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

Impacto do método de pastejo sobre o acúmulo de forragem, estrutura do dossel e respostas morfofisiológicas da *Brachiaria* híbrida Convert HD 364

Solange Garcia Holschuch

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

**Piracicaba
2018**

Solange Garcia Holschuch
Bacharela em Zootecnia

**Impacto do método de pastejo sobre o acúmulo de forragem, estrutura do dossel e
respostas morfofisiológicas da *Brachiaria* híbrida Convert HD 364**
versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:

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

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

Piracicaba
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA – DIBD/ESALQ/USP

Holschuch, Solange Garcia

Impacto do método de pastejo sobre o acúmulo de forragem, estrutura do dossel e respostas morfofisiológicas da *Brachiaria* híbrida Convert HD 364 / Solange Garcia Holschuch. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2018.

74 p.

Dissertação (Mestrado) - - USP / Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Mulato II 2. Assimilação de carbono 3. Lotação contínua 4. Lotação intermitente 5. *Urochloa* spp I. Título

DEDICO

À minha querida mãe Silvana Garcia Holschuch por todo amor e o exemplo de perseverança.

*Em memória ao meu pai Ernesto Aluísio Holschuch, que foi exemplo de amor e
generosidade na minha vida.*

*Aos meus irmãos Josiane Clair Holschuch e Giovane Arno Holschuch,
à minha cunhada Lohana dos Santos Silva e ao meu sobrinho amado
Thomas Ernesto por fazerem parte da minha vida.*

À toda minha família.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela graça da vida e da conclusão dessa etapa na minha jornada profissional, pois a fé me fortalece e trás sabedoria a cada desafio vivenciado.

A Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo – ESALQ/USP, por congregar elementos essenciais para formação de profissionais de excelência.

Ao meu orientador, Prof. Carlos G. S. Pedreira, que apresentou novos caminhos e desafios nessa jornada, contribuindo para minha formação profissional e pessoal. Encorajou-me a estudar e superar os desafios de aprender um novo idioma, proporcionando a oportunidades futuras de interagir com profissionais de vários países.

Aos Professores e aos demais profissionais do Departamento de Zootecnia da ESALQ que contribuíram de alguma forma no meu treinamento.

Ao Grupo de Pesquisa em Pastagem (GP²): Pós-graduandos Fagner Júnior, Gabriel Pedroso, Júnior Yassuoka, Marcel Alonso, Otávio Almeida e Patrícia Luizão; e dos alunos de graduação Marina Miquilini, Pedro Xavier, Carlos Henrique, Murilo Maturana, Isabela Silva, Dreyphus e Carol que tornaram as atividades de campo mais fáceis e prazerosas, pela amizade e parceria. Em especial aos membros que participaram na elaboração e execução do projeto Mulato II.

Ao Prof. Valdson José da Silva, Fagner Júnior, Gabriel Pedroso (Gaga) e Carlos Franco (Titi), pelo suporte acadêmico, as experiências compartilhadas, todo carinho dedicado e a inestimável amizade construída ao longo do meu mestrado.

Aos contemporâneos do Laboratório de Plantas Forrageiras (LAPF) pela convivência, amizade e aprendizado, como: Eliana, Lucas, Guilherme, Guilherme, Tatiane, Larrissa e Caio.

Aos meus familiares: Silvana (mãe), Josiane (irmã), Giovane (irmão), Lohana (cunhada), Thomas (sobrinho/afilhado), Cecília Garcia (avó), Lorival Garcia (avô), Maria Lúcia Holschuch (Nona), Nadir Holschuch (prima), Leonice Holschuch (prima), Daiane Garcia (prima), Fani Holschuch (madrinha), Maria Helena (madrinha), Angela Maria (tia), Carlos José (tio), e aos amigos Felipe Cecconello, Jéssica Pampoline, Maiara, Tiago e Leandro, que perto ou longe de alguma forma participaram de forma especial nessa trajetória.

Em especial à família Baracate/Pedroso (Maria Antônia, André, Gabriel, Lucas, Marina, Roseana, Jorge Moreira, o pequeno Antônio e a Maria Lúcia) pelo acolhimento e carinho no coração dessa família maravilhosa e abençoada.

Ao Dr. Bruno Pedreira da Embrapa Agrossilvipastoril, que me entusiasmou a seguir a área de forragicultura e pastagem, além de me encorajar a entrar na pós-graduação do programa de Ciência Animal e Pastagens da ESALQ/USP.

Ao Prof. Dr. Flávio Portela, Dr. Marco Antônio Penatti e aos membros do CPZ/ESALQ pelo auxílio necessário no empréstimo dos animais para condução do experimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT	8
1 INTRODUÇÃO	9
1.1 HIPÓTESE	13
1.2 OBJETIVO	13
REFERÊNCIAS	13
2 O IMPACTO DO MÉTODO DE LOTAÇÃO CONTÍNUA E INTERMITENTE NA TAXA DE ACÚMULO DE FORRAGEM, ESTRUTURA DO DOSSEL E RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DO CAPIM CONVERT HD 364 COMPARADOS EM METAS DE ALTURA MÉDIA DO DOSSEL	17
RESUMO	17
ABSTRACT	17
2.1 INTRODUÇÃO	18
2.2 MATERIAL E MÉTODOS	20
2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
2.4 CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS	42
3 ACÚMULO DE FORRAGEM, COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA E ESTRUTURA DO DOSSEL DO CAPIM CAPIM CONVERT HD 364 SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA E INTERMITENTE	47
RESUMO	47
ABSTRACT	47
3.1 INTRODUÇÃO	48
3.2 MATERIAL E MÉTODOS	49
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	55
3.4 CONCLUSÃO	65
REFERÊNCIAS	66
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
REFERÊNCIAS	70
APÊNDICE	73

RESUMO

Impacto do método de pastejo sobre o acúmulo de forragem, estrutura do dossel e respostas morfofisiológicas da *Brachiaria* híbrida Convert HD 364

Apesar de muitos estudos dos diferentes métodos de lotação, a definição de estratégias de manejo eficientes geralmente é embasada em respostas de experimentos realizados com cada método individualmente, e não com ambos impostos sob uma mesma base de comparação. Com o objetivo de fundamentar os argumentos existentes, este estudo avaliou os impactos dos métodos de lotação contínua e intermitente impostos sob duas metas de alturas médias em pastagem de capim Convert HD 364, com avaliações da estrutura e das características morfofisiológicas do dossel, assim como do acúmulo (AF) e taxa de acúmulo (TAF) de forragem durante o verão agrônomico. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com três repetições, seguindo um arranjo fatorial 2 x 3 entre duas metas de altura média de dossel (20 e 30 cm) e três métodos de lotação: 1) lotação contínua (LC) mimetizada, com taxa de lotação variável; 2) lotação intermitente (i.e., pastejo rotativo) com desfolhação leniente (remoção de ~ 40% da altura de dossel no pré-pastejo) (LIDL); e 3) lotação intermitente (i.e., pastejo rotativo) com desfolhação severa (remoção de ~ 60% da altura de dossel no pré-pastejo) (LIDS), respectivamente impostos por amplitudes de ± 10 , 25 e 40% entorno das metas de altura média de dossel, totalizando 18 unidades experimentais (piquetes) de 200 m². Pastos manejados sob LC apresentaram maior AF e TAF (7410 kg MS ha⁻¹ e 87 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente). A interceptação de luz pelo dossel foi maior nos pastos sob LC (97%) do que naqueles sob LIDL e LIDS (93,7%) quando comparados nas metas de altura média do dossel (20 e 30 cm). No entanto, em pré-pastejo, os pastos sob LIDL e LIDS apresentaram 99% de interceptação de luz pelo dossel. Alterações com o mesmo padrão de respostas foram registradas para as proporções dos componentes da massa de forragem e índice de área foliar (IAF), com incremento significativo das proporções de lâmina foliar e colmos, assim como do IAF, e redução das proporções de material morto à medida que os pastos eram manejados sob menor intensidade em lotação contínua, ou havia o incremento da altura de pré-pastejo em lotação intermitente. Os métodos de lotação e as respectivas metas de altura não afetaram a taxa de fotossíntese de folhas individuais, mas a maior fotossíntese do dossel (69,35 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foi obtida nos pastos manejados sob LIDS com meta de altura média de 30 cm. Os pastos manejados sob LC apresentaram taxas de fotossíntese do dossel constantes (47 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), o que resultou em maiores TAF e AF dentre os métodos de lotação estudados.

Palavras-chave: Altura do dossel; Mulato II; Híbrido de *Brachiaria*; Pré-pastejo; Pós-pastejo; Severidade de desfolhação; Índice de área foliar; Interceptação de luz; *Urochloa* spp

ABSTRACT

Impact of stocking method on forage accumulation, canopy structure and morphophysiological responses of Mulato II brachiariagrass

In spite of the great number of studies evaluating plant responses to different stocking methods, the definition of more efficient management strategies is generally based on the results of studies evaluating each stocking method separately. With the purpose of substantiating existing arguments, the present study evaluated the impacts of three stocking methods (1 - mimicked continuous stocking with variable stocking rate - CS; 2 - rotational stocking with lenient defoliation - removal of ~40% of pre-grazing canopy height - RSLD; 3 - rotational stocking with severe defoliation - removal of ~60% of pre-grazing canopy height - RSSD, respectively imposed by ± 10 , 25 and 40% variations) combined in a factorial arrangement with two mean canopy heights (20 and 30 cm) of Mulato II brachiariagrass, on canopy structure, morphophysiological characteristics, forage accumulation (FA) and forage accumulation rate (FAR) during the summer growing season. The experimental design was a randomized complete block with three replications, totaling 18 experimental units (paddocks) of 200 m². Paddocks in CS treatments presented greater FA and FAR (7410 kg DM ha⁻¹ and 87 kg DM ha⁻¹ d⁻¹, respectively). Canopy light interception was greater for paddocks in CS (97%) than for those in RSLD and RSSD (93.7%) for the two mean canopy heights. However, at pre-grazing, paddocks under RSLD and RSSD presented 99% of canopy light interception. The same response pattern was observed for forage mass composition and for leaf area index (LAI), with significant increases in the proportions of leaves and stems, as well as in LAI, and decreases in the proportions of dead material, as the grazing intensity decreased in CS, or as the pre-grazing height increased in the rotational stocking treatments. Neither the stocking methods, nor the mean canopy heights affected the photosynthesis rates of individual leaves, but the greatest canopy photosynthesis (69.35 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) was obtained in paddocks under RSSD with mean canopy heights of 30 cm. Paddocks in CS presented constant canopy photosynthesis rates (47 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), what lead to the greatest FAR and FA among the investigated stocking methods.

Keywords: Canopy height; Mulato II brachiariagrass; Brachiaria hybrid; Pre-grazing; Post-grazing; Defoliation severity; Leaf area index; Canopy light interception; *Urochloa* spp.

1 INTRODUÇÃO

Em meio à crise política e econômica, a pecuária brasileira permanece contribuindo consideravelmente para o desenvolvimento do país. As análises de mercado mostram retomadas do crescimento em 2017, além do incremento no consumo interno de carne bovina (~33 kg/habitante/ano) que na última década estava em declínio, comparado a décadas anteriores, quando era da ordem de 40 kg de carne/habitante/ano (CONAB, 2017). Com constante crescimento do rebanho de bovinos de corte, o Brasil está classificado em segundo lugar no ranking mundial com um efetivo de ~ 218 milhões de cabeças (IBGE, 2017).

Em 2016, o Brasil exportou 1,07 milhões de toneladas de carne bovina, correspondente a mais de US\$ 4,34 bilhões, representando uma redução de 6,8% no faturamento das exportações em relação a 2015 (SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR - SECEX, 2017). Em 2017 houve crescimento de 34% no faturamento nas exportações totais de carne bovina em relação ao mesmo período de 2015 (ano que antecedeu o auge da crise econômica no país), esse registro foi o melhor desempenho desde outubro de 2013 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE - ABIEC, 2017). As expectativas de aumento das exportações para a Ásia e a vantagem da recente abertura do mercado Norte-Americano para carne bovina *in natura* favoreceram a visibilidade dos produtos brasileiros referente às exigências sanitárias para outros países.

A expansão da indústria de carnes brasileiras além de atender as exigências de qualidade de carne, contribui com a segurança alimentar para uma população mundial de ~7,6 bilhões de habitantes (ONU, 2017) em constante crescimento, e também fomenta o desenvolvimento sustentável do setor pecuário. O grande volume de produção é sustentado por extensas áreas pastagens que caracterizam a base alimentar dos ruminantes. Esse sistema de alimentação animal é favorecido pelo tamanho do território nacional (~8,5 milhões de km² -IBGE, 2017), e sua diversidade climática que compreende regiões tropicais a subtropicais caracterizadas por grande variabilidade do ecossistema.

No último Censo Agropecuário (IBGE, 2007) as áreas de pastagens foram estimadas em 172 milhões de hectares e, mais recentemente, em 2011 a Embrapa divulgou uma estimativa de 190 milhões de hectares de pastagens (BUNGENSTAB, 2011), formados em sua grande maioria por pouca diversidade de espécies forrageiras como, por exemplo, as abrangentes áreas do monocultivos do capim Marandu [*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf. sin. *Urochloa brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf.]. Esse capim foi lançado em 1984, e até hoje tem grande importância para a pecuária do país, ocupando cerca de 45% das

áreas de pastagens cultivadas (JANK *et al.* 2014). Em anos recentes, no entanto, tem sido relatados problemas de persistência desse capim em diversas regiões do Brasil (DIAS FILHO, 2005; ANDRADE & VALENTIM, 2007), reforçando a necessidade de adoção de novos materiais. Dentre os novos cultivares lançados mais recentemente no mercado, está o capim híbrido de *Brachiaria* Convert HD 364 (*B. brizantha* × *B. decumbens* × *B. ruziziensis*), também conhecido como capim Mulato II (CIAT 36087), que vem sendo considerado uma boa alternativa para diversificação das pastagens (PEQUENO *et al.*, 2015). O Convert HD 364 tem sido comercializado no Brasil desde 2009 pela Dow AgroSciences que adquiriu o direito de comercialização de sementes do país. Esse material apresenta elevado potencial de produção de forragem com bom valor nutritivo (PEQUENO *et al.* 2015; SILVA *et al.*, 2016a). Além disso, possui boa adaptação a uma diversidade de ambientes, incluindo solos de baixa fertilidade, comuns nas regiões tropicais (ARGEL *et al.*, 2007).

O monocultivo formado pela restrita diversificação das pastagens é apenas um dos problemas enfrentados pelo setor pecuário no Brasil. Embora a produtividade das áreas de pastagens tenha aumentado em termos absolutos, problemas de manejo (e.g., problemas de ajuste na taxa de lotação e/ou baixa reposição de nutrientes) ainda são fatores limitantes ao incremento da produção animal em pastagens (PEDREIRA *et al.* 2015). A falta de critérios técnicos no manejo de pastagens frequentemente resulta em baixa eficiência de utilização da forragem produzida e aumento das áreas de pastagens degradadas (DIAS-FILHO, 2011). Fatores esses que levam não apenas a redução da produtividade, mas também afetam a contribuição que as pastagens fornecem nos serviços para o ecossistema, que incluem armazenamento de carbono, proteção do solo e preservação da biodiversidade (VOLAIRE, 2014). Isso é resultado, em parte, da baixa adoção de tecnologias por muitos pecuaristas, o que contribui para que áreas de pastagens sejam consideradas improdutivas, prejudicando a lucratividade e o desenvolvimento sustentável da atividade (DIAS-FILHO, 2014).

A definição de estratégias de manejo é fundamental para o sucesso na utilização de materiais forrageiros. Para pastos de gramíneas de clima temperado e tropical manejados sob lotação contínua ou intermitente, tem sido reportado que o estabelecimento de metas de manejo (e.g., altura do dossel) pode contribuir para o aumento da produção e utilização da forragem produzida e do desempenho animal (BAKER *et al.*, 1981; WRIGHT & WHYTE, 1989; CARLOTO *et al.*, 2011; PAULA *et al.*, 2012; HERNANDEZ-GARAY *et al.*, 2014; SILVA *et al.*, 2016; DEMSKI, 2013; TEODORO, 2014; LUAL, 2014). As respostas da planta em função de mesma altura média de manejo do dossel podem variar dependendo do método de lotação empregado. Apesar de muitos trabalhos serem preferivelmente

desenvolvidos sob lotação intermitente, por se acreditar que seja mais produtiva, a lotação contínua é o método mais utilizado no país. No entanto, pouco são os estudos comparativos com ambos os métodos, mas há argumentos de que sistemas intensivos sob lotação contínua podem desempenhar similar potencial de produção animal quanto aqueles sob lotação intermitente (PARSONS & PENNING, 1988), desde que utilizado uma mesma base de comparação. Com o objetivo de realizar uma comparação fundamental entre lotações contínuas e intermitentes Parsons *et al.* (1988) utilizou de um modelo matemático para otimizar a interação entre frequência e severidade de desfolhações intermitentes. Neste estudo, foi analisado a relação entre fotossíntese, produção de tecidos e morte de folhas, para inferir sobre a massa de forragem passível de ser colhida por hectare sob desfolhações intermitentes. A partir disso, constatou que máximas produtividades eram obtidas sempre que as flutuações em IAF durante rebrotação e desfolhação culminavam em baixas médias de IAF, que previamente foram relacionadas à máxima produtividade sob lotação contínua. Assim, os autores sugeriram que a produção de forragem sob ambos os métodos de lotação poderia ser melhor caracterizada em relação a uma condição média de dossel.

A assimilação de carbono pelas folhas varia de acordo com o seu nível de inserção no perfilho e consequente posição no perfil do dossel, consequentemente, as taxas de assimilação estão relacionadas com a disponibilidade e qualidade de radiação incidente, supondo que o ambiente luminoso se mantém relativamente constante num determinado nível de inserção. Pastos manejados mais altos apresentam reduzida proporção de folhas verdes próximo ao nível do solo (BRAGA *et al.*, 2009), com a maior parte da área foliar disponível para fotossíntese localizada nos estratos mais altos do dossel (folhas mais jovens, mais expostas à luz). Diferentes severidades de desfolhação (alturas constates do dossel em pastos sob lotação contínua ou altura de pré e pós-pastejo em pastos sob lotação intermitente) podem gerar contrastes importantes na estrutura do dossel e características morfológicas das plantas, levando a mudanças significativas na assimilação de carbono por folhas e pelo dossel.

