 A	
	(0,0)	(0,0)	(0,0)	

Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.

A frequência de desfolhação não foi influenciada pela altura de manejo ($P=0,7328$) e nem pela interação altura $\times$ estação ($P=0,2512$), variando somente com a estação do ano ($P=0,0043$). No verão, a frequência de desfolhação foi superior em relação ao outono, independentemente da altura dos pastos (Tabela 18).

Tabela 18 – Frequência de desfolhação por perfilho de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua durante as estações de verão e outono

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	----- Desfolhações. perfilho ⁻¹ .dia ⁻¹ -----			
Verão	0,032 (0,0)	0,042 (0,0)	0,038 (0,0)	0,038 a (0,0)
Outono	0,027 (0,0)	0,025 (0,0)	0,027 (0,0)	0,027 b (0,0)
Média	0,030 A (0,0)	0,033 A (0,0)	0,033 A (0,0)	

Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.

A eficiência de pastejo variou somente com a estação do ano ($P=0,0009$), não sendo influenciada pela altura de manejo ($P=0,3178$) e nem pela interação altura $\times$ estação do ano ($P=0,1083$). No outono foi registrada maior eficiência de pastejo, seguido do verão que registrou porcentagem inferior para esta variável (Tabela 19).

Tabela 19 – Eficiência de pastejo de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua durante as estações de verão e outono

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	-----%-----			
Verão	59	56	55	56 b
	(4,2)	(4,2)	(4,2)	(2,4)
Outono	64	79	77	73 a
	(4,2)	(4,2)	(4,2)	(2,4)
Média	61 A	68 A	66 A	
	(3,0)	(3,0)	(3,0)	

*Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.*

A taxa de acúmulo líquido apresentou efeito de estação ($P<0,0001$), e não houve efeito de altura do dossel ($P=0,1104$) e da interação altura $\times$ estação ($P=0,3103$). No verão ocorreram maiores taxas de acúmulo líquido de forragem em todas as alturas de manejo. Menores taxas foram registradas no outono, independente da altura de manejo (Tabela 20).

Tabela 20 – Taxa de acúmulo líquido de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua durante as estações de verão e outono

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	----- kg MS.ha ⁻¹ .dia ⁻¹ -----			
Verão	34 (3,6)	25 (3,6)	25 (4,1)	28 a (2,2)
Outono	9 (8,7)	7 (7,3)	8 (8,3)	8 b (0,5)
Média	21 A (1,7)	16 A (1,7)	16 A (1,7)	

Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.

3.3.2 Densidade populacional de perfilhos

A densidade populacional de perfilhos total não sofreu efeito das alturas de manejo ($P=0,0961$), mas houve efeito de estação ($P<0,001$) e da interação entre altura $\times$ estação ($P=0,0290$). Os valores de densidade de perfilhos total não variaram em função das alturas de manejo ao longo de todas as estações do ano. No verão apresentou maiores valores de perfilhos totais em relação às demais estações, independente da altura de manejo dos pastos (Tabela 21).

Tabela 21 - Densidade populacional de perfilhos total de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua durante as estações de verão e outono

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	----- Perfilhos m ⁻² -----			
Verão	1800 Aa (75,6)	2110 Aa (75,7)	1970 Aa (75,6)	1960 (43,7)
Outono	1375 Ab (35,5)	1343 Ab (35,6)	1260 Ab (35,6)	1326 (20,5)
Inverno	1133 Ac (28,9)	1191 Ab (28,9)	1172 Ab (28,9)	1165 (16, 7)
Primavera	1354 Ab (47,2)	1322 Ab (47,2)	1216 Ab (47,2)	1297 (27,2)
Média	1415 (27,2)	1492 (27,2)	1404 (27,2)	

Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.

