



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO**  
**CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS**  
**PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**Estratégias de manejo do pastejo para *Panicum maximum* cvs.**

**Quênia e Tamani**

**Josiana Cavalli**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal

**Sinop, Mato Grosso**

**Dezembro de 2016**

**JOSIANA CAVALLI**

**Estratégias de manejo do pastejo para *Panicum maximum* cvs.  
Quênia e Tamani**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Bruno Carneiro e Pedreira

Co-orientadores: Prof. Dr. Dalton Henrique Pereira e

Prof. Dr. Douglas dos Santos Pina

**Sinop, Mato Grosso**

**Dezembro de 2016**

### **Dados Internacionais de Catalogação na Fonte.**

C377e Cavalli, Josiana.  
Estratégia de manejo do pastejo para *Panicum maximum* cvs. Quênia e Tamani /  
Josiana Cavalli. -- 2016  
83 f. ; 30 cm.

Orientador: Bruno Carneiro e Pedreira.

Co-orientador: Dalton Henrique Pereira.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de  
Ciências Agrárias e Ambientais, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Sinop,  
2016.

Inclui bibliografia.

1. altura de pré-pastejo. 2. estrutura de dossel. 3. fotossíntese de dossel. 4.  
intensidade de pastejo. 5. interceptação luminosa. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.**



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO  
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA  
Avenida Alexandre Ferronato, 1200 - Reserva 35 - Distrito Industrial - Cep: -Sinop/MT  
Tel: - Email: ppgzootecnia@ufmt.br

## FOLHA DE APROVAÇÃO

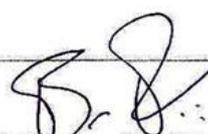
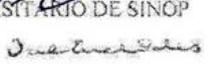
**TÍTULO :** "Estratégias de manejo do pastejo para Panicum maximum cvs. Quênia e Tamani"<sup>1</sup>

**AUTOR :** Mestranda JOSIANA CAVALLI

Dissertação defendida e aprovada em 05/12/2016.

Composição da Banca Examinadora:

---

Presidente Banca / Orientador	Doutor(a)	Bruno Carneiro e Pedreira	
Instituição :		EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA AGROSSILVIPASTORIL	
Coorientador	Doutor(a)	Dalton Henrique Pereira	
Instituição :		UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	
Examinador Interno	Doutor(a)	Fabiano André Petter	
Instituição :		UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO/CÂMPUS UNIVERSITÁRIO DE SINOP	
Examinador Externo	Doutor(a)	Valeria Pacheco Batista Euclides	
Instituição :		Embrapa - Gado de corte	
Examinador Suplente	Doutor(a)	Erick Darlisson Batista	
Instituição :		UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO	

SINOP, 14/12/2016.

*À minha Família, pelo incansável apoio e dedicação.*

*Ao meu namorado Rafael por toda paciência, amor e compreensão.*

*Por todo amor que a mim dedicam, por tornarem as coisas mais fáceis.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus por me conceder o direito de viver e poder vivenciar todos os momentos importantes de minha vida, sejam estes momentos bons, que eu considero como experiência e alegria que ficam como recordação em meu coração, ou mesmo ruins, que levo como aprendizado para superar e continuar seguindo com fé e dedicação os meus objetivos.

Gostaria de expressar os meus sinceros agradecimentos ao meu orientador Prof. Bruno Carneiro e Pedreira, que me deu a oportunidade de fazer parte de sua equipe de trabalho, de trabalhar com Forragicultura aplicada ao manejo do pastejo, que sempre que eu desanimei parou cinco minutos para me contar que sou muito mais do que imagino, pelas vezes que planejou meu futuro sem nem mesmo eu saber, por saber que poderia ser o melhor, por ser mais que um simples orientador, mas também um amigo que levarei para a vida. Não poderia deixar de agradecer também ao meu Co-orientador Prof. Dalton Henrique Pereira, pelas horas de conversa e conselhos a mim dedicados, pela preocupação incentivo, por acreditar que posso e devo ir além, por ser mais que um professor e preocupar-se com o futuro de cada um e nós.