Aliado a metas de altura média do dossel, a frequência do ajuste na taxa de lotação (que determina diretamente o nível de controle da meta de altura) em pastos sob lotação contínua, podem ocorrer variações significativas na altura, fugindo da meta pré-estabelecida. As variações nas metas de altura podem levar a modificações importantes em características morfofisiológicas das plantas forrageiras, em função das diferentes severidades de desfolhação do dossel. Portanto, seja em lotação contínua ou intermitente as variações na altura de manejo podem, inclusive, aumentar a penetração de luz no estrato mais baixo do dossel, e afetar assimilação de carbono de folhas localizadas próximo a base da planta. As

folhas, em geral, apresentam adaptações durante seu ciclo de vida, em função da quantidade e da qualidade de radiação incidente (GUARDA & CAMPOS, 2014).

Estudos como o de Silva et al. (2016b) avaliando o capim Convert HD 364 manejado a 10, 25 e 40 cm sob lotação contínua, são normalmente conduzidos com pequenas variações na altura ao redor da meta, visando estabelecer comparações entre as alturas de manejo impostas como tratamentos. Embora no estudo de Silva et al. (2015) não tenham sido observadas diferenças no acúmulo de forragem do capim Marandu mantido nas alturas de 10, 20, 30 e 40 cm sob lotação contínua, outras respostas da pastagem podem ser muito diferentes entre as alturas, em função da decapitação de meristemas apicais, diferenças na maturidade de folhas, comprimento de colmos, etc. Todas compondo variações significativas na estrutura do dossel. Variações tanto da altura constante, quanto das metas de pré e pós-pastejo ao redor da metas de altura média do dossel, podem ainda levar a colheita de folhas mais velhas nos limites do nível inferior de determinada amplitude de controle da altura, contribuindo para o surgimento de folhas novas, aumentando a presença dessa categoria de folhas no dossel, que são fotossinteticamente mais ativas. Diversos trabalhos documentaram maior proporção de tecidos foliares mais jovens em dosséis com maior severidade de desfolhação (HERNANDEZ-GARAY *et al.*, 2004; DUBEUX *et al.*, 2006; e YASUOKA *et al.*, 2017).

Além dos aspectos de produção de forragem na escolha do método de lotação, os custos e as exigências para adoção de cada método de lotação são importantes fatores a se considerar na tomada de decisão. Em pastos mantidos sob lotação contínua, a manutenção de uma meta de altura do dossel requer, necessariamente, controle e ajustes na taxa de lotação. O ajuste da taxa de lotação suficientemente frequente que garanta pequenas variações de altura e a manutenção de uma meta preconizada, no entanto, pode comprometer o custo da atividade em função da necessidade de controle e monitoramento (mão-de-obra) e da necessidade de animais para adicionar ou remover dos pastos (ou ainda a variação no tamanho da área pastejada, se o número de animais permanecer constante). No método sob lotação intermitente, os custos de implantação da infraestrutura para aplicação da técnica também podem ser bastante relevantes, principalmente, quando levado em consideração o investimento inicial necessário para divisão das áreas de pastagens em piquetes menores, além dos custos adicionais com manutenção de cercas, bebedouros de água, etc. A busca por integrar técnicas de manejo, permite compreendermos as respostas das plantas sob o impacto de cada método de lotação e suas flexibilidades de manejo na escolha da estratégia adequada para cada sistema de produção animal.

1.1 Hipótese

O método de lotação pode afetar a estrutura do dossel e suas características morfofisiológicas com equivalente produção de forragem do capim Convert HD 364. As respostas do impacto do método de lotação são melhor descritas em relação a uma mesma base de comparação, a condição das metas de altura média do dossel.

1.2 Objetivo

O objetivo geral deste estudo foi descrever os impactos da lotação contínua e intermitente impostas na forma de duas metas de altura média de dossel em pastagem de capim Convert HD 364, sobre a estrutura e as características morfofisiológicas do dossel, e o acúmulo de forragem durante o verão agrostológico. Espera-se que as respostas geradas possam contribuir na escolha de estratégias de manejo capazes de conciliar alta produtividade e sustentabilidade à produção animal em pastagens de capim Convert HD 364.

Referências

ABIEC: Exportações de carne bovina têm melhor resultado do ano, com alta de 13,4% em agosto. <http://www.abiec.com.br/download/release-setembro17.pdf> Acesso: 27 de out. de 2017.

ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F. **Síndrome da morte do capim-brizantão no Acre: características, causas e soluções tecnológicas**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2007. 41p. (Embrapa Acre. Documentos, 105).

ARGEL, P. J. et al. Cultivar Mulato II (Brachiaria híbrida CIAT 36087): Gramínea de alta qualidade e produção forrageira, resistente às cigarrinhas e adaptada a solos tropicais ácidos. **Boletim**. Cali: CIAT, 2007.

BAKER, R.D.; LE DU, Y.L.P.; ALVAREZ, F. The herbage intake and performance of set-stocked suckler cows and calves. **Grass and Forage Science**, Chichester, v. 36, p. 201–210, 1981.

BUNGENSTAB, D. J. Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável. Campo Grande: EMBRAPA/CNPQC, 2011. 128 p.

BRAGA, G.J.; MELLO, A.C.L. DE; PEDREIRA, C.G.S. E MEDEIROS, H.R. DE. Fotossíntese e taxa diária de produção de forragem em pastagens de capim-tanzânia sob lotação intermitente. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.44, n.1, p.84-91, 2009.

CARLOTO, M.N.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G.; PAULA, C.C.L. Animal performance and sward characteristics of Xaraés palisade grass pastures subjected to different grazing intensities, during rainy season. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, p. 97–104, 2011.

DEMSKI, J.B. **Desempenho e comportamento de vacas lactantes em pastagens de cultivares de braquiárias**. 2013. 80p. Dissertation (Mestrado em Produção Animal Sustentável) Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2013.

DIAS-FILHO, M. B. **Diagnóstico das pastagens no Brasil**. 1ª ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. Documentos - 402, 2014.

DIAS-FILHO, M. B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. ed. atual. e ampl, 4 ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2011.

DIAS-FILHO, M. B. Opções forrageiras para áreas sujeitas a inundação ou alagamento temporário. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 22. **Teoria e prática da produção animal em pastagens**. Piracicaba: FEALQ, 2005a, p.71-93.

GUARDA, V.D.A.; CAMPOS, L.J.M. **Bases ecofisiológicas da assimilação de carbono e suas implicações na produção de forragem**. Embrapa Pesca e Aquicultura, (Documentos, 07), 2014.

HERNANDEZ-GARAY, A.; EUCLIDES, V.P.B.; DA SILVA, S.C.; MONTAGNER, D.B.; NANTES, N.N.; NASCIMENTO JR., D.; SOARES, C.O. Herbage accumulation and animal performance on Xaraés palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, Cali, v. 2, p. 76, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA_IBGE. **Censo agropecuário 1920/2006**. Até 1996, dados extraídos de: Estatística do Século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA_IBGE: Agência notícia_ <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/17135-muito-alem-do-censo-agro.html> Acesso: 27 de out. de 2017a.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA_IBGE: Área Territorial Brasileira. https://ww2.ibge.gov.br/home/geociencias/cartografia/default_territ_area.shtm Acesso: 27 de out. de 2017b.

JANK, L.; BARRIOS, S.C.; VALLE, C.B.; SIMEAO, R.M.; ALVES, G.F. The value of improved pastures to Brazilian beef production. **Crop and Pasture Science**, Clayton, v. 65, p. 1132–1137, 2014.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. Notícias e mídia: População mundial atingiu 7,6 bilhões de habitante.

<http://www.unmultimedia.org/radio/portuguese/2017/06/populacao-mundial-atingiu-76-bilhoes-de-habitantes/#.WfSovFtSzIU> Acesso: 27 de out. de 2017.

PARSONS, A. J.; JOHNSON, I. R.; WILLIAMS, J. H. H. Leaf age structure and canopy photosynthesis in rotationally and continuously grazed swards. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 1–14, 1988.

PARSONS, A. J.; PENNING, P. D. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 15–27, 1988.

PAULA, C.C.L.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G.S.; CARLOTO, M.N. Sward structure, herbage intake and animal performance on marandu palisadegrass pastures subjected to continuous stocking. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, p. 169–176, 2012.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; LARA, M.A.S. Leaf age, leaf blade portion and light intensity as determinants of leaf photosynthesis in *Panicum maximum* Jacq. **Grassland Science**, Nishinasumo, v. 61, n. 1, p. 45–49, 2015.

PEQUENO, D.N.L.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E.; FARIA, A.F.G.; SILVA, L.S. Forage accumulation and nutritive value of brachiariagrasses and Tifton 85 bermudagrass as affected by harvest frequency and irrigation. **Agronomy Journal**, Madison v. 107, p. 1741–1749, 2015.

SECRETARIA DE COMÉRCIO EXTERIOR - SECEX (2017). Consumo per capita de carne bovina 2016-2017. Planilha Excel. <http://portal.siscomex.gov.br/> Acesso: 30 de out. de 2017.

SILVA, V.J.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E.; SILVA, L.S.; YASUOKA, J.I. AND ALMEIDA, IANÊ, C.L. Carbon assimilation, herbage plant-part accumulation, and organic reserves of grazed ‘Mulato II’ brachiariagrass pastures. **Crop Science**, Madison v. 56, 2016a.

TEODORO, M.S.R. **Características produtivas e bromatológicas dos capins Marandu e Mulato II**. 2011. 58p. Dissertation (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2011.

VOLAIRE, F.; BARKAOUI, K.; NORTON. Designing resilient and sustainable grasslands for a drier future: adaptive strategies, functional traits and biotic interactions. **European Journal of Agronomy**, v. 52, p. 81–89, 2014.

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**, Chichester, v. 44, p. 259–266, set. 1989.

YASUOKA, J.I.; PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, V.J.DA; ALONSO, M.P.; SILVA, L.S.DA; GOMES, F.J. Canopy height and N affect herbage accumulation and the relative contribution of leaf categories to photosynthesis of grazed brachiariagrass pastures. **Grass Forage Sci.**, v. 00, p. 1–10, 2017.

2 IMPACTO DO MÉTODO DE LOTÇÃO CONTÍNUA E INTERMITENTE NA TAXA DE ACÚMULO DE FORRAGEM, ESTRUTURA DO DOSSEL E RESPOSTAS MORFOFISIOLÓGICAS DO CAPIM CONVERT HD 364 COMPARADOS EM METAS DE ALTURA MÉDIA DO DOSSEL

Resumo

A altura de manejo das pastagens, associada aos diferentes métodos de lotção pode afetar a penetração de luz no dossel, modificar as características estruturais e morfológicas do dossel, e interferir diretamente nas taxas de assimilação de carbono de categorias de folhas individuais e do dossel. Consequentemente, essas respostas determinam as taxas de acúmulo de forragem do capim Convert HD 364. O objetivo deste estudo foi descrever e explicar as respostas na taxa de fotossíntese do dossel e na taxa de acúmulo de forragem (TAF) do capim Convert HD 364 sob lotção contínua e intermitente, comparado nas metas de alturas médias de dossel. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com três repetições, seguindo um arranjo fatorial 2 x 3, entre duas metas de altura média de dossel (20 e 30 cm) e três métodos de lotção: 1) lotção contínua (LC) mimetizada, com taxa de lotção variável; 2) lotção intermitente (i.e., pastejo rotativo) com desfolhação leniente (remoção de ~ 40% da altura de dossel no pré-pastejo) (LIDL); e 3) lotção intermitente (i.e., pastejo rotativo) com desfolhação severa (remoção de ~ 60% da altura de dossel no pré-pastejo) (LIDS), respectivamente impostos por amplitudes de ± 10 , 25 e 40% entorno das metas de altura média de dossel, totalizando 18 unidades experimentais (piquetes) de 200 m². Os métodos de lotção e as metas de altura média do dossel não alteraram as taxas de fotossíntese foliar e a curva fotossintética de resposta à luz das categorias de folhas de sol e de sombra. A TAF (87 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹) foi maior nos piquetes manejados sob LC e não diferiram entre os métodos de lotção intermitente. A menor interceptação de luz (IL) (93,72 %) e o maior ângulo da folhagem (45°) foram registrados nos dosséis manejados sob LIDL e LIDS, o que resultou em menor coeficiente de extinção luminosa (76). A maior taxa de fotossíntese do dossel (69,35 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foi obtida nos pastos manejados sob LIDS na meta de altura média de 30 cm. Pastos manejados sob LC apresentaram taxas de fotossíntese do dossel constantes (47 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), que resultaram nos maiores AF e TAF dentre os métodos de lotção estudados ao longo do verão agrostológico.

Palavras-chave: Altura do dossel; Mulato II; Híbrido de *Brachiaria*; Intensidade de pastejo; Severidade de desfolhação; Curva de resposta à luz; fotossíntese; *Urochloa* spp

Abstract

Pasture canopy heights associated to stocking methods can affect light penetration in the canopy, modify canopy structural and morphological characteristics, and directly interfere on carbon assimilation rates of the canopy and of individual leaves. Consequently, such responses determine the forage accumulation rates of Mulato II brachiariagrass. The objective of this study was to describe and explain responses on canopy photosynthetic rate and forage

accumulation rate (FAR) of Mulato II brachiariagrass to three stocking methods (1 - mimicked continuous stocking with variable stocking rate - CS; 2 - rotational stocking with lenient defoliation - removal of ~40% of pre-grazing canopy height - RSLD; 3 - rotational stocking with severe defoliation - removal of ~60% of pre-grazing canopy height - RSSD, respectively imposed by ± 10 , 25 and 40% variations) combined in a factorial arrangement with two mean canopy heights (20 and 30 cm), compared at mean canopy heights. The experimental design was a randomized complete block with three replications, totaling 18 experimental units (paddocks) of 200 m². Stocking methods and the mean canopy heights did not alter leaves photosynthetic rates, nor the photosynthetic response curve to light of leaves kept in the shade or exposed to the sun. The greatest FAR were registered in the LC treatments (87 kg DM ha⁻¹ d⁻¹), while there were no differences between rotational stocking treatments. The lowest light interception (93.72%) and the largest leaf angle (45°) were registered for canopies in the RSLD and RSSD treatments, resulting in lower light extinction coefficients (76). The highest canopy photosynthetic rate was obtained in the RSSD x 30 cm treatment (69.35 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$). The LC treatment presented constant canopy photosynthetic rates (47 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), which resulted in the greatest FA and FAR among stocking methods.

Keywords: Canopy height; Mulato II brachiariagrass; *Brachiaria* hybrid; grazing intensity; Defoliation severity; Light response curve; Photosynthesis; *Urochloa* spp.

2.1 Introdução

O manejo inadequado das gramíneas forrageiras tropicais é apontado frequentemente como um dos grandes problemas que afetam o potencial de produção das pastagens, impactando em dificuldades para aumentar ou mesmo manter a taxa de lotação nas áreas de pastagens. Frente as dificuldades do setor produtivo, o conhecimento relativo à ecofisiologia de plantas forrageiras e à ecologia do pastejo assume destaque na melhoria das práticas de manejo da pastagem (NASCIMENTO JR. *et al.*, 2003), o que tem resultado em aumento da produtividade dos sistemas de produção animal a pasto, idealizando o equilíbrio entre a produtividade e a sustentabilidade do ecossistema.

A definição de estratégias de manejo adequadas é fundamental para o sucesso na utilização de qualquer material forrageiro. Diferentes alturas de manejo, geralmente, geram respostas contrastantes tanto em pastos mantidos sob lotação contínua, em que a condição do dossel é mantida relativamente constante, quanto naqueles sob lotação intermitente, no qual a condição da vegetação passa por constantes alterações da altura do dossel, experimentando diferentes condições de microambiente em função do aumento da área foliar ao longo do período de rebrotação. As metas de altura quando contrastadas sob o mesmo método de lotação afetam a penetração de luz no dossel e interferem diretamente nas taxas de

assimilação de carbono de folhas individuais e do dossel, o que modifica o padrão da taxa de acúmulo de forragem (YASUOKA, 2016). No entanto, é difícil buscar resultados que descrevam comparações fundamentadas entre o potencial fotossintético do dossel e a produção de forragem entre os diferentes métodos de lotação. Opções foram discutidas e baseadas em Parsons *et al.* (1988) que inferiram alternativas coerente na realização de estudos dessa natureza, como a utilização de uma mesma base de comparação entre métodos de lotação contínua e intermitente. Definir metas de alturas médias do dossel (altura constante em lotação contínua e o intervalo médio da curva de rebrotação em lotação intermitente) e comparar os métodos de lotação nesse mesmo critério é uma alternativa válida. Entretanto, é importante atribuir esta análise a gramíneas que dispõem compilações de resultados favoráveis da melhor altura média para o manejo. Silva *et al.* (2016b) avaliaram a assimilação de carbono de folhas e do dossel em pastos mantidos a 10, 25 e 40 cm e reportaram maior taxa de assimilação de carbono nas folhas de pastos mantidos a 10 cm, embora a assimilação de carbono pelo dossel tenha sido maior nos pastos manejados mais altos (25 e 40 cm) devido ao maior índice de área foliar (IAF). Esses mesmos autores, reuniram resultados obtidos e recomendam para o capim Convert HD 364 sob lotação contínua a altura de 25 cm devido à maior eficiência de pastejo e valor nutritivo da forragem colhida (maior digestibilidade), com boa produção de forragem.

A assimilação de carbono de folhas varia de acordo com o seu nível de inserção no perfilho e consequente posição no perfil vertical do dossel, portanto, as taxas de assimilação estão relacionadas com a disponibilidade e qualidade de radiação incidente, supondo que o ambiente luminoso se mantém relativamente constante num determinado nível de inserção. Pastos manejados mais altos apresentam reduzida proporção de folhas verdes próximo ao nível do solo (BRAGA *et al.*, 2009), com a maior parte da área foliar disponível para a fotossíntese localizada nos estratos superiores do dossel (folhas mais jovens e mais expostas à luz). Diferentes severidades de desfolhação (relativas a alturas do dossel) podem gerar contrastes importantes na estrutura do dossel e nas características morfológicas das plantas, o que pode determinar mudanças significativas na assimilação de carbono pelas folhas e pelo dossel.