A densidade de perfilhos basais foi influenciada pela altura de manejo ($P=0,0444$) e estação ($P<0,0001$), mas não houve efeito da interação altura $\times$ estação do ano ($P=0,1689$). Os pastos mantidos a 17,5 cm de altura apresentaram maior densidade populacional de perfilhos basais do que os manejados a 25 cm, e foi estatisticamente igual aos pastos mantidos a 10 cm de altura. No verão ocorreram maiores densidades de perfilhos basais quando comparado as demais estações do ano. No outono e no inverno foram registrados os menores valores para perfilhos basais (Tabela 22).

Tabela 22 - Densidade populacional de perfilhos basais de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua durante as estações de verão e outono

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	----- Perfilhos m ⁻² -----			
Verão	1561 (43,7)	1727 (43,7)	1585 (43,7)	1624 a (25,2)
Outono	1251 (43,7)	1215 (43,7)	1105 (43,7)	1190 bc (25,2)
Inverno	1100 (43,7)	1148 (43,7)	1134 (43,7)	1127 c (25,2)
Primavera	1272 (43,7)	1273 (43,7)	1168 (43,7)	1237 b (25,2)
Média	1296 AB (21,8)	1341 A (21,8)	1248 B (21,8)	

Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P > 0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.

A densidade populacional de perfilhos reprodutivos foi afetada pela altura de manejo ($P=0,0002$), estação ($P<0,0001$) e pela interação altura $\times$ estação do ano ($P<0,0001$). Os pastos mantidos a 17,5 e 25 cm de altura apresentam maiores valores de perfilhos reprodutivos no verão, sendo que nas estações de inverno e primavera esta categoria de perfilho teve valores que não variaram com a altura de manejo (Tabela 23).

Tabela 23 - Densidade populacional de perfilhos reprodutivos de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua durante as estações de verão e outono

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
----- Perfilhos m ⁻² -----				
Verão	25 Ba	52 Aa	52 Aa	43
	(2,6)	(2,6)	(2,6)	(1,6)
Outono	31Ba	42 ABa	55 Aa	42
	(2,6)	(2,6)	(2,6)	(1,6)
Inverno	1 Ab	4 Ab	4 Ab	3
	(2,6)	(2,6)	(2,6)	(1,6)
Primavera	7 Ab	3 Ab	5 Ab	5
	(2,6)	(2,6)	(2,6)	(1,6)
Média	16	25	29	
	(1,4)	(1,4)	(1,4)	

Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.

Não houve efeito de altura de manejo para perfilhos aéreos ($P=0,1791$), mas houve efeito de estação ($P<0,0001$) e da interação altura $\times$ estação do ano ($P=0,0105$). A densidade de perfilhos aéreos não variou nas alturas de manejo impostas, apresentando valores estatisticamente iguais ao longo das estações. O verão, independente da altura de manejo, apresentou maiores valores de perfilhos aéreos em comparação as demais estações avaliadas. Os menores valores ocorreram no inverno em todas as alturas de manejo dos pastos, e na primavera as menores densidades de perfilhos aéreos ocorreram nos pastos mantidos a 17,5 e 25 cm de altura (Tabela 24).

Tabela 24 - Densidade populacional de perfilhos aéreos de dosséis de capim-braquiária sob três intensidades de pastejo em lotação contínua durante as estações de verão e outono

Estação	Altura (cm)			Média
	10	17,5	25	
	----- Perfilhos m ⁻² -----			
Verão	216 Aa	332 Aa	332 Aa	293
	(29,1)	(29,1)	(29,1)	(16,8)
Outono	93 Ab	87 Ab	100 Ab	93
	(10,6)	(10,6)	(10,6)	(6,1)
Inverno	32 Ac	40 Ac	34 Ac	35
	(4,0)	(4,0)	(4,0)	(2,3)
Primavera	75 Ab	47 Abc	43 Abc	55
	(7,8)	(7,8)	(7,8)	(4,5)
Média	104	126	127	
	(9,1)	(9,1)	(9,1)	

Letra maiúscula compara altura e minúscula compara estação pelo teste de Tukey-Kramer ($P>0,05$).
Números entre parênteses representam erro-padrão da média.