Agradeço a Universidade Federal de Mato Grosso campus Sinop ao Programa de Pós Graduação em Zootecnia pela oportunidade da realização do Mestrado em Produção Animal. Também a Unipasto e CAPES, pela concessão da bolsa e apoio financeiro para realização do projeto, tornando a pesquisa possível, à Embrapa Agrossilvipastoril por toda estrutura, desde laboratório, campo, carros, em fim por permitir que tudo fosse desenvolvido da melhor forma possível.

Gostaria de agradecer a algumas pessoas, que sem elas eu não teria conseguido o êxito que foi obtido nos trabalhos desenvolvidos, pessoas que estarão guardadas na minha memória

e coração para sempre, aqueles parceiros que topavam ir de madrugada “olhar boi pastejar”, que sofriam comigo quando a chuva não vinha, quando a lagarta atacava, em fim o meu muito obrigada, Lidiany, José Antonio e ao Seu Edgar.

Em especial a toda a equipe de trabalho que de uma forma ou outra contribuíram para que tudo acontecesse. Aos Doutorandos: Perivaldo, Hemython, Mircéia, Leandro e Fagner. Aos Mestrandos: Catia, Maira, Alisson, Marielly, Débora, Isadora e Nágela. Aos Graduandos: Angélica, Yuri, Josiane, Solange, Rafael, Fabrício, Jurandy, Gabriel, Priscila, Marília. Aos colaboradores: Joabe, Clovis, Janderson, João, Fábio, pelo suporte a realização deste experimento, pelo apoio imprescindível no estabelecimento da área experimental, pelo manejo com animais, pelas separações morfológicas e análises laboratoriais.

Agradeço também à um ser humano maravilho que Deus colocou no meu caminho, ao meu namorado Rafael pela incansável paciência, por tornar tudo mais fácil, pelos puxões de orelha merecido, por todo amor, carinho, cumplicidade, por estar sempre do meu lado.

E, finalmente, gostaria de agradecer a minha família, à minha avó Maria Cavalli, ao meu pai José Antonio Cavalli, à minha mãe Gildana Paloschi Cavalli e aos meus irmãos Juliana e Cassiano Cavalli por terem contribuído e me permitido chegar até aqui. Me vem a lembrança o meu tempo de infância como as coisas eram difíceis até os sonhos eram pequenos, quando me lembro da escola que fiz o primário, quatro turmas em uma mesma sala com uma só professora, quando poderíamos imaginar tamanhas conquistas. Mesmo que eu viva mil anos jamais irei esquecer tamanha dedicação do senhor José e da Senhora Gildana que trabalharam sol a sol em busca de conforto para nossa família, jamais irei esquecer os ensinamentos os princípios por eles ensinados. Obrigada por me permitir ir muito além dos nossos sonhos, espero contribuir dando-lhes muito orgulho.

*Não importa o que fizeram com você. O que importa é o que você faz com aquilo que fizeram com você.*

“Jean-Paul Sartre”

## **BIOGRAFIA**

JOSIANA CAVALLI, filha de José Antonio Cavalli e Gildana Paloschi Cavalli, nasceu em Guarantã do Norte, Mato Grosso, em 09 de dezembro de 1986.

Graduada pela Universidade Norte do Paraná (2005) - Curso Superior de Tecnologia de Pequenas e Medias Empresas. Graduada em Zootecnia pela Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) - Campus Sinop (2015), em que foi bolsista de iniciação científica pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária de Sinop - MT (Embrapa Agrossilvipastoril), atuando na área de Forragicultura e Pastagens e Produção Animal em Sistemas Integrados. Mestranda pelo Programa de Pós Graduação em Zootecnia- UFMT campus Sinop na área de Produção Animal com ênfase em Forragicultura e Pastagem.

## RESUMO

CAVALLI, Josiana. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, dezembro de 2016, 96f. **Estratégias de manejo do pastejo para *Panicum maximum* cvs. Quênia e Tamani.** Orientador: Prof. Dr. Bruno Carneiro e Pedreira. Co-orientadores: Prof. Dr. Dalton Henrique Pereira e Prof. Dr. Douglas dos Santos Pina.