Considerando que o padrão de desfolhação dos diferentes métodos de pastejo pode impactar as características morfofisiológicas e a estrutura do dossel, o objetivo deste estudo foi descrever as respostas na taxa de fotossíntese do dossel e na TAF para o capim Convert HD 364 manejado sob lotação contínua e intermitente, e comparado nas metas de alturas médias do pasto.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Local, caracterização e histórico da área experimental

O local experimental se localiza nas dependências do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, em Piracicaba-SP, (22°42'30" S, 47°30'00" W, 580 m alt.), sob precipitação anual média de 1247 mm e temperatura anual média de 20,8 °C (CERVellini *et al.*, 1973). O solo da área experimental é classificado como Nitossolo vermelho eutroférico típico (EMBRAPA, 2006) de alta fertilidade, com relevo ondulado, sem necessidade de correção conforme análise química da terra realizada em maio de 2016 (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de terra do solo da área experimental.

Ph (CaCl ₂)	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	g/dm ³	mg/dm ³	----- mmol _c /dm ³ -----						%
5,4	42	57	9,9	53	22	38	84,9	122,9	69

P Resina; SB = soma de bases; CTC = Capacidade de Troca Catiônica total; V% = saturação por bases; MO = matéria orgânica.

O clima local é classificado como Cwa (mesotérmico úmido subtropical de inverno seco e verão quente) (Sistema Köppen). Os dados climáticos do período experimental foram obtidos no posto meteorológico do Departamento de Engenharia de Biosistemas da ESALQ, situado a 2 km da área experimental (Tabela 2).

Tabela 2. Precipitação e temperatura máxima e mínima durante o período experimental e média histórica (1917-2017).

Variável climática	<u>Período experimental</u>			
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Temperatura Máx. (°C)	30	32	31	28
Temperatura Mín. (°C)	20	20	18	17
Temperatura Média (°C)	25	26	24	22
Precipitação (mm)	334	89	137	128
<u>Média histórica</u>				
Temperatura Média (°C)	24	25	24	22
Precipitação (mm)	229	180	142	66

O estudo foi conduzido em uma pastagem formada com *Brachiaria* híbrida cv. Mulato II (Convert HD 364; CIAT 36087) implantada em janeiro de 2012. No estabelecimento da pastagem, utilizou-se grade aradora para o preparo do solo, seguido de semeadura a lanço com 8 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis, e de aplicação de 16 kg ha⁻¹ de P, na forma de superfosfato simples. De janeiro de 2013 a abril de 2015, foram conduzidos experimentos na área experimental, nos quais o capim foi mantido com três alturas médias sob lotação contínua e taxas contrastantes de crescimento. Após o término desses experimentos, a área permaneceu por 18 meses sob livre acesso de vacas leiteiras (*Bos* spp.) não lactantes com média de 450 kg de peso corporal, em lotação contínua. O condicionamento da área experimental foi então iniciado em outubro de 2016 com pastejo intenso para remoção da massa de forragem presente, e no dia 21/10/2016 foi realizada um corte de uniformização da altura do dossel a ~10 cm da superfície do solo (Figura 1) e aplicação de 50 kg N ha⁻¹ via NH₄NO₃. De outubro a dezembro de 2016, período considerado de adaptação aos tratamentos, as unidades experimentais foram alocadas aos tratamentos e mantidas sob suas respectivas metas de altura e amplitudes de variação.

Figura 1. Rebaixamento mecânico do pasto (a) e altura uniforme do dossel de ~ 10 cm da superfície do solo (b).

2.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com três repetições, seguindo um arranjo fatorial 2×3 , entre duas metas de altura média de dossel (20 e 30 cm) e três métodos de lotação: 1) lotação contínua (LC) mimetizada, com taxa de lotação variável; 2) lotação intermitente (i.e., pastejo rotativo) com desfolhação leniente (remoção de ~ 40% da altura de dossel no pré-pastejo) (LIDL); e 3) lotação intermitente (i.e., pastejo rotativo) com desfolhação severa (remoção de ~ 60% da altura de dossel no pré-pastejo) (LIDS), respectivamente impostos por amplitudes de ± 10 , 25 e 40% entorno das metas de altura média de dossel, totalizando 18 unidades experimentais (piquetes) de 200 m².

Para as metas de alturas médias de 20 e 30 cm, tais amplitudes representam respectivamente alturas de dossel mínimas e máximas de 18-22 e 27-33 cm para LC ($\pm 10\%$), 15-25 e 23-37 cm para LIDL ($\pm 25\%$) e 12-28 e 18-42 cm para LIDS ($\pm 40\%$).

Figura 2. Vista da área experimental.

A altura do dossel foi monitorada três vezes por semana com auxílio de um bastão graduado e transparência de acetato em 50 pontos distribuídos em grid ao longo de cinco transectas equidistantes por piquete (Figura 3). Um lote composto por vacas e novilhas leiteiras (*Bos spp.*) não lactantes eram conduzidos aos piquetes sempre que a altura média do dossel atingisse o limite superior pré-definido para cada tratamento, e removido sempre que a desfolhação atingisse o limite de altura inferior estabelecido. Foi adotado o protocolo experimental do tipo *mob-stock*ing, e o pastejo foi realizado no menor período de tempo possível para evitar a formação de áreas de rejeição e maximizar a homogeneidade do dossel. Nos piquetes sob lotação intermitente foi medida a duração dos intervalos entre pastejos.

Figura 3. Controle da altura do dossel sob lotação contínua e o acompanhamento da curva de rebotação dos ciclos de pastejo nos pastos sob intermitente do capim Convert HD 364.

A fim de se impor condições equivalentes de pastejo a todos os piquetes ao longo do período experimental, os lotes foram fixos e compostos por sete animais que juntos, após 16 horas de jejum de sólidos e líquidos, somaram no início do experimento, em média, 3.100 (± 5) kg de peso corporal. No decorrer das avaliações e ao final do período experimental, o peso dos animais foram novamente computado onde foi constatado que não havia necessidade de alterações na composição dos lotes para mantê-los proporcionais.

O período experimental foi de 9 de janeiro a 5 de abril de 2017, totalizando 87 dias, período em que o capim Convert HD 364 submetido às condições ambientais de Piracicaba, SP, apresentou taxa de crescimento que viabilizava e justifica as avaliações. A fim de evitar limitações de respostas produtivas, 186 kg ha⁻¹ de N e K₂O via NH₄NO₃ e KCl, respectivamente, foram parcelados em doses de 62 kg ha⁻¹ aplicadas simultaneamente em todas as unidades experimentais ao longo do verão agrostológico.

As avaliações de composição morfológica, índice de área foliar, interceptação luminosa e ângulo da folhagem foram quantificadas com intervalos de avaliações de 21 dias para os piquetes sob LC, e no pré e pós-pastejo de cada ciclo de rebrotação nos piquetes sob LIDL e LIDS. Para análise dos dados apenas para os tratamentos sob lotação intermitente foram calculados as médias entre pré e pós-pastejo, a fim de comparar características estruturais e morfológicas em uma mesma base (as metas de altura médias de 20 e 30 cm) entre todos os métodos de lotação.

2.2.3 Quantificação de massa, acúmulo e taxa de acúmulo de forragem

A massa de forragem (MF) foi estimada com auxílio de prato ascendente de 480 g e 35,5 cm de diâmetro (Ashgrove Pastoral Products, Hamilton, NZ) em 50 pontos distribuídos em grid ao longo de cinco transectas equidistantes em cada piquete, com intervalos de 21 dias naqueles sob LC, e no pré e pós-pastejo dos piquetes sob LI. A técnica de dupla amostragem foi utilizada para desenvolvimento de um modelo de calibração, que estabeleceu relação entre as leituras do prato e MF. Para tanto, ao decorrer do período experimental, foram escolhidas áreas, representativas das MFs máxima e mínima de cada piquete (avaliação visual). Esses pontos foram submetidos à leitura com o prato ascendente (amostragem indireta), e posteriormente a forragem contida dentro de uma moldura de 0,25 m² foi colhida a 2 cm do nível do solo, pesada fresca e subamostrada em ~500 g, que foi levada à estufa de circulação forçada de ar a 60°C até peso constante e pesada para o cálculo do teor de matéria seca e do peso seco da subamostra (amostragem direta).

Figura 4. Mensuração da MF nos piquetes (a) e detalhe do prato ascendente (b).

Nos piquetes sob LI, o acúmulo de forragem (AF) foi calculado como a diferença entre as MFs pré-pastejo de determinado ciclo e pós-pastejo do ciclo imediatamente anterior ($AF = MF \text{ pré-pastejo}_{\text{ciclo } n} - MF \text{ pós-pastejo}_{\text{ciclo } n-1}$). Nos piquetes sob LC, ao início do período experimental (dia zero), a MF média de cada piquete foi estimada com auxílio do prato ascendente, e duas gaiolas de exclusão de 0,9 m de diâmetro foram alocadas em pontos representativos desta média. A cada 21 dias, a MF no piquete (fora das gaiolas) e no interior das gaiolas foram novamente estimadas com o prato ascendente e as gaiolas realocadas em novos pontos representativos da parcela. O AF foi, então, calculado pelo método agrônomo da diferença entre a MF no interior das gaiolas no último dia de exclusão e a MF no piquete no momento em que foram ancoradas ($AF = MF \text{ gaiolas}_{\text{dia } 21} - MF \text{ pasto}_{\text{dia zero}}$). O AF total foi a soma dos AFs de cada ciclo do verão agrostológico.

Figura 5. Gaiola de exclusão de pastejo alocadas no dia zero (a), gaiola de exclusão no dia 21 (b) e pastejo em pasto sob lotação contínua (c).

A taxa média de acúmulo (TMA) foi determinada dividindo-se o AF por 21 nos piquetes sob LC e pelo número de dias de cada intervalo entre pastejos nos piquetes sob LI, que só foram conhecidos a posteriori, visto que o período de descanso foi determinado pela altura do dossel.

2.2.4 Composição morfológica e índice de área foliar

A composição morfológica e o índice de área foliar (IAF) foram obtidas a partir de duas amostras colhidas em pontos representativos da condição média de MF de cada piquete (avaliação visual). Em cada evento de amostragem a forragem contida dentro de uma moldura de $0,25 \text{ m}^2$ foi colhida a 2 cm do nível do solo, pesada fresca, homogeneizada e subamostrada em $\sim 500 \text{ g}$. Em seguida cada submostra foi separada em lâmina foliar, colmo (pseudocolmo + bainha) e material morto. Cada fração (lâmina da folha, colmo e material morto) foi levada à estufa de circulação forçada a 60°C até peso constante e pesada.

Figura 6. Subamostra fracionada de lâmina foliar, colmo e material morto.

Previamente à secagem, cerca de 40 lâminas foliares foram escaneadas em um integrador de área foliar modelo LI 3100 (Li-Cor, Lincoln, NE) para obtenção da área foliar. O peso seco de cada fração foi utilizado para determinar a proporção relativa de folhas, colmos, e material morto na MF. A relação da área das lâminas foliares e o seu peso seco foi utilizado para obter o peso específico das folhas e para estimar a área total das folhas da amostra, que por sua vez usado para calcular o IAF ($\text{m}^2 \text{m}^{-2}$).

2.2.5 Interceptação de luz pelo dossel e ângulos foliares

A interceptação de luz (IL) e os ângulos foliares foram medidos com o auxílio de um analisador de dossel modelo LAI-2000 (Li-Cor, Lincoln, Nebraska, EUA). A cada mensuração acima do dossel (sem obstrução) eram realizadas oito mensurações abaixo do dossel (nível do solo), totalizando 45 leituras por piquete. As medidas foram realizadas em momentos de predominância de radiação difusa (condição de céu nublado ou baixa elevação solar, preferencialmente ao final da tarde) seguindo as recomendações de Welles & Norman (1991).

2.2.6 Fotossíntese foliar e curva de luz

Taxas de fotossíntese líquida de folhas individuais foram medidas a cada 21 dias nos piquetes sob LC, e sempre que o dossel atingia a altura média dos tratamentos (ou seja, a meta de altura designada para aquele piquete) sob LI. Foram feitas leituras em folhas de três perfilhos representativos da condição média do dossel em cada unidade experimental, utilizando um sistema portátil analisador de gás infravermelho (IRGA), modelo LI-6400 (Li-Cor, Lincoln Nebraska, EUA). A intensidade de luz na câmara foliar foi de $1800 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, com concentração média de CO_2 de $400 \mu\text{mol mol}^{-1}$ e a temperatura fixa de 30°C no interior da câmara. As medidas foram realizadas na porção média da folha mais jovem completamente expandida (Folha de sol) e na terceira folha madura do estrato inferior do dossel (folha de sombra) (Figura 6). As leituras foram realizadas entre 8:00 e 11:00h da manhã.

Figura 7. Demonstração das folhas realizadas as medições de fotossíntese (a) e detalhamento da medição de assimilação líquida de carbono no terço médios da folha utilizando a câmara de CO_2 do LAI-6400 (b).

Os valores da eficiência quântica aparente (AQ_e) para o capim estudado foi obtida a partir de curva de luz, iniciado em $1800 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ até zero, desenvolvida uma única vez para cada piquete durante o período experimental. Foi utilizado a concentração média de CO_2 de $400 \mu\text{mol mol}^{-1}$ e a temperatura fixa de 30°C no interior da câmara. O coeficiente de reflexão e transmissão de luz será considerado de 20% (Dias-Filho, 2002). Foram mantidos os mesmos padrões de folhas utilizados na mensuração das taxas de fotossíntese líquida (Figura 7).

2.2.7 Estimativa da taxa de fotossíntese do dossel

A taxa de fotossíntese do dossel foi estimada a partir das medidas da folha mais jovem completamente expandida, utilizando o modelo de assimilação de CO_2 por folhas “de sol” e folhas “de sombra”, proposto por Boote & Jones (1987), que leva em consideração o coeficiente de extinção luminosa (k), a eficiência quântica aparente (AQ_e), e o coeficiente de reflexão e transmissão de luz pelo dossel. Os valores de IAF de sol foram calculados analiticamente usando o k (Equação 1) e o IAF_{total} obtido da média entre as amostragens destrutivas todos os ciclos ao longo do verão agrostológico de cada piquete, como previamente descrito, mensurados a cada 21 dias nos piquetes sob LC, e naqueles sob LI, utilizou-se a média do pré e pós-pastejo como IAF de cada ciclo de pastejo. O IAF de sombra é calculado, subtraindo-se do IAF_{total} o IAF de sol (Equação 3).

$$IAF_{\text{sol}} = (1/k)[1 - k * IAF_{\text{total}}] \quad (\text{Eq.1})$$

$$IAF_{\text{sombra}} = IAF_{\text{total}} - IAF_{\text{sol}} \quad (\text{Eq.2})$$

Os valores de k serão calculados a utilizando a equação 3 (SHEEHY & COOPER, 1973), onde os valores de I/I_0 correspondem a relação entre a radiação incidente e a luz que passa pelo dossel e atinge o solo, que serão obtidos a partir de medidas realizadas com LAI-2000 (Li-Cor, Lincoln Nebraska, EUA), usando os valores da relação entre I/I_0 .

$$K = -[\log_e (I/I_0)]/IAF \quad (\text{Eq.3})$$

A assimilação de CO₂ pelas folhas de sol é calculada por uma curva de resposta exponencial negativa, onde a assíntota é dada pela fotossíntese máxima de folhas, a inclinação inicial representa a eficiência de utilização de luz e a variável de entrada é a irradiância fotossinteticamente ativa absorvida [$k (1 - \sigma) \text{ PAR}$], de acordo com a equação 4:

$$F_{\text{sol}} = F_{\text{max}} \{1 - \exp [- Q_e * k (1 - \sigma) \text{ PAR} / F_{\text{max}}]\} \quad (\text{Eq.4})$$

onde: F_{max} = fotossíntese de folhas individuais ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); Q_e = eficiência de utilização de luz ($\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \text{mol PAR}$); PAR = radiação fotossinteticamente ativa incidente ($\text{J m}^{-2} \text{ s}^{-1}$); σ = coeficiente de reflexão e transmissão. A PAR incidente para a fotossíntese de folhas sombreadas, considerando o mesmo k e a mesma eficiência no uso da luz refletida e transmitida por todas as folhas sombreadas, é dada pela equação 5:

$$\text{PAR}_{\text{sol}} = \sigma * \text{PAR} [1 - \exp (- k * \text{IAF}_{\text{sombra}})] / \text{IAF}_{\text{total}} \quad (\text{Eq.5})$$

onde: $\text{PAR}_{\text{sombra}}$ = radiação fotossinteticamente ativa para folhas de sombra. Desse modo, a assimilação por folhas de sombra é calculada de maneira análoga à folha de sol:

$$F_{\text{sombra}} = F_{\text{max}} [1 - \exp (- Q_e * \text{PAR}_{\text{sombra}})] / F_{\text{max}} \quad (\text{Eq.6})$$

onde: F_{sombra} = assimilação de CO₂ por folhas de sombra. Por fim, a assimilação total do dossel é obtida pela soma da assimilação de CO₂ de ambas as categorias de folhas (Equação 7):

$$F_{\text{dossel}} = F_{\text{sol}} * \text{IAF}_{\text{sol}} + F_{\text{sombra}} * \text{IAF}_{\text{sombra}} \quad (\text{Eq.7})$$

onde: F_{dossel} = assimilação total de CO₂ pelo dossel.

Os valores adotados foram:

$\text{PAR} = 1800 \mu\text{mol de fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

$Q_e = 0,07 \text{ mol CO}_2 \text{ mol fótons}^{-1}$ (BOOTE; LOOMIS, 1991; MORENO, 2004).

$\sigma = 0,20$ (BOOTE; LOOMIS, 1991).