3.4 Discussão

A morfogênese é definida como a formação e o desenvolvimento de sucessivos fitômeros, processo relacionado com o aparecimento de folhas que, por sua vez, determina a dinâmica de fluxo de tecidos nas plantas forrageiras (LEMAIRE & AGNUSDEI, 2000). Assim, se para cada folha nova surgida existe uma gema axilar capaz de originar um novo perfilho, o aparecimento foliar pode ser considerado a característica central da morfogênese, e o acúmulo de biomassa o somatório das produções de perfilhos individuais formadores da pastagem. A variável taxa de aparecimento de folhas (TAF) é caracterizada como determinante das características estruturais do dossel, uma vez que influencia no tamanho da folha, densidade populacional de perfilhos e no número de folhas por perfilhos (LEMAIRE & CHAPMAN,

1996). Nos pastos mantidos a 10 cm de altura a TAF foi maior do que nos pastos manejados a 25 cm. A estação de avaliação também influenciou, sendo o verão a estação que apresentou maior efeito sobre a variação da TAF (Tabela 12). Sbrissia (2004), avaliando características morfogênicas em capim Marandu sob quatro intensidades de pastejo (10, 20, 30 e 40 cm) em lotação contínua, observou que em pastos manejados a 10 cm de altura, a TAF foi em média 50% maior quando comparada com pastos mantidos a 40 cm. Cavalcante et al., (2002) em estudo com capim-braquiária sob diferentes alturas de dossel (10, 15, 20, 25 cm) também indicaram que a medida que o pasto era mantido mais alto, a TAF diminuía, variando de 0,107 folha. perfilho. dia⁻¹ para a altura de 10 cm até 0,079 folha. perfilho. dia⁻¹ para a altura de 25 cm. Segundo Nabinger, (1997), os efeitos ambientais podem influir na TAF, em especial a luz, temperatura, disponibilidade de água e nutrientes, sendo que os efeitos na altura do dossel sobre a TAF podem estar relacionados ao sombreamento provocado por folhas e outras estruturas da porção superior do dossel, inibindo a atividade de gemas e comprometendo a formação de novas folhas e novos perfilhos (FRANK & HOFMAN, 1994).

A duração de vida das folhas ou longevidade de folhas foi crescente à medida que se elevou a altura do dossel. Os pastos manejados a 25 cm apresentaram, em média, 54 dias, enquanto que em dosséis manejados a 10 cm a duração de vida das folhas foi em média de 46 dias. No outono a duração de vida das folhas foi maior devido a limitação de fatores ambientais como temperatura, precipitação e luz, reduzindo a velocidade de processos como crescimento e senescência, aumentando assim o tempo de vida das folhas (Tabela 13). A duração de vida da folha resulta diretamente do filocrono e do NFV por perfilho, e quando não há variações grandes em NFV, pode-se afirmar que a longevidade foi basicamente uma resposta direta às variações no filocrono. O número de folhas vivas por perfilho (NFV) é uma constante definida genotipicamente (Davies, 1988) e estável na ausência de deficiências hídricas ou nutricionais e em condições variáveis de manejos (PONTES, 2001; NABINGER, 2002). Entretanto, pode variar de uma gramínea para outra, principalmente em razão de seu hábito de crescimento, e segundo Sbrissia (2004), práticas de manejo, como taxa de lotação, podem também alterá-lo. No presente estudo, o NFV manteve-se constante em

todas as intensidades de pastejo, variando apenas no outono com valores superiores ao verão (Tabela 14). Pinto (2000) verificou ausência do efeito da altura do dossel sobre o NFV, e Paciullo et al., (2002) avaliando *Pennisetum purpureum* Schum., observaram variações no NFV ao longo das estações do ano, porém, os maiores valores de NFV foram observados no verão, contrariando os resultados do presente estudo. O número de folhas senescentes por perfilho aumentou em função da altura de manejo, sendo que em pastos manejados a 25 cm de altura apresentou maiores valores de folhas senescentes, e pastos manejados mais intensamente refletiu em menores valores de folhas senescentes (Tabela 15). A frequência e a intensidade de pastejo podem alterar o padrão de resposta de folhas senescentes no dossel (GONÇALVES, 2002), pois sob condições de pastejo intensos e freqüentes muitas vezes as folhas inteiras são removidas, não permitindo que o processo de senescência ocorra simplesmente por não existirem mais (SBRISSIA, 2004).

As taxas de crescimento de folhas e de colmos apresentaram mesmo padrão de resposta para a altura de dossel, sendo que não houve variação destas variáveis com o aumento da altura dos pastos. No verão, estação que coincide com melhores condições ambientais para o crescimento das plantas forrageiras, registrou as maiores taxas de crescimento de folhas, com valores médios de 0,49 cm. perfilho⁻¹.dia⁻¹ e 0,27 cm. perfilho⁻¹.dia⁻¹ no verão e no outono, respectivamente. A taxa de crescimento de colmos foi de 0,27 cm. perfilho⁻¹.dia⁻¹ no verão e de 0,009 perfilho⁻¹.dia⁻¹ no outono (Tabelas 16, 17). Embora não tenha sido registrada variação nas taxas de crescimento de folhas e colmos em função das alturas de manejo, Nascimento Júnior & Adese (2004), relatam que o crescimento do colmo altera a distribuição de folhas que por sua vez modifica a quantidade e a qualidade da luz no interior do dossel, repercutindo diretamente nas características morfogênicas. Essas informações corroboram com os resultados obtidos no presente estudo referente a maior porcentagem de colmos nos pastos manejados a 25 cm, mostrando que a intensidade de pastejo altera substancialmente os valores de composição morfológica tanto de folhas e colmos e material morto, IAF e interceptação luminosa.

Embora a freqüência de desfolhação exerça influência sob as variáveis estruturais e morfogênicas em função da intensidade de pastejo, houve variação

somente com as estações do ano, com maiores valores registrados no verão (Tabela 18). Estas respostas elucidam o fato de que em estações de crescimento reduzido da planta forrageira, maiores valores de frequência de desfolhação são observados, devido à elevada duração de vida das folhas. Carrère et al., (2001) observaram associação entre altura do dossel e frequência de desfolhação e encontram 0,043 e 0,020 desfolhação. perfilho⁻¹. dia⁻¹ para pastos de azevém manejados a 8 e 12 cm, respectivamente. Penning et al., (1991) ressaltaram que essas variações ocorrem devido a maior massa de forragem em pastos mais altos, permitindo ao animal consumir sua dieta diária sem precisar percorrer uma área maior do pasto, o que resulta, conseqüentemente, numa menor frequência de desfolhação de perfilhos individuais.

A eficiência de pastejo foi definida por Lemaire e Chapman (1996) como sendo a proporção da forragem acumulada que é removida pelos animais antes de entrar em senescência, processo este que depende da proporção do comprimento da folha que é excluída da desfolhação e deixa de ser colhida. Estes autores relatam ainda que é necessário o conhecimento da duração de vida das folhas na pastagem e de outros fatores que influenciam a frequência e a intensidade de pastejo. A eficiência de pastejo neste estudo variou apenas com as estações, com maiores valores observados no outono. Em relação as alturas dos dosséis, a eficiência de pastejo foi relativamente constante, com valores que variaram de 61 % nos pastos com 10 cm de altura e 66 % nos pastos manejados a 25 cm de altura (Tabela 19). Gonçalves (2002) avaliando capim Marandu a 10, 20, 30 e 40 cm observou redução na eficiência de pastejo em pastos com alturas de dossel mais elevadas. Isso pode ser explicado pelo fato de que em pastejos mais lenientes, a presença de colmos e maiores perdas por senescência pode ser maior em relação a dosséis manejados sob maior intensidade de pastejo (CAVALCANTE et al., 2002). Bircham & Hodgson (1983) trabalhando com azevém perene, demonstraram que pastos mantidos mais baixos refletem estratégias de desfolhação com maior frequência e intensidade de pastejo, e por isso, resultam em maior eficiência de pastejo da forragem produzida pela redução nas perdas por senescência e morte de tecidos. Cunha et al., (2007) reportaram que a alta eficiência de pastejo decorre do baixo acúmulo de lâmina foliar verde durante o período de descanso

da pastagem, da alta pressão de pastejo e das baixas perdas de lâmina foliar pelo pastejo, ou seja, padrões morfológicos e perfilhamento podem explicar, em parte, a alta eficiência de desfolhação.