2.2.8 Análise dos dados

Na análise estatística dos dados foi utilizado o PROC MIXED do pacote estatístico SAS[®] (*Statistical Analysis System*) (LITTEL *et al.*, 2006). Na escolha da matriz de variância e covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (IAC) (WOLFINGER, 1993). Os efeitos de tratamento e suas interações foram considerados fixos, e o efeito de blocos foi considerado aleatório. As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando o “LSMEANS” e a comparação entre elas por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”), usando o teste “t” de “Student” ao nível de significância de 5%.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Taxa média diária de acúmulo de forragem e estrutura do dossel

A taxa média diária de acúmulo de forragem (TAF), interceptação de luz pelo dossel e ângulo da folhagem foram afetados pelo método de lotação ($P = 0,0019$; $P = 0,0019$; e $P = 0,0018$, respectivamente), mas não foram significativos para as metas de altura média do dossel ($P = 0,9366$; $P = 0,9782$; e $P = 0,7565$, respectivamente), com valores médios de 64 Kg MS ha⁻¹ dia⁻¹ para a TAF, 44,5° para os ângulos foliares e 95,2% de IL entre as metas de alturas médias. A TAF foi 39% maior nos piquetes manejados sob LC comparados aos manejados sob LIDL e LIDS (Tabela 3). Valores de TAF próximos foram relatados por Silva *et al.* (2016b) e Yasuoka *et al.* (2017) em experimento com o capim Convert HD 364 manejado sob LC com altura média de 25 cm (80 e 100 kg MS ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente). As menores TAF nos piquetes manejados sob LIDL e LIDS estão provavelmente associadas à amplitude da altura de pré e pós-pastejo em torno das metas de altura média na curva de rebrotação, o que implicou em severidades de desfolhações médias a altas. Nesses tratamentos, o aumento da altura do dossel nas metas de pré-pastejo, representam maior dispêndio de fotoassimilados alocados em componentes estruturais, e também, maior é o estrato do dossel removido no pastejo. A remoção de uma grande faixa do estrato do dossel (severidade de ~40 e 60%) remete a períodos mais longos de rebrotação. No entanto, apenas o aumento do período de rebrotação não é satisfatória para explicar menores TAF. Respostas do Convert HD 364 avaliado sob lotação intermitente são relatadas com aumento linear da altura em função de maiores intervalos de rebrotação (2, 4 e 6 semanas), sem prejuízos no AF (VENDRAMINI *et al.* 2014). Nesse mesmo estudo, os autores registraram alturas de 48 cm

no pré-pastejo nos intervalos com 6 semanas de rebrotação, altura essa superiores a LIDS do presente estudo (meta de 42 cm de altura no pré-pastejo), mas há ressalvas de que as alturas de pós-pastejo atingiram limites mínimos ligeiramente superiores a 15 cm para todos os tratamentos, caracterizando menores estratos removidos no pastejo. Possivelmente, as somatórias de amplitude das metas de alturas e menores IAF residual no pós-pastejo, determinaram uma rebrotação inicial mais lenta e contribuíram na redução das TAF.

As diferenças encontradas para IL e ângulo da folhagem seguem um padrão inverso entre os métodos de lotação, com maior IL e menor ângulo da folhagem para os piquetes sob LC em comparação aos submetidos à LIDL e LIDS (Tabela 3). Para os piquetes sob LC, os valores de ângulo da folhagem corroboram com valores de $42,1^\circ$ obtidos com capim Convert HD 364 manejado em diferentes intensidades de desfolhação (10, 25 e 40 cm) sob LC (YASUOKA *et al.*, 2017). A modificação da angulação da folhagem sugere ser mais responsiva ao método de lotação do que às diferentes alturas do dossel mantidas constantes, já que o ângulo da folhagem se manteve próximo em ambas as alturas médias desse e de outros trabalhos que avaliaram essa característica sob contrastantes intensidades de pastejo sob lotação contínua. A organização tridimensional de um dossel forrageiro corresponde à combinação entre o ângulo de inserção das folhas no colmo e o IAF, que influenciam a capacidade da planta em interceptar a luz solar (LUCCHESI, 1984). Portanto, menores ângulos foliares, como observado para LC, representam folhas mais horizontais, o que resulta em valores de IL maiores do que os piquetes sob LIDL e LIDS. Folhas mais eretas aumentam a penetração de radiação fotossinteticamente ativa ao longo do estrato vertical do dossel e contribui para a eficiência fotossintética máxima quando a comunidade de plantas atingem o $IAF_{crítico}$.

Os piquetes sob LIDL e LIDS apresentaram valores de IL abaixo, mas próximo de 95% nas metas de altura média do dossel, sugerindo que no pré-pastejo desses tratamentos, a IL foi ligeiramente superior. Naqueles mantidos sob LC a IL foi acima de 95%, porém todos os métodos de lotação apresentam IL ao redor do ótimo determinado para o capim Convert HD 364, semelhante ao encontrado em outros estudos com *Brachiaria* (YASUOKA *et al.*, 2017; SBRISSIA & DA SILVA, 2008; PEDREIRA *et al.*, 2007). Entretanto, os valores de IL superiores à 95% encontrados nos piquetes sob LC pode ter sido superestimada se for levado em consideração que não foram encontradas diferenças entre as proporções de folhas e de IAF destrutivo entre os métodos de lotação, que são os componentes de maior importância na interceptação de luz para a planta. Segundo Sbrissia & Da Silva (2008), as estimativas de IAF do aparelho analisador de dossel LAI-2000 são superestimadas quando comparadas com

métodos diretos. O mesmo também pode ocorrer para IL, uma vez que o conceito de interceptação leva em consideração apenas a área foliar verde, que são os principais tecidos responsáveis pela produção de fotoassimilados (LINDQUIST *et al.*, 2005) e que o sensor do aparelho é incapaz de distinguir tecidos vivos de mortos (WELLES & NORMAN, 1991). Concordando com essa afirmativa, Molan (2004) afirma que em pastos sob lotação contínua a superestimava dos valores de IL estimados com o LAI-2000 pode estar relacionada ao excessivo acúmulo de material morto na base do dossel.

Tabela 3. Taxa média diária de acúmulo de forragem (TAF), interceptação luminosa (IL) e ângulo da folhagem em resposta ao método de lotação contínuo e intermitente impostos ao capim Covert HD 364.

Método de lotação	TAF	IL	Ângulo da folhagem
	kg MS ha ⁻¹ dia ⁻¹	%	
LC	87 a	97,93 a	43 b
LIDL	47 b	93,18 b	45 a
LIDS	59 b	94,27 b	45 a
EPM	6	0,82	0,63

Letras na coluna comparam média entre os métodos de lotação nas metas de altura média de manejo ($P < 0,05$). EPM = Erro padrão da média.

2.3.2 Massa de forragem, composição morfológica e índice de área foliar

A massa de forragem (MF) foi afetada apenas pelas metas de alturas médias do dossel ($P < 0,0001$), com a altura média de 30 cm apresentando valor de 1850 kg ha⁻¹ superior a altura média de 20 cm (Tabela 4). As proporções de folhas não foram afetadas pelas metas das alturas médias ($P = 0,7046$), métodos de lotação ($P = 0,3529$) e interação alturas $\times$ métodos de lotação ($P = 0,3358$), representando em média 31% da massa de forragem. Entretanto, as proporções de colmo, material morto e o índice de área foliar foram afetados pelas metas de altura média do dossel ($P < 0,0001$, para todas as variáveis), mas não pelo método de lotação ($P = 0,2779$; $P = 0,0655$; e $P = 0,4287$, respectivamente). Os valores médios entre os métodos de lotação foram de 32,8% para proporção de colmo e 36,6% de material morto, com IAF de 3,7. A ausência de diferenças nas TAF e a manutenção de mesma proporção de folhas entre as metas de alturas médias do dossel, concomitantemente com o mesmo valor de IAF, demonstra

flexibilidade de manejo do capim Convert HD 364 entre as intensidades de desfolhação de 20 e 30 cm. Taxas de acúmulo de forragem constantes dentro de uma amplitude de altura são explicadas por alterações no balanço entre taxa de crescimento e taxa de senescência nas diferentes intensidades de pastejo (BIRCHAM & HODSON, 1983). A proporção média de folhas encontradas neste estudo são superiores a de trabalhos com o mesmo capim manejados a 25 cm de altura sob lotação contínua em que foi observado proporção média de folhas de 23% (SILVA, 2016), e manejados sob lotação intermitente com altura média de 25,8 cm no pré-pastejo com médias de 29% de folhas na massa de forragem (DEMSKI, 2013). Esses valores são ainda menores quando comparados aos do capim Marandu mantido em alturas constantes, com 29% de folhas em dosséis mantidos a 15 cm e 19% para as alturas de 30 e 45 cm (PAULA *et al.*, 2012).

A maior massa de forragem para a meta de altura média de 30 cm pode ser explicado principalmente por modificações nas proporções de colmo e material morto, uma vez que as proporções de folhas se mantiveram constantes. O colmo é um importante componente na sustentação da planta (FAGUNDES *et al.*, 2006) e o aumento da altura do dossel em 10 cm já se mostrou suficiente para promover alongamento de colmo, resultando em 5% a mais da participação deste componente na massa de forragem, e redução em 7% das proporções totais de material morto (Tabela 4). Incremento na proporção de colmo e diminuição na de material morto com o aumento da altura do dossel já foi relatado para o capim Convert HD 364 (YASUOKA, 2016; DEMSKI, 2013), e também para o capim Coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) (BORTOLO *et al.*, 2001), e para o capim Tanzânia (CANO *et al.*, 2004). Esse padrão de resposta é consequência do incremento da competição por luz que normalmente ocorre a partir dos 95% de IL e se torna mais intenso quanto mais longo o intervalo entre pastejos ou quando o dossel é manejado mais alto sob lotação intermitente (PEDREIRA *et al.*, 2007).

Tabela 4. Massa de forragem, proporção de colmo e material morto, e índice de área foliar em resposta à altura média do capim Convert HD 364 sob lotação contínua e intermitente.

Altura média	MF	Colmo	Material morto	IAF
cm	kg MS ha ⁻¹	----- % -----		cm ² cm ⁻²
20	5910 b	31 b	40 a	3,1 b
30	7760 a	36 a	33 b	4,3 a
EPM	250	0,6	1,5	0,2

As letras na coluna comparam média entre as metas de altura média do dossel para os métodos de lotação contínua e intermitentes ($P < 0,05$). EPM = Erro padrão da média.

2.3.3 Taxa de fotossíntese foliar e curva de resposta à luz de folhas de sol e folhas de sombra no estrato vertical do dossel

As taxas de fotossíntese foliar foram afetadas apenas pelas categorias de folhas ($P < 0,0001$; EPM = 1,31), mas não pelas metas de altura média do dossel ($P = 0,4844$), pelo métodos de lotação ($P = 0,0587$) e pela interação altura $\times$ método $\times$ categoria de folha ($P = 0,5350$). Independente da altura média do dossel e o método de lotação, as folhas de sol apresentaram taxas fotossintéticas 46% maior que as folhas de sombra (Figura 8). A assimilação de CO₂ pelas folhas aumenta até sua maturidade fisiológica, sendo que a partir desse ponto podem se manter constantes por indeterminados períodos de tempo e declinar posteriormente com o avanço da idade (BERNARDES, 1987). Essa pode ser considerada a principal explicação para a maior taxa de fotossíntese das folhas de sol em todos os métodos de pastejo e suas respectivas metas de altura média. Pedreira, Pedreira e Lara (2015), ao avaliarem três categorias de folhas (em expansão, a mais jovem completamente expandida e a mais velha não senescida) em dois cultivares de *Megathyrsus maximus* (cvs. Massai e Tobiata) também registraram maior taxa de fotossíntese na folha mais jovem completamente expandida. Além disso, outro fator que explica as menores taxas de fotossíntese das folhas de sombra é sua posição no perfil vertical do dossel, uma vez que essas folhas estão localizadas em estratos com menor disponibilidade de luz. O gradiente de luz formado ao longo do perfil vertical do dossel forrageiro onde o estrato superior recebe predominantemente radiação direta e nas camadas subsequentes é radiação difusa, e a irradiância média no interior do dossel permite a detecção pela planta da necessidade de radiação, tendo como resposta a plasticidade das folhas de sombra (FAGAN *et al.*, 2013). De acordo com McCain *et al.*

(1988), folhas que estão sujeitas a diferentes regimes de luz em um mesmo dossel apresentam diferenças bioquímicas, anatômicas e morfológicas como, por exemplo, a redução no comprimento das células do parênquima paliçádico, assim como na espessura do mesofilo.

Figura 8. Taxa de fotossíntese de folhas de sol e folhas de sombras do capim Convert HD 364 sob impacto do método de lotação e duas metas de alturas médias do dossel.

A assimilação de CO₂ na maior intensidade (1800 μmol fótons m⁻² s⁻¹) da curva de luz em ambas as categorias de folhas (Figura 9) foram similares às taxas fotossíntese potencial dessas folhas (Figura 8). O ponto de compensação de luz demonstra que folhas de sol e folhas de sombras apresentaram similares taxas de assimilação de CO₂ sob baixos níveis de luz, porém o ponto de saturação das folhas de sol foram superiores para todos os métodos de lotação e suas respectivas alturas médias do dossel. Em estudos com outras *Brachiarias* sob diferentes ambientes luminosos, foram observados que a mesma categoria de folha (folha mais jovem completamente expandida) apresenta menor ponto de saturação quando exposta permanentemente a 70% da radiação ambiente em relação a plantas em pleno sol (DIAS-FILHO, 2002). Entretanto, esse mesmo autor mencionou que folhas que cresceram sob condição de sombra apresentaram uma tendência a atingir maiores taxas de assimilação de carbono em menores níveis de radiação, sendo que esse padrão de resposta também foi relatado para espécies de *Megathyrsus maximus* (DIAS-FILHO, 1995). O ponto de compensação de luz atingido sob baixos níveis de luminosidade e é considerado atributo de tolerância em folhas sombreadas, e pode ser usado com um parâmetro importante que quantifica a capacidade da planta em obter rapidamente saldos positivos para a fotossíntese. (BOARGMAN, 1977). Folhas sombreadas apresentam baixo potencial fotossintético por não serem capazes de utilizarem de maneira eficiente a luz disponível, o que indica possíveis

limitações fotoquímicas e bioquímicas que ocorrem no aparato fotossintético durante a fase bioquímica da fotossíntese. Essas limitações estão relacionadas à velocidade de fixação de HCO_3^- pela PEPCase nas células do mesófilo e aos ácidos carbônicos que serão descarboxilados, liberando CO_2 no cloroplasto para a fixação pela rubisco, mesmo quando essas folhas emergem em ambiente com alta irradiância (PERI *et al.*, 2003).

Embora seja visível que as folhas de sol e de sombra apresentem o ponto de saturação por luz em patamares distintos, existe variação na resposta entre tratamentos para cada categoria de folha. Entretanto, essa variação não foi suficiente para resultar em diferença estatística na taxa de fotossíntese foliar. Provavelmente essa variação entre os tratamentos de uma mesma categoria de folha pode estar associada à idade dos perfilhos selecionados para a mensuração. Carvalho (2002) mediu a taxa de fotossíntese na folha mais jovem completamente expandida nos capins Mombaça e Tanzânia em três idades de perfilhos (perfilhos com menos de um mês; perfilhos entre um e três meses de idade; e perfilhos com mais de três meses) e reportou menores taxas de fotossíntese em perfilhos com mais de três meses de idade. Portanto, em avaliações da eficiência de assimilação de CO_2 em dosséis sob pastejo, essa intensa dinâmica na população de perfilhos que resulta em diferenças na idade média dos perfilhos é um fator que deve ser considerado no momento das avaliações.

Figura 9. Curva de resposta da fotossíntese à luz de folhas de sol e folhas de sombras do capim Convert HD 364 sob impacto do método de lotação e duas metas de alturas médias do dossel.

2.3.4 IAF_{sol}, IAF_{sombra}, coeficiente de extinção luminosa e taxa de fotossíntese do dossel

As proporções de IAF de sol (IAF_{sol}) e o IAF de sombra (IAF_{sombra}) relativos ao IAF total foram afetados pelo método de lotação, mas não pelas metas de altura média do dossel ($P = 0,0516$), nem pela interação altura $\times$ método ($P = 0,9486$). As proporções entre as categorias que compõem o IAF total (IAF_{sol}; IAF_{sombra}) na fotossíntese do dossel apresentam relação quantitativamente inversas, ou seja, quanto maior o IAF_{sol} menor é o IAF_{sombra} (Tabela 4). O modelo de Boote & Jones (1987) estima as proporções de cada categoria do IAF_{sol/sombra} e o k através de cálculos a partir do IAF total e sua relação com a IL. Em dosséis em que a folhagem apresenta um arranjo mais horizontal, como observado nos pastos manejados sob LC (Tabela 2), as folhas localizadas no estrato superior do dossel (primeira camada) recebem a luz de forma mais intensa e as folhas dos estratos inferiores são limitadas ao restante da luz que penetra inicialmente da superfície, que pode ter valores próximos ou menores do que o ponto de compensação luminosa à medida que as camadas de folhas se aproximam do nível do solo. Se uma mesma quantidade de área foliar for arranjada com diferentes inclinações dentro do dossel, a transmissividade de luz permite maior uniformidade na absorção pelas folhas dos estratos inferiores quando essas apresentam um arranjo mais vertical (HIROSE, 2005).

O k foi afetado pelos métodos de lotação e pelas metas de altura média do dossel ($P = 0,0012$), mas não pela interação método $\times$ altura ($P = 0,6380$). O k foi maior nos piquetes manejados sob LC comparados aos tratamentos sob LIDL e LIDS (Tabela 4) e apresentou valores de 0,93 e 0,77 para as metas de altura média do dossel de 20 e 30 cm, respectivamente. Yunusa *et al.* (1993) relataram que maior valor de k pode ser atribuído à distribuição mais uniforme da área foliar e à arquitetura mais plana do dossel. Já dosséis com a folhagem mais vertical possuem menores valores de k , sendo que, para a maioria dos dosséis esses valores variam de 0,3 a 1,3 (HAY & PORTER, 2006). O k é a variável que traduz o grau de redução da luz no dossel por absorção e espalhamento, proporcionando noção da eficiência do uso da radiação, bem como a relação entre a produção de biomassa e a radiação interceptada, haja vista que, menores valores de k resultam na distribuição da radiação incidente para uma maior área foliar, o que pode proporcionar maiores taxas de fotossíntese do dossel (BERNARDES, 1987).