O acúmulo de biomassa aérea por área é resultante da integração do desenvolvimento de todos os perfilhos dependentes da taxa de aparecimento de folhas (TApF), taxa de alongamento de folhas (TAIF) e duração de vida das folhas (DVF) que compõem as plantas de uma população. Conseqüentemente é resultante do acúmulo de fitômeros por perfilho e da densidade populacional de perfilhos (DPP), sendo esta dependente da capacidade de perfilhamento da planta (NASCIMENTO JÚNIOR & ADESE, 2004). No presente estudo, as taxas de acúmulo líquido de forragem foram mais pronunciadas no verão, estação que coincide com condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento da forragem (Tabela 20). Fagundes et al. (2005) estimaram a taxa de acúmulo de forragem a partir do fluxo de tecidos, e encontraram valores superiores em relação aos do presente trabalho no verão, já no outono as taxas de acúmulo de forragem, embora tenham sido diferentes, apresentaram redução em ambos os trabalhos. Por se tratar de condições climáticas, anos de estudo e adubação diferentes, é esperada essa variação nos resultados, devendo ser interpretada mais como um indicador de amplitude para determinada espécie forrageira.

Os padrões de perfilhamento das pastagens são importantes do ponto de vista da perenização e manutenção do dossel, pois podem definir a contínua produção de novas folhas e perfilhos para reposição daqueles que morreram ou foram consumidos (HODGSON, 1990). A densidade populacional de perfilhos está condicionada a uma série de eventos como sombreamento, florescimento, severidade de pastejo, pisoteio, deposição de fezes e urina, e predação por insetos (MATTHEW et al., 1996), sendo que a interferência desses fatores na densidade de perfilhos está intimamente relacionado a altura de manejo adotada. As respostas da capacidade de perfilhamento em relação à altura do dossel indicam decréscimo de perfilhos à medida que os pastos são mantidos mais altos, principalmente devido a competição por luz, ou seja, a baixa intensidade luminosa na base do estande é um dos principais fatores que podem interferir na capacidade de perfilhamento de pastos mantidos mais altos. No presente estudo, não houve efeito da altura de dossel na densidade populacional de perfilhos totais, sendo

observada variação apenas no verão, com registro de maiores valores, independentemente da altura de manejo (Tabela 21). O efeito da altura foi observado na densidade de perfilhos basais e perfilhos reprodutivos. Para perfilhos basais, os pastos mantidos a 17,5 cm apresentaram maiores valores em relação aos pastos mantidos a 25 cm, produzindo em média 1341 perfilho. m⁻² e 1248 perfilho. m⁻², respectivamente, acompanhado com maior predominância dessa categoria de perfilhos no verão (Tabela 22). Isso mostra que em dosséis mantidos mais baixos ocorre maior penetração de luz na base do dossel, ativando as gemas basais e estimulando o surgimento de novos perfilhos, ao passo que em dosséis mais elevados, tende a aumentar o sombreamento entre folhas, dificultando a assimilação de carbono e, por consequência, maior senescência e morte de folhas e perfilhos. Rêgo et al. (2002) avaliaram o efeito de diferentes alturas (24, 26, 43, 45, 52, 62, 73 e 78 cm) do dossel de capim Tanzânia e diferentes períodos de coleta (28, 56, 84 dias), observaram que o efeito no perfilhamento basal não foi influenciado pela altura do pasto, porém, em pastagens onde ocorre maior cobertura, em função da altura mais elevada do dossel, pode haver redução do perfilhamento por sombreamento. A presença de perfilhos reprodutivos está também relacionado a dosséis com alturas elevadas, sendo que quando os perfilhos atingem esse estado fenológico, o aparecimento de folhas é paralisado. Neste estudo foi registrada maior quantidade de perfilhos reprodutivos nos tratamentos 17,5 e 25 cm, tanto no verão como no outono (Tabela 23). Já o perfilhamento aéreo ocorre devido a eliminação do meristema apical que por consequência, estimula o surgimento de novos perfilhos através da formação de gemas laterais, contribuindo para a recuperação e o aumento na produção da planta. De acordo com Langer (1979), o desenvolvimento das gemas laterais é estimulado, entre outros fatores, pela decapitação do perfilho principal, cessando a dominância do meristema apical. Rêgo et al. (2002) reportaram que o número de perfilhos aéreos apresentou comportamento linear e crescente em função da altura do pasto. Estas informações contrariam os resultados encontrados neste estudo, com mudanças observadas somente entre as estações, com maiores valores no verão (Tabela 24). Isso ocorreu provavelmente porque no verão a frequência de pastejo foi maior em relação as demais estações, em virtude do crescimento mais acelerado da forragem, fazendo com

que os perfilhos tenham sido pastejados mais vezes num intervalo de tempo menor, aumentando a probabilidade de decapitação do meristema apical e conseqüentemente, a estimulação para o surgimento de perfilhos.

3.5 Conclusões

A altura altera as respostas das variáveis taxa de aparecimento de folhas e duração de vida de folhas e número de folhas senescentes apresentam maiores valores em dosséis manejados a 10 cm de altura.

A estação se caracteriza como fator de mudança nos resultados das variáveis morfogênicas. Taxas de crescimento de folha, colmo, taxa de acúmulo líquido de forragem e frequência de pastejo foram maiores no verão. Número de folhas vivas por perfilho e eficiência de pastejo foram maiores no outono. Não houve resposta destas variáveis a altura de manejo adotado.

A variação na densidade de perfilhos basais foi mínima em função das alturas adotadas. Os dosséis manejados a 17,5 cm registram maior quantidade de perfilhos em relação aos dosséis mais elevados. Dosséis manejados com menor intensidade de pastejo (17,5 e 25 cm) resultam em maior densidade de perfilhos reprodutivos. Densidades de perfilhos aéreos e total variam somente nas estações. No verão a densidade dessas categorias de perfilhos foram maiores em relação aos demais.

Referências

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

BLACK, J.N. The interrelationship of solar radiation and leaf area index in determining the rate of dry matter production of swards of subterranean clover (*Trifolium subterraneum* L.). **Australian Journal Agricultural Research**, Victoria, v.14, n.1, p.20-37, 1962.

CARRÈRE, P.; LOUAULT, F.; CARVALHO, P.C. de F.; LAFARGE, M.; SOUSSANA, J.F. how does the vertical and horizontal structure of a perennial ryegrass and White

clover sward influence grazing? **Grass and Forage Science**, Oxford, v. 56, p. 118-130, 2001.

CAVALCANTE, M.A.B.; GOMIDE, J.A.; PEREIRA, O.G.; GARCIA, A.R.; GRASSELLI, L.C. Características morfogênicas e estruturais do relvado de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk sob pastejo, em diferentes alturas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p132.

CORSI, M.; BALSALOBRE, M.A.; SANTOS, P.M.; SILVA, S.C. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de braquiária. In: PEIXOTO, A.M.Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11., 1994. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba : FEALQ, 1994. p.249-266.

CUNHA, M.V.da; SANTOS, M.V.F. dos; LIRA, M.A.; MELLO, A.C.L.; FREITAS, E.V.; APOLINÁRIO, V.X.O. Genótipos de capim-elefante sob pastejo no período de seca na Zona da Mata de Pernambuco: fatores relacionados à eficiência de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.36, n.2, p. 291-300, 2007.

Da SILVA, S.C., PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: SIMPOSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., 1997. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal : FCAVJ/UNESP, 1997. p.1-62.