Tabela 5. Coeficiente de extinção luminosa (k), proporção relativa do IAF de folhas de sol e de sombra no IAF total do capim Covert HD 364 em resposta ao método de lotação contínuo e intermitente.

Método de lotação	IAF _{sol}	IAF _{sombra}	K
	%	%	
LC	27 b	73 a	1,04 a
LIDL	32 a	68 b	0,83 b
LIDS	35 a	65 b	0,69 b
<i>P</i>	0,0062	0,0062	0,0012
EPM	2,01	1,79	0,05

Letras na coluna comparam média entre os métodos de lotação nas metas de altura média de manejo ($P < 0,05$). EPM = Erro padrão da média.

A fotossíntese do dossel foi afetada pela interação altura $\times$ método ($P = 0,0045$). Os métodos de lotação diferiram apenas na altura média de 30 cm, com as maiores taxas de fotossíntese do dossel nos pastos manejados sob LIDS e menores naqueles sob LC (Tabela 5). Portanto, a taxa de fotossíntese do dossel não apresentou o mesmo padrão de resposta que a TAF entre os métodos de lotação. Yasuoka *et al.* (2017) utilizaram o modelo de Boote e Jones (1987) em pastos de capim Covert HD 364 mantidos sob alturas constantes de 10, 25 e 40 cm e constataram que a fotossíntese do dossel aumenta a medida que se reduz a intensidade de pastejo, com um padrão de resposta semelhante ao da TAF. O padrão de desfolhação dos diferentes métodos modificou as respostas fisiológicas das plantas provomendo divergência entre taxa de fotossíntese do dossel e a TAF. A ausência de diferenças nas taxas de fotossíntese foliar e IAF entre os métodos de lotação faz com que essas variáveis tivessem menor influência na taxa de fotossíntese do dossel, diferente do IL que foi determinante para a diferença na taxa de fotossíntese do dossel observada entre os tratamentos.

O maior IAF na altura de 30 cm determinou um aumento de 25% nas taxas de fotossíntese do dossel para essa altura nos pastos sob LIDL e LIDS. O IL foi pouco representativo nesse aumento, dado que os valores observados para essa variável foram próximas entre ambas as alturas. A mesma resposta não foi observada nos pastos sob LC, porque neste caso, os pastos apresentaram IL maior que os manejados sob lotação intermitente o que definiu menores taxas na fotossíntese do dossel. Parsons *et al.* (1983) avaliaram pastagens de azevém sob lotação contínua e enfatizaram que a área foliar é mais

importante para a fotossíntese do dossel que as taxas de fotossíntese de folhas individuais. Essa afirmação foi embasada em um estudo onde a taxa de fotossíntese das folhas de pastos mantidos com IAF próximo a 1 foi maior do que nos dosséis mantidos com o IAF próximo a 3, embora a fotossíntese do dossel tenha sido superior nos pastos manejados com o maior IAF. Essas relações entre o IAF e a fotossíntese do dossel são bem consolidadas em estudos recentes com modelagem para ambos os métodos de lotação e com capins do gênero *Megathyrsus* (MORENO, 2004) e do gênero *Brachiaria* (LARA & PEDREIRA, 2011; PEQUENO, 2010).

Tabela 6. Fotossíntese do dossel em resposta as metas de altura média e os métodos de lotação impostos ao capim Convert HD 364.

Altura média	Método de lotação			EPM
	LC	LIDL	LIDS	
Cm	$\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$			
20	45,5 a	49,5 a	48,9 a	2,4
30	48,3 c	60,7 b	69,35 a	2,5
<i>P</i>	0,3589	0,0042	<0,0001	
EPM	3,0	3,5	3,7	

Letras na linha comparam média entre os métodos de lotação nas metas de altura média de manejo ($P < 0,05$).

Os valores de *P* comparam média entre as metas de altura média do dossel para os métodos de lotação contínua e intermitentes ($P < 0,05$).

EPM = Erro padrão da média.

No modelo de Boote & Jones (1987) os maiores valores de IL resultam em maiores valores de *k*, o que reduz a proporção de IAF_{sol} e aumenta o $\text{IAF}_{\text{sombra}}$. A maior participação de folhas de sombra com baixo potencial fotossintético, promoveu maior IL pelo dossel e resultou em diminuição da fotossíntese do dossel dos pastos manejados sob LC. Como a base de cálculo da taxa de fotossíntese do dossel nos pastos sob LIDL e LIDS foi a partir de dados coletados na altura média da curva de rebrotação, certamente as taxas de fotossíntese do dossel foram menores e crescentes no intervalo entre o pós-pastejo até atingirem a altura média da curva de rebrotação, e posteriormente se manteve constante com o aumento do IL e da proporção de colmo a partir deste ponto até atingir a meta de pré-pastejo. Contudo, nas metas de altura média provavelmente representam o maior potencial da taxa de fotossíntese do dossel para os pastos manejados sob lotação intermitente. Mas esse fato não

necessariamente contribuiu para saldos de fotossíntese líquida superiores comparados aos pastos sob lotação contínua, quando considerado todo o período experimental. Portanto, é necessário determinar a partir desses resultados em que ponto da curva de crescimento seria o ideal para a interrupção do crescimento do pasto (pré-pastejo) a fim de otimizar o saldo líquido da fotossíntese do dossel, considerando todo período de rebrotação. Durante o alongamento de colmo aumentos no potencial fotossintético das folhas podem ocorrer concomitantemente, e promove o maior potencial fotossintético das folhas, consequentemente aumentar a fotossíntese do dossel, mesmo que ao final do processo de alongamento de colmos, mudanças no índice de área foliar e na estrutura do dossel tenham tido efeitos adicionais significativos (PARSONS & ROBSON, 1981).

2.4 Conclusão

A taxa de fotossíntese do dossel não apresentou o mesmo padrão de resposta que a TAF entre os métodos de pastejo.

O método de LIDS resultou em maior taxa de fotossíntese do dossel na altura média de 30 cm. Entretanto, maior taxa de fotossíntese do dossel na altura média da curva de rebrotação não foi suficiente para exceder as TAF dos pastos sob LC.

Os pastos manejados sob LC apresentaram taxas de fotossíntese do dossel constantes que resultou em maior TAF entre os métodos de pastejo estudados ao longo do verão agrostológico.

Referências

- BERNARDES, M. S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Ed.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa do Potassa e do Fosfato, 1987. Cap. 2, p.13-48.
- 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**, Chichester, v. 38, n. 4, p. 323-331, 1983.
- BOARDMAN, N.K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review of Plant Physiology**, v.28, p.355-377, 1977.
- BOOTE, K.J.; JONES, J. W. Equations to define canopy photosynthesis from quantum efficiency, maximum leaf rate, light extinction, leaf area index, and photon flux density. In: BIGGINS, J. (Ed.). **Progress in photosynthesis research**. The Hague: Martinus Nijhoff Publ., 1987. V. 4, p. 415-418.

BOOTE, K.J.; LOOMIS, R.S. The prediction of canopy assimilation. In: BOOTE, K.J.; LOOMIS, R.S. (Ed.). **Modeling crop photosynthesis – from biochemistry**. Madison: CSSA; ASA, 1991. P. 109-140.

BORTOLO, M.; CECATO, U.; MARTINS, E.N.; CANO, C.C.P.; COALHO, M.R.; CANTO, N.W.; SANTOS, G.T. Avaliações de uma pastagem de Coastcross-1 (*cynodon dactylon* (L.) Pers) sob diferentes níveis de matéria seca residual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 3, p. 627-635, 2001.

BRAGA, G.J.; MELLO, A.C.L. DE; PEDREIRA, C.G.S. E MEDEIROS, H.R. DE. Fotossíntese e taxa diária de produção de forragem em pastagens de capim-tanzânia sob lotação intermitente. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.44, n.1, p.84-91, 2009.

CANO, C.C.P.; CECATO, U.; CANTO, M.W.; RODRIGUES, A.B.; JOBIM, C.C.; RODRIGUES, A.M.; GALBEIRO, S.; NASCIMENTO, W.G. Produção de forragem do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia-1) pastejado em diferentes alturas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 33, n. 6, supl. 2, p. 1949-1958, 2004.

CARVALHO, D.D. **Leaf morphogenesis and tillering behavior in single plants and simulated swards of Guinea grass (*Panicum maximum* Jacq.) cultivars**. 2002. 180p. Thesis (PhD.) – Massey University, Palmerston North, 2002.

CERVELLINI, A. *et al.* **Análise dos dados meteorológicos de Piracicaba, SP.**, Piracicaba: ESALQ/USP, 1973.26p (Boletim Científico, 36).

DEMSKI, J.B. **Desempenho e comportamento de vacas lactantes em pastagens de cultivares de braquiária**. 2013. 80 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2013.

DIAS FILHO, M.B.; DAWSON, T.E. Physiological responses to soil moisture stress in two Amazonian gap-invader species. **Functional Ecology**, v.9, p.213-221, 1995.

DIAS-FILHO, M. B. Photosynthetic light response of the C4 grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. **Scientia Agricola**, v.59, n.1, p.65-68, 2002.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

FAGAN, E. B., MIQUELANTI, N. P., BONFIM, T. S., PEREIRA, I. S., CORRÊA, L. T., & SOARES, J. N. Lei de Beer e sua relação com a ecofisiologia de plantas. **Cerrado Agrocências**, Patos de Minas, UNIPAM, v. 4, p. 78–97, 2013.

FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C.; MORAIS, R.V.; VITOR, C.M.T.; GOMIDE, J.A.; NASCIMENTO JR., D.; CASAGRENDE, D.R.; COSTA, L.T. Características morfológicas e estruturais do capim-braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliada nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006.

HAY, R.K.; PORTER, J.R. **The physiology of crop yield**. Blackwell Publishing, 2006.

HIROSE, T. Development of the Monsi–Saeki Theory on Canopy Structure and Function. **Annals of Botany**. Senday, v. 95, n. 3, p. 483- 494, 2005.

LARA, M.A.S.; PEDREIRA, C.G.S. Estimativa da assimilação potencial de carbono em dosséis de espécies de *Brachiaria*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, p. 743-750, 2011.

LINDQUIST, J. L.; ARKEBAUER, T. J.; WALTERS, D. T.; CASSMAN, K. G.; DOBERMAN, A. Maize radiation use efficiency under optimal growth conditions. **Agronomy Journal**, Madison, v. 97, p. 72-78, 2005.

LITTEL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W; WOLFINGER, R.D.; SCHABENBERGER, O. **SAS for Mixed Models**. 2nd. ed. Cary: SAS Institute, 2006, 813p.

LUCCHESI, A. A. Utilização prática da análise de crescimento vegetal. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, Piracicaba, v. 41, p. 181-201, 1984.

MCCAIN, D.C.; CROXDALE, J.; MARKLEY, J.L. Water is allocated differently to chloroplasts in sun and shade leaves. **Plant Physiology**, v. 86, p. 16-18, 1988.

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. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004. 159p. Dissertação (Mestrado em Agronomia Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2004.

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

NASCIMENTO Jr., D.; BARBOSA, R.B.; MARCELINO, K.R.A. et al. A produção animal em pastagens no Brasil: uso do conhecimento técnico e resultados. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; Da SILVA, S.C.; De FARIA, V.P. (Eds.) SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003, p.1-82.

PAULA, C.C.L.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G.S.; CARLOTO, M.N. Estrutura do dossel, consumo voluntário e desempenho animal em pastos de capim Marandu sob lotação contínua. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v. 64, n. 1, p. 169-176, 2012.

PARSONS, A.J.; ROBSON, M.J. Seasonal changes in the physiology of perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.). 2. Potential leaf and canopy photosynthesis during the transition from vegetative to reproductive growth. **Annals of Botany**. 47 (2), 249-258, 1981.

PARSONS, A.J.; LEAFE, E.L.; COLLET, 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**, Chichester, v. 20, p. 127-139, 1983.

PARSONS, A. J.; JOHNSON, I. R.; WILLIAMS, J. H. H. Leaf age structure and canopy photosynthesis in rotationally and continuously grazed swards. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 1-14, 1988.

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

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; LARA, M.A.S. Leaf age, leaf blade portion and light intensity as determinants of leaf photosynthesis in *Panicum maximum* Jacq. **Grassland Science**, Nishinasumo, v. 61, n. 1, p. 45-49, 2015.

PEQUENO, D.N.L. Grazing intensity as a determinant of structure and carbon assimilation in swards of Xaraes palisadegrass [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] under continuous stocking. 2010. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

PERI, P.L.; MOOT, D.J.; MCNEIL, D.L.; LUCAS, R.J. Modelling net photosynthetic rate of field-grown cocksfoot leaves to account for regrowth duration. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, Cingapura, v. 46, n. 2, p. 105-115 2003.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. Comparação de três métodos para estimativa do índice de área foliar em pastos de capim-marandu sob lotação contínua. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 2, p. 212-220, 2008.

SILVA, V.J.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E.; SILVA, L.S.; YASUOKA, J.I. AND ALMEIDA, IANÊ, C.L. Carbon assimilation, herbage plant-part accumulation, and organic reserves of grazed ‘Mulato II’ brachiariagrass pastures. **Crop Science**, Madison v. 56, 2016a.

SILVA, V.J.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E.; SILVA, L.S.; YASUOKA, J.I.; AND ALMEIDA, I.C.L Canopy Height and Nitrogen Affect Herbage Accumulation, Nutritive Value, and Grazing Efficiency of 'Mulato II' Brachiariagrass. **Crop Science**, Madison vol. 56, 2016b.

VENDRAMINI, J.M.B.; SOLLENBERGER, L.E.; SOARES, A.B.; SILVA, W.L. DA; SANCHEZ, J.M.D.; VALENTE, A.L.; AGUIAR, A.D.; MULLENIX, M.K. Harvest frequency affects herbage accumulation and nutritive value of brachiaria grass hybrids in Florida. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 2, n. 2, p. 197-206, 2014.

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

WOLFINGER, R. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics-Simulation and Computation**, Nova York, v. 22, n. 4, p. 1079-11-6. 1993.

YASUOKA, J.I.; PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, V.J.DA; ALONSO, M.P.; SILVA, L.S.DA; GOMES, F.J. Canopy height and N affect herbage accumulation and the relative contribution of leaf categories to photosynthesis of grazed brachiariagrass pastures. **Grass Forage Sci.**, v. 00, p. 1-10, 2017.

YUNUSA, I.A.M.; SIDDIQUE, K.H.M.; BELFORD, R.K.; KARIME, M.M. Effect of canopy structure on efficiency of radiation interception and use in spring wheat cultivars during pre-anthesis period in a Mediterranean-type environment. **Field Crops Research**, v.35, p.113-122, 1993.

3 ACÚMULO DE FORRAGEM, COMPOSIÇÃO MORFOLÓGICA E ESTRUTURA DO DOSSEL DO CAPIM CAPIM CONVERT HD 364 SOB LOTAÇÃO CONTÍNUA E INTERMITENTE

Resumo

O conhecimento das opções de métodos de lotação para o manejo de pastagens sob diferentes metas de altura podem contribuir com maiores eficiências e sustentabilidade dos sistemas de produção animal em pastagens. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi comparar a dinâmica de acúmulo de forragem (AF) e as características morfológicas e estruturais do capim Convert HD 364 manejado sob os métodos de lotação contínua e intermitente. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados, com três repetições, seguindo um arranjo fatorial 2 x 3, entre duas metas de altura média de dossel (20 e 30 cm) e três métodos de lotação: 1) lotação contínua (LC) mimetizada, com taxa de lotação variável; 2) lotação intermitente (i.e., pastejo rotativo) com desfolhação leniente (remoção de ~ 40% da altura de dossel no pré-pastejo) (LIDL); e 3) lotação intermitente (i.e., pastejo rotativo) com desfolhação severa (remoção de ~ 60% da altura de dossel no pré-pastejo) (LIDS), respectivamente impostos por amplitudes de ± 10 , 25 e 40% entorno das metas de altura média de dossel, totalizando 18 unidades experimentais (piquetes) de 200 m². Pastos manejados sob LC apresentaram maior AF (7410 kg MS ha⁻¹) e menor interceptação de luz pelo dossel (IL 97%) quando comparados ao pré-pastejo dos pastos sob LIDL e LIDS. Pastos sob maior severidade de desfolhação em lotação intermitente apresentaram maiores IAF e proporção de lâmina foliar com o aumento das metas de altura de dossel em pré pastejo (42 e 46 kg MS ha⁻¹ para LIDL e LIDS, respectivamente). A proporção de material morto foi inversamente proporcional à de lâmina foliar, com valores de 35, 29, 24% para LC, LIDL e LIDS, respectivamente. A densidade volumétrica da massa de forragem (DVMF) foi maior nos piquetes manejados sob metas de altura média de 20 cm (7410 kg MS ha⁻¹), que também apresentaram menores proporções de colmo na MF (28,5%). A proporção de colmo foi maior nos pastos sob LC em ambas às metas de altura (30 e 35% para 20 e 30 cm, respectivamente) e similar ao pré-pastejo dos pastos sob LIDS na meta de altura média de 30 cm (34 %). No pós-pastejo, o IAF e a proporção de lâminas foliares foram menores nos pastos sob LIDS (11% e 0,7, respectivamente). O capim Convert HD 364 sob LC na meta de altura média de 20 cm é o método mais recomendado entre as combinações de manejo estudadas, principalmente, pelo maior AF e adequadas características da MF. Entretanto, a lotação intermitente pode ser melhor utilizada desde que impostas severidades de desfolhação lenientes, que conferem menores períodos de rebrotação.