DAVIES, A. The regrowth of grass swards. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Ed.). **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman and Hall, 1988. p.86-127.

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

FRANK, A.B.; HOFMAN, L. Light quality and stem numbers in cool-season forage grasses. **Crop Science, Madison**, v. 34, n.2, p. 468-473, 1994.

GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Morphogenesis and growth analysis of *Panicum maximum* cultivars. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 18., 1997. Canadá, **Proceedings...** Canadá: Plant physiology and growth, 1997. p.65-66.

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

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

LANGER, R.H.M. **How grasses grow**. 2nd .ed. London: Edward Arnold, 1979. p. 66.

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

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

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

MATTHEW, C.; LEMAIER, G.; SACKVILLE HAMILTON, N.R.; HERNANDEZ GARRAY, A. A modified self-thinning equation to describe size/density relationships for defoliated swards. **Annals of Botany**, cidade, v. 76, p. 579-587, 1996.

MORALES, A.; NABINGER, C.; ROSA, L.M.; MARASCHIN, G.E. Efeito da limitação hídrica sobre a morfogênese e repartição da biomassa de *Lotus corniculatus* L. cv. São Gabriel. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p. 124-126.

NABINGER, C. Eficiência do uso de pastagens: disponibilidade e perdas de forragem. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (Ed.).SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., 1997. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1997. p.213-251.

NABINGER, C. Manejo da desfolha. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; PEDREIRA, C.G.S.; FARIA, V.P. (Ed.). SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 19., 2002. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2002. p.133-158.

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

PACIULLO, D.S.C.; DERESZ, F.; COELHO, A.D.F.; NOBRE, M. do S.A. Características morfogênicas e estruturais e acúmulo de forragem em pastagens de capim-elefante sob pastejo rotativo em diferentes estações do ano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002. Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.

PEDREIRA, C.G.S.; ROSSETO, F.A.A.; SILVA, S.C. Forage yield and grazing efficiency on rotationally stocked pastures of 'Tanzania-1' guineagrass and 'Guaçu' elephantgrass. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.5, p.433-439, 2005.

PENNING, P.D.; PARSONS, A.J.; ORR, R.J.; TREACHER, T.T. Intake and behaviour responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. **Grass Forage Science**, Oxford, v. 46, p. 15-28, 1991.

PINTO, L.F.M. **Dinâmica do acúmulo de matéria seca em pastagens de *Cynodon* spp.** 2000. 124p. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

PONTES, L.S. **Dinâmica do crescimento de azevém anual (*Lolium multiflorum* Lam.) pastejado por ovinos.** 2001. 101p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

REGO, F.C. de A.; CECATO, U.; CANTO, M.W. do; MARTINS, E.N.; SANTOS, G.T. do; CANO, C. P.; PERTENELLI, M. Características morfológicas e índice de área foliar do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) manejado em diferentes alturas, sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.31, n.5, p. 1931-1937, 2002.

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

4.0 Considerações finais

O uso da altura do dossel no manejo do pastejo é uma alternativa eficiente para definir o padrão de desfolhação e crescimento do capim-braquiária. Os resultados demonstraram que o acúmulo de forragem, a composição morfológica, as características morfogênicas e estruturais tem padrão de resposta distintas em diferentes alturas de manejo sob lotação contínua.

As melhores respostas produtivas do capim-braquiária quando associadas aos componentes morfológicos no dossel, com maior proporção de folha e menores proporções de colmo e material morto foi observado nos dosséis manejados a 10 cm de altura. No entanto, os dosséis mantidos a 17,5 cm registraram IL com aproveitamento de luz no ponto máximo de acúmulo de forragem, podendo ser condição satisfatória para realização do pastejo. A manutenção de IAFs relativamente baixos evita o auto-sombreamento das folhas, competição por luz e proporções elevadas de material morto, como no caso do tratamento 25 cm. Assim, como alternativa de uso, recomenda-se manejar o capim-braquiária entre 10 e 17,5 cm de altura.