Palavras-chave: Altura do dossel; Mulato II; Híbrido de *Brachiaria*; Pré-pastejo; Pós-pastejo; Severidade de desfolhação; Índice de área foliar; Interceptação de luz; *Urochloa* spp

Abstract

Knowledge about stocking methods option for pasture management under different mean canopy heights can contribute with greater efficiencies and sustainability of grassland animal

production systems. Accordingly to the foregoing, the objective of this study was to compare the forage accumulation (FA) dynamics and the structural and morphological characteristics of Mulato II brachiariagrass under three stocking methods (1 - mimicked continuous stocking with variable stocking rate - CS; 2 - rotational stocking with lenient defoliation - removal of ~40% of pre-grazing canopy height - RSLD; 3 - rotational stocking with severe defoliation - removal of ~60% of pre-grazing canopy height - RSSD, respectively imposed by ± 10 , 25 and 40% variations) combined in a factorial arrangement with two mean canopy heights (20 and 30 cm). The experimental design was a randomized complete block with three replications, totaling 18 experimental units (paddocks) of 200 m². Paddocks in the CS treatments presented greater FA (7410 kg DM ha⁻¹) and lower canopy light interception (97%) than the pre-grazing condition of those in the RSLD and RSSD treatments. Paddocks under greater severities of defoliation in intermittent stocking presented greater leaf area index (LAI) and leaf proportions with the increase of pre-grazing canopy heights (42 and 46 kg ha⁻¹ for RSLD and RSSD, respectively). The proportion of dead material was inversely proportional to that of leaves, with 35, 29 and 24% for CS, RSLD and RSSD, respectively. The forage mass volumetric density was greater at paddocks with mean canopy heights of 20 cm (7410 kg DM ha⁻¹), which also presented the lowest proportions of stems (28.5%). The stem proportion was greater in the CS treatments for both mean canopy heights (30 and 35% for 20 and 30 cm, respectively), with similar values to the pre-grazing condition of paddocks in the RSSD x 30 cm treatments (34%). At post-grazing, leaf area index and the proportion of leaves were lower for the RSSD treatments (0.7 and 11%, respectively). The CS x 20 cm treatment is the best-recommended management combination among those studied at the present study, mainly due to its canopy structural characteristics and greater FA. However, rotational stocking can also perform well with lenient defoliation, which leads to shorter regrowth periods.

Keywords: Canopy height; Mulato II brachiariagrass; *Brachiaria* hybrid; Pre-grazing; Post-grazing; Defoliation severity; Leaf area index; Light interception; *Urochloa* spp.

3.1 Introdução

Os níveis de produção de forragem e desempenho animal estão relacionados às condições do dossel forrageiro. Os conhecimentos adquiridos sobre os mecanismos que regem o acúmulo de forragem são convertidos em diretrizes de manejo, tais como metas de altura do dossel e técnicas de manipulação dos animais no espaço e no tempo, definidas pelo método de lotação (ALLEN *et al.*, 2011).

A escolha do método de lotação está frequentemente associada ao grau de intensificação do sistema de produção. Maiores produtividades são comumente atribuídas à lotação intermitente como consequência de maiores uniformidades de desfolhasão e aproveitamento da forragem (SOLLENBERGER *et al.*, 2012). Entretanto, sistemas com lotação contínua também podem ser intensivos, com aproveitamento da forragem produzida e

desempenho animal equivalentes aos obtidos com lotação intermitente, se baseados em taxas de crescimento suficientemente altas para suportar elevadas taxas de lotação (PARSONS & PENNING, 1988). Em ambos os métodos de lotação, a taxa de lotação é determinada em função do ritmo de crescimento da planta forrageira. Inclusive, em lotação contínua a manutenção de metas de altura do dossel depende de tais ajustes em taxa de lotação.

Em situações em que a quantidade de forragem não é limitante, a qualidade da forragem independe do método de lotação, mas é fortemente afetada pelas metas de altura do dossel, uma vez que determinam as características estruturais e morfológicas do dossel (HODGSON, 1990). Maiores severidades de desfolhação podem ainda levar à colheita de folhas mais velhas presentes nos estratos inferiores do dossel, portanto, promover redução da idade média das folhas e, uma vez que folhas mais jovens são mais fotossinteticamente ativas, aumentar o potencial fotossintético do dossel. Neste sentido, trabalhos com lotação contínua, como os de Hernandez-Garay *et al.* (2014), Dubeux *et al.* (2006) e Yasuoka *et al.* (2017), documentaram maior proporção de tecidos foliares jovens em dosséis sob maiores intensidades de desfolhação. Ademais, em lotação intermitente, a qualidade da forragem é dependente da relação entre as alturas de pré e pós-pastejo, determinada pela severidade de desfolhação (TEODORO, 2011; DEMSKI, 2013).

O conhecimento das opções de métodos de lotação e de metas de altura de dossel para manejo de pastagens pode contribuir para uma maior eficiência produtiva e sustentabilidade dos sistemas de produção animal em pastagens. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi comparar a dinâmica de AF e as características morfológicas e estruturais do capim Convert HD 364 manejado sob os métodos de lotação contínua e intermitente.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Local, caracterização e histórico da área experimental

O local experimental se localiza nas dependências do Departamento de Zootecnia da ESALQ/USP, em Piracicaba-SP, (22°42'30" S, 47°30'00" W, 580 m alt.), sob precipitação anual média de 1247 mm, com temperatura anual média de 20,8 °C (CERVELLINI *et al.*, 1973) e sobre um Nitossolo vermelho eutroférico típico (EMBRAPA, 2006) de alta fertilidade, em relevo ondulado, sem necessidade de correção, conforme análise química da terra realizada em maio de 2016 (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de terra do solo da área experimental.

Ph (CaCl ₂)	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
	g/dm ³	mg/dm ³	----- mmol _c /dm ³ -----				-----		%
5,4	42	57	9,9	53	22	38	84,9	122,9	69

P Resina; SB = soma de bases; CTC = Capacidade de Troca Catiônica total; V% = saturação por bases; MO = matéria orgânica.

O clima local é classificado como Cwa (mesotérmico úmido subtropical de inverno seco e verão quente) (Sistema Köppen). Os dados climáticos do período experimental foram obtidos no posto meteorológico do Departamento de Engenharia de Biossistemas da ESALQ, situado a 2 km da área experimental (Tabela 2).

Tabela 2. Precipitação e temperatura máxima e mínima durante o período experimental e média histórica (1917-2017).

Variável climática	<u>Período experimental</u>			
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Temperatura Máx. (°C)	30,2	32,2	30,6	28,3
Temperatura Mín. (°C)	20,3	20	18,4	16,7
Temperatura Média (°C)	25,3	26,1	24,5	22,5
Precipitação (mm)	334,5	88,8	137	128,5
	<u>Média histórica</u>			
Temperatura Média (°C)	24,5	25	24	22
Precipitação (mm)	229,2	180	142	66

O estudo foi conduzido em uma pastagem formada com *Brachiaria* híbrida cv. Mulato II (Convert HD 364; CIAT 36087) implantada em janeiro de 2012. Anteriormente ao início da imposição dos tratamentos do presente experimento, a área permaneceu por 18 meses sob livre acesso de vacas leiteiras (*Bos* spp.) não lactantes, com média de 450 kg de peso corporal, em lotação contínua. O condicionamento da área experimental foi então iniciado em outubro de 2016 com pastejo intenso para remoção da massa de forragem presente. No dia 21/10/2016 foi realizada roçada de uniformização da altura do dossel a ~10 cm da superfície do solo (Figura 1) e aplicação de 50 kg N ha⁻¹ via NH₄NO₃. De outubro a dezembro de 2016, período considerado de adaptação aos tratamentos, as unidades experimentais foram alocadas aos tratamentos e mantidas sob suas respectivas metas de altura.

3.2.2 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados com três repetições, totalizando 18 unidades experimentais (piquetes) de 200 m². Os tratamentos foram compostos por arranjo fatorial 2 x 3 entre duas metas de altura média de dossel (20 e 30 cm) e três métodos de lotação: 1) lotação contínua (LC) mimetizada, com taxa de lotação variável; 2) lotação intermitente (i.e., pastejo rotativo) com desfolhação leniente (remoção de ~ 40% da altura de dossel no pré-pastejo) (LIDL); e 3) lotação intermitente com desfolhação severa (remoção de ~ 60% da altura de dossel no pré-pastejo) (LIDS), respectivamente impostos por amplitudes de ± 10 , 25 e 40% de variação entorno das metas de altura média de dossel. De modo que, conforme as alturas médias de 20 e 30 cm, os limites inferiores e superiores das alturas de manejo foram respectivamente 18-22 e 27-33 cm para LC ($\pm 10\%$), 15-25 e 23-37 cm para LIDL ($\pm 25\%$) e 12-28 e 18-42 cm para LIDS ($\pm 40\%$).

A altura do dossel foi monitorada três vezes por semana com auxílio de um bastão graduado e transparência de acetato em 50 pontos distribuídos em grid ao longo de cinco transectas equidistantes por piquete (Figura 3). Um lote de vacas e novilhas leiteiras (*Bos spp.*) não lactantes eram levados aos piquetes sempre que a altura média do dossel atingisse o limite superior pré-definido para cada tratamento, e removido sempre que a desfolhação atingisse o limite de altura inferior estabelecido. Foi adotado o protocolo experimental do tipo *mob-stocking*, e o pastejo foi realizado no menor período de tempo possível para evitar a formação de áreas de rejeição e maximizar a homogeneidade do dossel. Nos piquetes sob lotação intermitente, foi medida a duração dos intervalos entre pastejos.

Figura 1. Controle da altura do dossel sob lotação contínua e o acompanhamento da curva de rebotação dos ciclos de pastejo nos pastos sob intermitente do capim Convert HD 364.

A fim de se impor condições equivalentes de pastejo a todos os piquetes ao longo do período experimental, os lotes foram fixos e compostos por sete animais que juntos, após 16 horas de jejum de sólidos e líquidos, somaram no início do experimento, em média, 3.100 (± 5) kg de peso corporal. No decorrer das avaliações e ao final, os pesos dos animais foram novamente computado e, não havendo necessidade de alterações na composição dos lotes para mantê-los proporcionais.

O período experimental, iniciado em 9 de janeiro, se estendeu até 5 de abril de 2017, com total de 87 dias, período em que o capim Convert HD 364 submetido às condições ambientais de Piracicaba, SP, apresentou taxa de crescimento que viabilizava e justificava avaliações. A fim de evitar limitações de respostas produtivas, 186 kg ha⁻¹ de N e K₂O via NH₄NO₃ e KCl foram parcelados em doses de 62 kg ha⁻¹ aplicadas simultaneamente em todas as unidades experimentais ao longo do verão agrostológico.

3.2.3 Quantificação de massa, acúmulo e taxas de acúmulo de forragem

A massa de forragem (MF) foi estimada com auxílio de prato ascendente de 480 g e 35,5 cm de diâmetro (Ashgrove Pastoral Products, Hamilton, NZ) em 50 pontos distribuídos em grid ao longo de cinco transectas equidistantes em cada piquete, com intervalos de 21 dias naqueles sob LC, e no pré e pós-pastejo dos piquetes sob LI. A técnica de dupla amostragem foi utilizada para desenvolvimento de um modelo de calibração, que estabeleceu relação entre as leituras do prato e a MF. Para tanto, ao decorrer do período experimental, eram escolhidas área de 0,25 m², representativas das MFs máxima e mínima de cada piquete (avaliação visual), esses pontos eram submetidos à avaliação com o prato ascendente (amostragens indiretas), e posteriormente as MFs eram colhidas por corte a 2 cm do nível do solo, pesadas frescas e subamostradas em ~500 g, que foram levados a estufas de circulação forçada de ar a 60°C até peso constante (amostragens direta).

Nos piquetes sob LI, o acúmulo de forragem (AF) foi calculado como a diferença entre as MFs pré-pastejo de determinado ciclo e pós-pastejo do ciclo imediatamente anterior ($AF = MF_{\text{pré-pastejo ciclo } n} - MF_{\text{pós-pastejo ciclo } n-1}$). Nos piquetes sob LC, ao início do período experimental (dia zero), a MF de cada piquete foi estimada com auxílio do prato ascendente, e duas gaiolas de exclusão de pastejo de 0,9 m de diâmetro foram alocadas em pontos representativos desta média. A cada 21 dias, as MFs no piquete (fora das gaiolas) e no interior das gaiolas eram novamente estimadas com o prato ascendente e as gaiolas realocadas a novos pontos da parcela. O acúmulo de forragem (AF) foi, então, calculado pelo método

agronômico da diferença entre a MF no interior das gaiolas no último dia de exclusão e a MF no piquete no momento em que foram ancoradas ($AF = MF_{\text{gaiolas dia 21}} - MF_{\text{pasto dia zero}}$). O AF total foi a soma dos AFs de cada ciclo do verão agrostológico.

A taxa média de acúmulo (TMA) foi determinada dividindo-se o AF por 21 nos piquetes sob LC e pelo número de dias de cada intervalo entre pastejos nos piquetes sob LI, que só foram conhecidos a posteriori, visto que o período de descanso foi determinado pela altura do dossel.

3.2.4 Composição morfológica e índice de área foliar

A composição morfológica e o índice de área foliar (IAF) foram obtidas a partir da MF, cada evento de amostragem eram colhidas duas amostras a 2 cm do nível do solo, em áreas demarcadas com molduras de 0,25 m² alocadas em pontos representativos da condição média de cada piquete (avaliação visual), com intervalos de 21 dias nos piquetes sob LC e no pré e pós-pastejo naqueles sob LI. A MF era pesada fresca, homogeneizada e subamostrada em ~500 g, e em seguida separada em lâmina foliar, colmo (pseudocolmo + bainha) e material morto. Cada fração (lamina da folha, colmo e material morto) foi levada à estufa de circulação forçada regulada a 60 °C até peso constante e pesada.

Previamente à secagem, cerca de 40 lâminas foliares era escaneadas em um integrador de área foliar modelo LI 3100 (Li-Cor, Lincoln, NE) para obtenção da área foliar. O peso seco de cada fração foi utilizado para determinar a proporção relativa de folhas, colmos, e material morto na MF. A relação da área das lâminas foliares e o seu peso seco foi utilizados para obter o peso específico das folhas e para estimar a área total das folhas da amostra, que por sua vez usado para calcular o IAF.

3.2.5 Densidade volumétrica

A densidade volumétrica (DV) total da MF (*forage bulk density*) e seus componentes morfológicos foi obtida pela divisão do peso seco da MF e de cada fração (lâmina foliar-colmo-material morto) da MF pela altura do dossel (cm) no momento da coleta da amostra, descontado a altura de amostragem de 2 cm.

3.2.6 Intercepção de luz pelo dossel e ângulo da folhagem

A intercepção de luz (IL) e os ângulo da folhagem foram medidos com o auxílio de um analisador de dossel modelo LAI-2000 (Li-Cor, Lincoln, Nebraska, EUA), sob predominância de radiação difusa (WELLES; NORMAN, 1991). A cada mensuração acima do dossel (sem obstrução) eram realizadas oito mensurações abaixo do dossel (nível do solo), totalizando 45 leituras por piquete, com intervalos de 21 dias nos piquetes sob LC e no pré e pós-pastejo naqueles sob LI. As medidas foram realizadas em momentos de predominância de radiação difusa (condição de céu nublado ou baixa elevação solar, preferencialmente ao final da tarde) (WELLES & NORMAN, 1991).

3.2.7 Análise dos dados

Na análise estatística dos dados foi utilizando o PROC MIXED do pacote estatístico SAS[®] (*Statistical Analysis System*), (LITTEL *et al.*, 2006). Na escolha da matriz de variância e covariância foi utilizado o Critério de Informação de Akaike (IAC) (WOLFINGER, 1993). Os efeitos de tratamento e suas interações foram considerados fixos, e o efeito de blocos foi considerado aleatório. As médias dos tratamentos foram estimadas utilizando o “LSMEANS” e a comparação entre elas por meio da probabilidade da diferença (“PDIF”), usando o teste “t” de “Student” ao nível de significância de 5%.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Acúmulo total de forragem, intercepção de luz e ângulo da folhagem

O AF foi afetado pelo método de lotação ($P < 0,0001$), mas não houve diferença entre as metas de altura média ($P = 0,9366$) ou interação altura $\times$ método ($P = 0,0998$). O AF nos piquetes sob LC foi 3090 kg MS ha⁻¹ maior do que sob LIDL e LIDS (Tabela 3). A intercepção de luz pelo dossel (IL) foi afetada pelo método de lotação ($P < 0,0001$) e pela meta de altura média do dossel ($P = 0,0006$), mas não pela interação altura $\times$ método ($P = 0,4038$). A IL foi de 98,0 e 98,9% (EPM = 0,17) para as metas de altura média de 20 e 30 cm, respectivamente. Apesar da pequena diferença na IL entre as metas de altura média do dossel, as mudanças no ambiente luminoso foram suficientes para promover respostas em plasticidade fenotípica no capim e alterar o AF. A intercepção de luz pelo dossel no pré-

pastejo dos pastos manejados sob LIDL e LIDS foram próximo a 100% (Tabela 3). Altos valores de IL indicam condições de autossombreamento das plantas que compõem o dossel, podendo explicar em parte, o menor AF de forragem registrado nesses tratamentos. Em pastos manejados sob lotação intermitente, o AF é determinado por processos fisiológicos que modificam a estrutura do dossel ao longo do período de rebrotação e dos diferentes estádios de crescimento das plantas, até se tornar constante o balanço entre as taxa de crescimento e senescência. BROUGHAM & GLENDAY (1967) descreveram a curva de crescimento de plantas forrageira ao longo desse período de rebrotação, e a dividiram em três fases. Na primeira, a taxa de acúmulo aumenta de forma exponencial. Na segunda, o crescimento das plantas é linear e com o avanço no período de rebrotação a inclinação se torna máxima, assim como a taxa de acúmulo. Entretanto, no terço final da curva de crescimento a taxa de acúmulo se torna decrescente e, eventualmente, chega a zero.

O menor AF dos pastos sob LIDL e LIDS pode ser resultado da severidade de desfolhação (baixo IAF no pós-pastejo) e das alturas de pré-pastejo, que possivelmente comprometeram as taxas de crescimento das plantas no terço final da curva de rebrotação. Relatos de maiores AF associados ao aumento da altura do dossel são comuns em estudos com gramíneas, tanto sob lotação contínua (SILVA *et al.*, 2016a; CARLOTO *et al.*, 2011; FLORES *et al.*, 2008), quanto sob lotação intermite (PEDREIRA *et al.*, 2007; GIMENES *et al.*, 2011). Os intervalos de descanso foram mais longos nos tratamentos correspondentes às maiores severidade de desfolhação (maior proporção do estrato vertical do dossel removido no pastejo). Os períodos médios de rebrotação foram de 27 e 31 dias nos pastos sob LIDL e 34 e 58 dias naqueles sob LIDS para as metas de alturas de 20 e 30 cm, respectivamente. Em experimentos que avaliaram o capim Convert DH364 sob corte com diferentes frequências de desfolhação, foi observado decréscimo no AF quando o período de rebrotação passou de 2 para 4 semanas (INYANG *et al.*, 2010) e de 3 para 6 semanas, resposta essa atribuída ao efeito negativo do autossombreamento entre plantas do dossel (VENDRAMINI *et al.*, 2014). Os autores concluíram que períodos de rebrotação de três semanas possibilitam incrementos em AF e valor nutritivo (VENDRAMINI *et al.*, 2014). No presente estudo, a imposição das amplitudes de variação de 25 e 40% em torno das metas de altura média do dossel e, conseqüentemente, severidades de desfolhação de ~ 40 e 60%, implicaram em períodos de rebrotação superiores a três semanas.

A IL foi menor nos pastos sob LC do que naqueles sob LIDL e LIDS. A ambas intensidade de pastejo não alteram a IL sob LC e manteve equivalentes AF. Quando o IAF do dossel é mantido próximo ao capaz de interceptar quase toda a luz incidente, há taxas

constantemente altas de fotossíntese bruta e de produção de tecidos, mas também de senescência, pois não há o desencontro temporal entre o alcance de altas taxas de produção de tecidos e o aumento da taxa de senescência. Assim sendo, manter o IAF constante, a colheita de forragem é comprometida, pois parte considerável do que é produzido se perde por senescência. Por outro lado, quando o dossel é mantido com IAF menor que o equivalente à interceptação quase completa da luz incidente, este permanece em condição em que maior proporção da produção deve ser colhida. Sendo assim, sob lotação contínua, o aumento da intensidade de desfolhação, apesar de comprometer as taxas de fotossíntese bruta do dossel e de crescimento da forragem, representa aumento da eficiência de colheita, de modo que o máximo consumo de forragem por ha é obtido com IAF abaixo do equivalente à máxima taxa fotossintética (Parsons et al., 1983a; Parsons et al., 1983b).

Tabela 3. Acúmulo total de forragem durante o verão agrostológico e interceptação de luz pelo dossel em resposta ao método de lotação contínua e intermitente⁽¹⁾ imposto ao capim Convert HD 364.

Método de lotação	AF	Interceptação de Luz
	kg MS ha ⁻¹	%
LC	7410 a	97,1 c
LIDL	3790 b	98,8 b
LIDS	4850 b	99,4 a
EPM	390	0,19

Letras na coluna comparam média entre os métodos de lotação ($P < 0,05$). EPM = Erro padrão da média.

¹Valores de IL medidos nas metas de alturas no pré-pastejo.

O ângulo da folhagem foi afetado pela interação altura $\times$ método de lotação ($P = 0,0097$). Pastos manejados com meta de altura média de 30 cm sob LIDS (42 cm de altura) apresentaram menores ângulos da folhagem no pré-pastejo (folhas mais horizontais), o que interfere diretamente no k do dossel, diminuindo a transmitância de luz ao longo estrato vertical (Tabela 4).

Tabela 4. Ângulo da folhagem em resposta às metas de altura média e aos métodos de lotação contínua e intermitente⁽¹⁾ impostos ao capim Convert HD 364.

Altura média	Método de lotação			EPM
	LC	LIDL	LIDS	
Cm				
20	43 a	42 a	44 a	0,59
30	44 a	44 a	41 b	0,59
<i>P</i>	0,1277	0,0646	0,0157	
EPM	0,80	0,80	0,80	

Letras na linha comparam os métodos dentro de cada meta de altura média; Valor de *P* indica o efeito das metas de altura média dentro de cada método de lota ($P < 0,05$); EPM= Erro padrão da média.

¹Valores de ângulo da folhagem medidos nas metas da altura no pré-pastejo.

3.3.2 Massa de forragem, composição morfológica, densidade volumétrica e índice de área foliar

A MF foi afetada pela interação altura $\times$ método de lotação ($P = 0,0028$). Pastos manejados com meta de altura média de 30 cm apresentaram maior MF no pré-pastejo, dos quais, aqueles sob LIDS (maior altura de pré-pastejo) apresentaram valores de MF de 3130 kg MS ha⁻¹ superiores àqueles sob LC e LIDL. Contudo, quando os pastos foram manejados com meta de altura média de 20 cm, a diferença entre os métodos de LC e LIDL (maior e menor MF no pré-pastejo, respectivamente) foi de 800 Kg MS ha⁻¹ (Tabela 5). Respostas lineares em aumento da MF do capim Conver HD 364 ao aumento da altura do dossel foram observadas com alturas mantidas constantes em 10, 25 e 40 cm (SILVA *et al.*, 2016a). Porém, é observado que o aumento da MF está associado, em partes, ao incremento na massa de componente estrutural (i.e., colmo e nervura central de lâminas foliares) quando o dossel é mantido mais alto.

Tabela 5. Massa de forragem em resposta às metas de altura média do dossel e aos métodos de lotação contínua e intermitente⁽¹⁾ impostos ao capim Convert HD 364.

Altura média	Método de lotação			EPM
	LC	LIDL	LIDS	
cm	----- Kg MS ha ⁻¹ -----			
20	6550 b	7350 a (25)	6750 ab (28)	310
30	7880 b	8580 b (37)	11360 a (42)	430
<i>P</i>	<0,0001	0,0404	<0,0001	
EPM	120	570	860	

Letras na linha comparam métodos dentro de cada meta de altura média; Valor de *P* indica o efeito das metas de altura média dentro de cada método de lotação ($P < 0,05$); EPM= Erro padrão da média.

¹Valores da MF medidos nas metas de altura no pré-pastejo; valores entre parênteses referem-se as metas de alturas no pré-pastejo.

As proporções de lâmina foliar e material morto foram afetadas pelo método de lotação ($P < 0,0001$ e $P = 0,0004$, respectivamente), mas não pela meta de altura média do dossel ($P = 0,9295$ e $P = 0,0600$, respectivamente), nem pela interação altura $\times$ método de lotação ($P = 0,4287$ e $P = 0,8891$, respectivamente). O aumento da participação do lâmina foliar na MF resultou em decréscimo nas proporções relativas de material morto (Tabela 6). Essa relação inversa representou 30% de incremento de lâmina foliar e redução de 31% de material morto no pré-pastejo dos pastos manejados sob LIDS, comparados a daqueles sob LC. Enquanto valores intermediários foram registrados no pré-pastejo dos pastos sob LIDL, com aumento de 24% mais de lâmina foliar do que na LC e 7% menor que a LIDS. Na proporção de material morto os piquetes sob LIDL aumentou 17% da em relação a LC e reduziu a mesma proporção comparado a LIDS (Tabela 6). As menores proporções de material morto na MF dos pastos sob lotação intermitente, não representam necessariamente alterações nas taxas de senescência com consequente aumento da massa de material morto, mas condiz com o simples fato de os componentes morfológicos da MF alterarem suas proporções relativas com o incremento de lâmina foliar e o alongamento de colmo. Alterações na massa de forragem e nas proporções dos componentes morfológicos foi descrita em estudos com o capim Xaraés manejado sob três estratégias em lotação intermitente (intervalo de rebrotação de 28 dias; pré-pastejo com IL de 95%; e pré-pastejo com IL de 100%). O pré-pastejo com 100% de IL resultou em maior massa de forragem e maiores proporções de

lâmina foliar e colmos. Porém, a massa de material morto foi semelhante aos outros tratamentos, embora a proporção desse componente na MF tenha sido maior em relação às outras estratégias de manejo (PEDREIRA, 2009). Esses resultados sugerem que a alteração nas proporções de lâmina foliar e colmos são os principais componentes responsivos à modificação da composição morfológica da MF. Além disso, é possível que o acesso dos animais a diferentes estratos pastejáveis em função do método de lotação e do aumento da severidade de desfolhação no método de lotação intermitente (maior proporção removida da altura de dossel em pré-pastejo) tenha contribuído para remoção de folhas senescentes durante os eventos de pastejo. Geralmente, o que se afirma é que o método de lotação intermitente promove maior eficiência de utilização da forragem (SOLLEMBERGER *et al.*, 2012), visto que a distribuição do rebanho é mais uniforme com maiores densidades de lotação, otimizando o aproveitamento da forragem por unidade de pasto (BARNES, 2008), mesmo quando parte desse material já se apresenta senescente.

Tabela 6. Proporção de lâmina foliar e de material morto em resposta aos métodos de lotação contínuo e intermitente⁽¹⁾ impostos ao capim Convert HD 364.

Método de lotação	Lâmina foliar	Material morto
	----- % -----	
LC	32 c	35 a
LIDL	42 b	29 b
LIDS	46 a	24 c
EPM	1,96	1,81

Letras na coluna comparam médias entre os métodos de lotação ($P < 0,05$). EPM = Erro padrão da média.

¹Valores da proporção de folhas e de material morto medidos nas metas de altura no pré-pastejo.

A proporção de colmos foi afetada pela interação altura $\times$ método de lotação ($P = 0,0318$). Pastos manejados com meta de altura média de 30 cm apresentaram maior proporção de colmos na MF em comparação àqueles manejados com meta de altura média de 20 cm (14, 13 e 20% de diferença entre as duas alturas médias nos métodos de LC, LIDL e LIDS, respectivamente). Em cada meta de altura média, a proporção de colmos variou 10% da LIDL para a LIDS e LC (altura média de 20 cm), e entre LC para ambos intermitentes (altura média de 20 cm). métodos de lotação (Tabela 7). Conforme descrito, a proporção de colmos na MF foi mais afetada pela meta de altura média do dossel (variação de até 20%) do que pelos

métodos de lotação (variações máxima de 10%). Considerando que o controle da altura do dossel mantida constante nos piquetes sob LC foi de no máximo 10% em torno das metas de altura média, a maior proporção de colmos provavelmente corresponde a colmos maiores em diâmetro e peso, principalmente pela baixa remoção desse componente estrutural durante o pastejo. Nos pastos sob lotação intermitente, incrementos na fração colmo são resultados do alongamento de colmos em resposta ao aumento da altura. O maior acesso à luz pelas plantas se dá ao custo de investimentos de fotoassimilados para produção do componente colmo. Além disso, no processo de alongamento de colmos em resposta à competição por luz, sua massa aumenta em menor extensão do que seu comprimento específico (comprimento do colmo:massa do colmo) (POORTER *et al.*, 2012). Com base nessa informação, os autores concluíram que as plantas geralmente são menos capazes de ajustar a alocação de carbono do que de alterar a morfologia dos órgãos.

Tabela 7. Proporção de colmos em resposta às metas de altura média do dossel e aos métodos de lotação contínua e intermitente⁽¹⁾ impostos ao capim Convert HD 364.

Altura média	Método de lotação			EPM
	LC	LIDL	LIDS	
cm	----- % -----			
20	30 a	27 b (25)	27 b (28)	0,33
30	35 a	31 b (37)	34 a (42)	0,33
<i>P</i>	<0,0001	0,0005	<0,0001	
EPM	0,80	0,80	0,80	

Letras na linha comparam métodos de lotação dentro de cada meta de altura média; Valor de *P* indica o efeito das metas de altura média dentro de cada método de lotação ($P < 0,05$); EPM= Erro padrão da média.

¹Valores da % de colmos medidos nas metas de altura em pré-pastejo; valores entre parênteses referem-se às metas de alturas de pré-pastejo.

A densidade volumétrica da massa de lâminas foliares e da massa de colmos não foram afetadas pelas metas de alturas médias ($P = 0,7242$ e $P = 0,0618$, respectivamente), pelo método de lotação ($P = 0,9735$ e $P = 0,5796$, respectivamente), nem pela interação altura $\times$ método de lotação ($P = 0,3993$; $P = 0,2692$). A densidade volumétrica da MF (DVMF) e da massa de material morto (DVmorto) foram afetadas pela meta de altura média, mas não pelo método de lotação ($P = 0,7217$; $P = 0,4038$), ou pela interação altura $\times$ método de lotação (P

= 0,3038; $P = 0,4172$). A DVMF e a DVmorto apresentaram redução de 49 e 31 kg MS cm⁻¹ ha⁻¹, respectivamente, nos dosséis manejados com média de 30 cm de altura em comparação aos manejados a 20 cm (Tabela 8). NEWMAN *et al.*, (2002) relataram que o capim *Hemarthria altissima* cv. Flórida apresentou maior densidade volumétrica da MF com altura de 20 cm (109 kg cm⁻¹ ha⁻¹), comparada às alturas de 40 e 60 cm (63 e 62 kg cm⁻¹ ha⁻¹, respectivamente). No entanto, os autores concluíram que a magnitude da resposta é reduzida a partir de determinadas alturas do dossel, o que explica a ausência de diferença entre os métodos de lotação.

Tabela 8. Densidade volumétrica da MF e da massa de material morto em resposta às metas de altura média sob lotação contínua e intermitente⁽¹⁾ do capim Convert HD 364

Altura média	DVMF	DVmorto
cm	----- kg MS cm ⁻¹ ha ⁻¹ -----	
20	295	98
30	246	67
<i>P</i>	0,0209	0,0295
EPM	13	9

Valor de *P* indica o efeito das metas de altura média dentro de cada método de lotação ($P < 0,05$); EPM = Erro padrão da média.

¹Valores da DVMF e DVmorto medidos nas metas de altura no pré-pastejo.

O índice de área foliar foi afetado pela interação altura × método ($P = 0,0029$). Pastos manejados com meta de altura média de 30 cm apresentaram maior IAF no pré-pastejo nos piquetes sob LIDL e LIDS. Além disso, é observado um padrão de aumento do IAF em relação aos crescentes valores de altura. Inicialmente, os menores valores de IAF foram registrados nas alturas mantidas constantes nos pastos sob LC e aumentou à medida que aumentaram as metas de altura em pré-pastejo naqueles manejados sob LIDL e LIDS (Tabela 9). A competição entre as plantas por luz aumenta a alocação de carbono e nutrientes na biomassa da parte aérea (BROUWER, 1963) e, conseqüentemente, promove incrementos em IAF. Segundo POOTER *et al.* (2012), essa resposta se deve ao fator mais limitante estar acima do solo, neste caso, a luz. O aspecto funcional dessa resposta é o provável aumento no crescimento das plantas e na sua área foliar com objetivo de aumentar a absorção de luz. Dosséis próximos do IAF_{crítico} (IL de 95%) são caracterizados por um padrão ótimo de alocação da biomassa entre parte aérea e raízes, desde que todos os recursos, tanto acima,

quanto abaixo do nível do solo, exigidos pela planta não sejam limitantes (BLOOM *et al.*, 1985). SILVA *et al.* (2016) avaliaram o capim Convert HD 364 sob lotação contínua e concluíram que entre as alturas de manejo estudadas (10, 25 e 40 cm), a capaz de promover melhores desempenhos é a de 25 cm, que corresponde ao IAF de 4,3 e 98,7% de IL, valores semelhantes ao registrado no presente estudo para ambas as metas de altura média do dossel manejados sob LC. Segundo HUMPHREYS (1966), os valores de IAF crítico para pastagens normalmente se situam entre 3 e 5, intervalo em que a IL está próxima a 95% da radiação solar incidente para grande parte dos cultivares utilizados.

Tabela 9. Índice de área foliar em resposta às metas de altura média e aos métodos de lotação contínua e intermitente⁽¹⁾ impostos ao capim Convert HD 364.

Altura média cm	Método de lotação			EPM
	LC	LIDL	LIDS	
	----- cm ² cm ⁻² -----			
20	3,3 b	5,4 a (25)	5,6 a (28)	0,38
30	4,2 c	6,7 b (37)	8,9 a (42)	0,38
<i>P</i>	0,0540	0,0101	<0,0001	
EPM	0,40	0,40	0,40	

Letras na linha comparam métodos de lotação dentro de cada meta de altura média; Valor de *P* indica o efeito das metas de altura média dentro de cada método de lotação (*P*<0,05); EPM= Erro padrão da média.

¹Valores do IAF medidos nas metas de altura no pré-pastejo; valores entre parênteses referem-se às metas de alturas de pré-pastejo.

3.3.3 Lotação intermitente: caracterização da massa de forragem no pós-pastejo

A MF no pós-pastejo não foi afetada pela meta de altura média do dossel (*P* = 0,0698), pelo método de lotação (*P* = 0,3245), ou pela interação altura × método de lotação (*P* = 0,8342). O fato das metas de altura do pré e pós-pastejo partirem de metas de alturas médias do dossel, variando proporcionalmente para mais ou menos em torno das mesmas, faz com que resíduos mais baixos não representem necessariamente maior severidade de desfolhação. Além disso, o método proposto neste estudo determina diferentes severidades de desfolhação em relação ao estrato do dossel removido no pastejo, conferindo-lhes também, maior altura de pré-pastejo, o que promove a elevação da massa de lâminas foliares para extratos superiores

do dossel. Esse arranjo implicou em menor participação de folhas próximo ao nível do solo, mesmo quando a severidade de desfolhação combinava maiores alturas de resíduo e, consequentemente, as MF no pós-pastejo foram semelhantes.

As proporções de lâminas foliares na MF e o IAF no pós-pastejo foram afetados pelo método de lotação ($P = 0,0224$ e $P = 0,0014$, respectivamente), mas não foram afetados pela meta de altura média do dossel ($P = 0,4909$ e $P = 0,5400$, respectivamente), ou pela interação altura $\times$ método de lotação ($P = 0,9240$ e $P = 0,7728$, respectivamente). O aumento da severidade de desfolhação reduziu em 5% a proporção de lâminas foliares na MF residual, o que consequentemente diminuiu em 0,6 o valor do IAF (Tabela 10). Segundo BROUGHAM (1956), a velocidade de recuperação de gramíneas forrageiras após a desfolhação, seja por corte ou pastejo, é inversamente proporcional ao grau de desfolhação imposto as plantas. DEMSKI (2013) encontrou proporção de 27% de lâminas foliares no pós-pastejo do capim Convert HD 364 manejado sob lotação intermitente, com alturas de 25,8 cm no pré-pastejo e 18,15 cm no pós-pastejo, promovendo remoção de 6 cm do estrato pastejado. Entretanto, a menor proporção de lâminas foliares no presente estudo condiz com uma severidade de desfolhação ligeiramente superior, com remoção de 10 e 14 cm do estrato pastejado entre o pré e pós-pastejo nos pastos sob LIDL e de 16 e 24 cm naqueles sob LIDS, para as metas de alturas médias de dossel de 20 e 30 cm, respectivamente. Tais resultados permitem inferir que a proporção de folhas e o IAF residual são mais afetados pela severidade de desfolhação (estrato removido no pastejo) do que pela altura de resíduo no pós-pastejo isoladamente.

Tabela 10. Proporção de lâminas foliares e índice de área foliar no pós-pastejo em resposta aos métodos de lotação intermitente⁽¹⁾ impostos ao capim Convert HD 364.

Método de lotação	Lâmina foliar	IAF
	%	
LIDL	16 a	1,3 a
LIDS	11 b	0,7 b
EPM	1,4	0,1

As letras na coluna indicam o efeito dos métodos de lotação intermitente ($P < 0,05$); EPM= Erro padrão da média.

¹Metas de alturas no pós-pastejo: LIDL, 15 e 23 cm; LIDS, 12 e 18 cm.

As proporções de colmos e material morto no pós-pastejo foram afetadas pela meta de altura média do dossel ($P = 0,0211$ e $P = 0,0480$, respectivamente), mas não pelo método de lotação ($P = 0,1668$ e $P = 0,4359$, respectivamente), ou pela interação altura média do dossel

× métodos de lotação ($P = 0,2870$ e $P = 0,4348$, respectivamente). Os tratamentos com metas de altura média de 30 cm apresentaram 6% de incremento na proporção de colmos e, conseqüentemente, alteraram em 5% as proporções de material morto na MF do resíduo (Tabela 11). A estrutura do pasto consiste na disposição espacial da biomassa aérea numa pastagem. Portanto, a intensidade e severidade de desfolhação modificam não apenas as características estruturais e morfológicas do dossel forrageiro no pré-pastejo, mas também determinam a participação destes componentes na MF residual em pós-pastejo, e as respostas no processo de rebrotação do pasto.

Tabela 11. Proporção de colmos e material morto no pós-pastejo⁽¹⁾ em resposta às metas de altura média do dossel do capim Convert HD 364 sob lotação intermitente.

Altura média	Colmo	Material morto
cm	----- % -----	
20	35 b	51 a
30	41 a	46 b
EPM	1,6	1,6

As letras na coluna indicam o efeito das metas de altura média do dossel ($P < 0,05$); EPM = Erro padrão da média.

¹Metas de alturas no pós-pastejo: média de 20, 15 - 12 cm; média de 30, 23 e 18 cm.

3.4 Conclusão

O método de lotação capaz de conferir os melhores resultados perante as configurações de manejo propostas foi a LC. O capim Convert DH364 sob LC pode ser manejado com amplitude de alturas entre 20 e 30 cm sem prejuízos ao AF. No entanto, a recomendação é priorizar dosséis com altura constante de 20 cm, com maior DVMF e menor proporção de colmos na MF.

A combinação entre LIDL e meta de altura média de 20 cm é a mais promissora dentre os métodos de lotação intermitente. Apesar de apresentar similar AF, esse método de manejo compilou melhores características estruturas e composição morfológica dentre os métodos de lotação intermitentes. As respostas agrônômicas indicam prejuízos na produção do capim Convert HD 634 com o aumento da severidade de desfolhação entre os tratamentos sob lotação intermitente, sendo que pastos sob LIDS com meta de altura média de 30 cm foram os mais prejudicados pelo manejo.

Referências

- ALLEN, V. G. et al. An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, v. 66, n. 1, p. 2–28, 2011.
- BARNES, M.K. *et al.* Paddock size and stocking density affect spatial heterogeneity of grazing. **Rangel. Ecol. Manage.** v. 61, p. 380–388, 2008.
- BLOOM, A.J.; CHAPIN, F.S.; MOONEY, H.A. Resource limitation in plants – an economic analogue. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 16, p. 363–392, 1985.
- BROUGHAM, R.W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 7, p. 377–387, 1956.
- BROUGHAM, R.W.; GLENDAY, A.C. Grass growth in midsummer: a reinterpretation of published data. **Journal of the British Grassland Society**, Oxford, v. 22, p. 100–107, 1967.
- BROUWER, R. 1963. **Some aspects of the equilibrium between overground and underground plant parts**. Jaarboek van het Instituut voor Biologisch en Scheikundig onderzoek an Landbouwgewassen 1963: 31–39.
- CARLOTO, M.N.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; LEMPP, B.; DIFANTE, G.; PAULA, C.C.L. Animal performance and sward characteristics of Xaraés palisade grass pastures subjected to different grazing intensities, during rainy season. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, p. 97–104, 2011.
- CERVELLINI, A. *et al.* **Análise dos dados meteorológicos de Piracicaba, SP.**, Piracicaba: ESALQ/USP, 1973.26p (Boletim Científico, 36).
- DEMSKI, J.B. **Desempenho e comportamento de vacas lactantes em pastagens de cultivares de braquiárias**. 2013. 80p. Dissertation (Mestrado em Produção Animal Sustentável) Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2013.
- DUBEUX JR, J.C.B.; STEWART JR., R.L; SOLLENBERGER, L.E.; VENDRAMINI, J.M.B.; INTERRANTE, S.M. Spatiol heterogeneity of herbage response to management intensity in continuously stocked Pensacola bahiagrass pastures. **Agronomy Journal**, Madison, v. 98, n. 6, p. 1453–1459, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.
- FLORES, R.S.; EUCLIDES, V.P.B.; ABRÃO, M.P.C.; GALBEIRO, S.; DIFANTE, G.D.S.; BARBOSA, R.A. Desempenho animal, produção de forragem e características estruturais dos capins Marandu e Xaraés submetidos a intensidade de pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, p.1355–1365, 2008.

GIMENES, F.M.A.; DA SILVA, S.C.; FIALHO, C.A.; GOMES, M.B.; BERNDT, A.; GERDES, L.; COLOZZA, M.T. Ganho de peso e produtividade animal em capim-marandu sob pastejo rotativo e adubação nitrogenada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 7, p.751-759, 2011.

HERNANDEZ-GARAY, A.; EUCLIDES, V.P.B.; DA SILVA, S.C.; MONTAGNER, D.B.; NANTES, N.N.; NASCIMENTO JR., D.; SOARES, C.O. Herbage accumulation and animal performance on Xaraés palisade grass subjected to intensities of continuous stocking management. **Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales**, Cali, v. 2, p. 76, 2014.

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

HUMPHREYS, L. R. Subtropical grass growth. II. Effects of variation in leaf area index in the field. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Science**, Brisbane, v. 23, p. 337-358, 1966.

INYANG, U.; VENDRAMINI, J.M.B.; SELLERS, B.; SILVEIRA, M.L.A.; LUNPHA, A.; ADESOGAN, A.; SOLLENBERGER, L.E.; PAIVA, L.M. Harvest frequency and stuble height affect herbage accumulation, nutritive value, and persistence of “Mulato II” brachiariagrass. **Forage and Grazinglands**, Madison, v. 6, p1-6, 2010.

LITTEL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W; WOLFINGER, R.D.; SCHABENBERGER, O. SAS for Mixed Models. 2nd. ed. Cary: **SAS Institute**, 2006, 813p.

NEWMAN, Y.C.; SOLLENBERGER, L.E.; KUNKLE, W.E.; CHAMBLISS, C.G. Canopy height and nitrogen supplementation effects on performance of heifers grazing limpograss. **Agronomy Journal**, Madison, v. 1380, p. 1375-1380, 2002.

PARSONS, A. J., LEAFE, E. L., COLLETT, B.; STILES, W. The physiology of grass production under grazing. I. Characteristics of leaf and canopy photosynthesis of continuously- grazed swards (perennial ryegrass *Lolium perenne*). **Journal of Applied Ecology**. 20 (1), 117-126, 1983b.

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 (perennial ryegrass *Lolium perenne*). **Journal of Applied Ecology**. 20 (1), 127-139, 1983a.

PARSONS, A. J.; PENNING, P. D. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 15-27, 1988.

PEDREIRA, B.C. Capim Xaraés sob pastejo: respostas agronômicas e morfofisiológicas, e adaptação do modelo CROPGRO para a predição de crescimento. 2009. 111 p. Tese (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; DA SILVA, S.C. Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégias de pastejo.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 42, n. 2, p. 281-287, 2007.

POORTER, H.; NIKLAS, K.J.; REICH, P.B.; OLEKSYN, J.; POOT, P.; MOMMER, L. Biomass allocation to leaves, stems and roots: Meta-analysis of interspecific variation and environmental control. **New Phytol.** 2012, 193, 30–50.

SILVA, V.J.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E.; SILVA, L.S.; YASUOKA, J.I. AND ALMEIDA, IANÊ, C.L. Carbon assimilation, herbage plant-part accumulation, and organic reserves of grazed ‘Mulato II’ brachiariagrass pastures. **Crop Science**, Madison v. 56, 2016a.

SILVA, V.J.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E.; SILVA, L.S.; YASUOKA, J.I.; AND ALMEIDA, I.C.L Canopy Height and Nitrogen Affect Herbage Accumulation, Nutritive Value, and Grazing Efficiency of ‘Mulato II’ Brachiariagrass. **Crop Science**, Madison vol. 56, 2016b.

SOLLENBERGER, L. *et al.* Prescribed Grazing on Pasturelands. In: **Conservation Outcomes from Pastureland and Hayland Practices**. [s.l: s.n.]. p. 111–204, 2012.

TEODORO, M.S.R. **Características produtivas e bromatológicas dos capins Marandu e Mulato II**. 2011. 58p. Dissertation (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2011.

VENDRAMINI, J.M.B.; SOLLENBERGER, L.E.; SOARES, A.B.; SILVA, W.L. DA; SANCHEZ, J.M.D.; VALENTE, A.L.; AGUIAR, A.D.; MULLENIX, M.K. Harvest frequency affects herbage accumulation and nutritive value of brachiaria grass hybrids in Florida. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 2, n. 2, p. 197-206, 2014.

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

WOLFINGER, R. Covariance structure selection in general mixed models. **Communications in Statistics-Simulation and Computation**, Nova York, v. 22, n. 4, p. 1079-11-6. 1993.

YASUOKA, J.I.; PEDREIRA, C.G.S.; SILVA, V.J.DA; ALONSO, M.P.; SILVA, L.S.DA; GOMES, F.J. Canopy height and N affect herbage accumulation and the relative contribution of leaf categories to photosynthesis of grazed brachiariagrass pastures. **Grass Forage Sci.**, v. 00, p. 1–10, 2017.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A *Brachiaria* híbrida Convert HD 364 vem sendo destaque em estudos com diferentes condições de manejo, que contemplam respostas sob lotação contínua com diferentes níveis de intensidade de pastejo e aporte de nitrogênio (SILVA et al., 2006a), frequência de desfolhação (VENDRAMINI et al., 2014), lotação intermitente, comparações com capim Marandu (TEODORO, 2011; DEMSKI, 2013), além de comparações de produção e valor nutritivo com outros genótipos de *Brachiarias* híbridas (PIZARRO et al., 2013; HARE et al., 2015). O objetivo desse estudo foi avaliar as respostas agronômicas do capim Convert HD 364 manejado sob lotação contínua e intermitente, com duas metas de alturas média do dossel. Os resultados indicaram que o AF e as características estruturais e morfológicas do capim Convert HD 364 foram impactados pelos métodos de lotação e suas respectivas metas de altura média de dossel.

As avaliações de assimilação de carbono nos pastos sob lotação intermitente foram realizadas quando a vegetação havia atingido o ponto intermediário da curva de rebrotação, enquanto nos pastos sob LC, tais avaliações ocorreram nas metas de altura média do dossel mantidas constantes. Em todos os tratamentos avaliados nas metas de altura média, pequenas alterações nas características estruturais e morfológicas afetaram a qualidade do ambiente luminoso favorecendo incrementos nas taxas de fotossíntese do dossel dos pastos manejados sob lotação intermitente, principalmente com altura média de 30 cm. Porém, a taxa de fotossíntese do dossel não apresentou o mesmo padrão de resposta que a TAF entre os métodos de lotação. Os pastos manejados sob LC apresentaram as maiores TAF entre os métodos de lotação estudados ao longo do verão agrostológico. Os resultados obtidos demonstram que avaliações das taxas de fotossíntese apenas na meta de altura média do dossel não são suficientes para representar as taxas de fotossíntese do dossel e descrever seus efeitos sobre a TAF ao longo do período experimental. Entretanto, em experimentos com um número relativamente grande de unidades experimentais, existem limitações operacionais, ambientais e de mão-de-obra. Esses entraves reduzem as possibilidades de mensurar mais pontos ao longo da curva de crescimento dos pastos manejados sob lotação intermitente.

O impacto dos métodos LIDL, LIDS (avaliados no pré-pastejo) e LC resultou em modificações na estrutura e na composição morfológica do dossel. O aumento das alturas médias mantidas constantes ou incremento dessas nas metas de pré-pastejo aumentou o IAF, as proporções de folhas e colmos, e reduziu as proporções de material morto. Os pastos manejados sob LIDS apresentaram maior MF em função do aumento da massa de folhas e

colmo, o que, contudo, não lhes conferiu maiores AF. Os pastos sob LIDL apresentaram características estruturais e morfológicas intermediárias, porém foi similar aos pastos sob LIDS em termos de AF. As respostas agronômicas, principalmente o AF dos pastos manejados sob os métodos de lotação intermitente indicam que esses não representam as estratégias de manejo mais adequadas dentre as estudadas.

A menor taxa de fotossíntese do dossel nas metas de altura média não resultou em desvantagem nos pastos manejados sob LC. Esse manejo reuniu características agronômicas que favoreceram maior produção de forragem durante o verão agrostológico. Ambas as intensidades de manejo (20 e 30 cm) foram semelhantes em AF, diferindo relativamente pouco em termos de características estruturais e morfológicas. Isso conferiu grande similaridade nas respostas do capim Convert HD 364 manejado sob altura constante do dossel de 25 cm (SILVA *et al.*, 2016b). Em uma visão prática, a manutenção da produção de forragem e suas respostas próximas entre as características morfológicas em uma maior amplitude de alturas de manejo sob lotação contínua, reduz as limitações operacionais dos rigorosos controles das metas de alturas constantes (variação de $\pm 10\%$) e implica em facilidade no manejo das pastagens pelo produtor.

Há dificuldades em se comparar os impactos efetivos dos métodos de lotação, mesmo quando fundamentados sob uma mesma base de comparação, que no presente estudo foi determinado pelas metas de altura média do dossel. É necessário que ambos os métodos de lotação sejam delineados em configurações de metas de alturas ótimas que maximizem a produção de forragem. Portanto, o ajuste na severidade de desfolhação do capim Convert HD 364 manejado sob lotação intermitente é necessária para refinar as comparações nessa linha de estudos. Além do mais, o aumento da severidade de desfolhação foi associado a dificuldades práticas observadas na condução do experimento, como maior tempo de pastejo no terço final do estrato pastejado do dossel em cada ciclo. Essa limitação foi constatada por observações devido à resistência dos animais a consumirem forragem com maior participação de colmo, o que pode ser minimizado com alturas de pré e pós-pastejos mais próximas das metas de altura média do dossel.

Referências

DEMSKI, J.B. **Desempenho e comportamento de vacas lactantes em pastagens de cultivares de braquiária**. 2013. 80 p. Dissertação (Mestrado em Produção Animal Sustentável) Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, 2013.

HARE, M.D.; PIZARRO, E.A.; SUPAPHAN, P.; SONGSIRI, T.; SUTIN, N. Evaluation of new hybrid brachiaria lines in Thailand. 2 Seed production. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, Cali, v. 3, p. 94-103, 2015.

PIZARRO, E.A.; HARE, M.D.; MUTIMURA, M.; CHANGJUN, B.A.I. Brachiaria hybrids: potential, forage use and seed yield. **Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales**, Cali, v. 1, p. 31-35, 2013.

SILVA, V.J.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E.; SILVA, L.S.; YASUOKA, J.I.; ALMEIDA, I.C.L Canopy Height and Nitrogen Affect Herbage Accumulation, Nutritive Value, and Grazing Efficiency of ‘Mulato II’ Brachiariagrass. **Crop Science**, Madison vol. 56, 2016b.

TEODORO, M.S.R. **Características produtivas e bromatológicas dos capins Marandu e Mulato II**. 2011. 58p. Dissertation (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2011.

VENDRAMINI, J.M.B.; SOLLENBERGER, L.E.; SOARES, A.B.; SILVA, W.L. DA; SANCHEZ, J.M.D.; VALENTE, A.L.; AGUIAR, A.D.; MULLENIX, M.K. Harvest frequency affects herbage accumulation and nutritive value of brachiaria grass hybrids in Florida. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 2, n. 2, p. 197-206, 2014.

APÊNDICE

Apêndice A – Calibração do prato ascendente

Para a calibração do prato ascendente foram feitas curvas de calibração utilizando regressão linear entre massa de forragem e leitura do prato ascendente. Os dados obtidos nas ocasiões de calibração foram agrupados em dentro de três grupos: tratamentos sob lotação contínua, pré-pastejo e pós-pastejo dos tratamentos sob lotação intermitente. As equações geradas e utilizadas para a estimativa da MF e AF do verão agrostológico estão apresentadas nas figuras 1, 2 e 3 com seus respectivos coeficientes de determinação (r^2).

Figura 1. Curva de calibração com o conjunto de dados dos pastos manejados sob lotação contínua.

Figura 2. Curva de calibração com o conjunto de dados do pré-pastejo dos pastos manejados sob lotação intermitente.

Figura 3. Curva de calibração com o conjunto de dados do pós-pastejo dos pastos manejados sob lotação intermitente.