Objetivou-se avaliar estratégias de manejo do pastejo e características fisiológicas para *Panicum maximum* cvs. Quênia e Tamani sob diferentes intensidades de pastejo e com frequência definida por 95% de interceptação luminosa pelo dossel. O experimento seguiu um delineamento em blocos completos casualizados, em arranjo fatorial (2x2), com dois cultivares: capim-tamani e capim-quênia, (*Panicum maximum* cvs. BRS Tamani e Quênia) e duas intensidades de pastejo: alta e baixa, as quais definiam uma altura pós-pastejo de 15 e 25 cm para capim-tamani; e 20 cm e 35 cm para capim-quênia, com três repetições, totalizando 12 unidades experimentais (120m<sup>2</sup> cada). Em cada ciclo foram feitas amostragens para quantificação do acúmulo de forragem e separação morfológica, pós e pré-pastejo. As medições de IL, IAF e ângulo de folhas foram realizadas semanalmente em todos os ciclos de rebrotação. As taxas de fotossíntese líquida, condutância estomática e taxa de transpiração de folha individual, foram medidas nos mesmos ciclos em que IAF e IL foram caracterizados. As avaliações foram feitas em quatro estações (outono/primavera/verão/15, outono/16). A taxa fotossintética de folha individual apresentou interação cultivar x intensidade de pastejo x estações do ano. O Capim-tamani, no outono/15, quando manejado sob baixa intensidade de pastejo apresentou a menor taxa de fotossíntese foliar. Os demais tratamentos nesta estação mostraram-se semelhantes. Os maiores valores de fotossíntese foliar aconteceram na primavera/15 e os menores em outono/16. A taxa de fotossíntese de dossel mostrou-se superior na estação da primavera/15 e semelhante entre as demais estações. A condutância estomática foi menor em outono/16, e maior na primavera/15. A eficiência intrínseca do uso da água e a razão de transpiração mostraram-se semelhantes para capim-quênia e capim-tamani. No entanto, ambas apresentaram diferenças entre as estações do ano. A eficiência intrínseca do uso da água foi superior no outono/16 e mostrou-se semelhante nas demais estações. A razão de transpiração foi semelhante nas estações do verão/15 e outono/16, em que, foram obtidos os maiores valores. A taxa de transpiração da folha não apresentou diferença entre os cultivares. Independentemente da intensidade de pastejo ou cultivar, o

acúmulo anual de forragem foi de 22 Mg de MS.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. O acúmulo de forragem avaliado por estação do ano apresentou efeitos marcantes, embora não tenha havido efeito de cultivar ou intensidade de pastejo. No verão/15 ocorreu a maior produção, seguido do outono/15, primavera/15 e outono/16. No inverno/15 foi obtido o menor acúmulo de forragem. As maiores proporções de folha foram obtidas quando foi realizado manejo sob baixa intensidade de pastejo, independentemente do cultivar. Proporções diferentes do componente colmo, dentre as intensidades de pastejo, foram verificadas, somente para capim-quênia, em que foi menor sob baixa intensidade de pastejo. Para capim-tamani não houve diferença entre as intensidades de pastejo para o acúmulo de colmo. Quanto ao acúmulo de material morto, as maiores proporções foram obtidas quando manejados sob alta intensidade de pastejo. Entre os dois capins, capim-tamani apresentou maior proporção de material morto. Os capins Quênia e Tamani, manejados seguindo critério de frequência de 95% IL para pré-pastejo, possuíam 55 cm e 35 cm de altura, respectivamente. Deve ser interrompido quando a altura do dossel para capim-quênia e capim-tamani atingir 25-30 e 20-25 cm, respectivamente. Essas recomendações garantem adequada produção de forragem e possibilitam maiores valores de fotossíntese de dossel ao longo do ciclo de rebrotação. No bioma amazônico, capim-quênia e capim-tamani apresentam respostas fisiológicas marcadamente afetadas pelas variações climáticas, o que evidencia alterações fisiológicas na planta forrageira, em condições de fatores abióticos adversos. No entanto, são cultivares promissores de *Panicum maximum* para uso como forrageira em sistemas de pastagem no bioma Amazônia.

**Palavras-chave:** altura de pré-pastejo; componentes morfológicos; estrutura de dossel; fotossíntese de dossel; intensidade de pastejo; interceptação luminosa

## ABSTRACT

CAVALLI, Josiana. Dissertação de Mestrado (Zootecnia), Universidade Federal de Mato Grosso, *Campus* Universitário de Sinop, December de 2016, 96f. **Grazing management strategies for *Panicum maximum* cvs. Quênia and Tamani.** Adviser: Prof. Dr. Bruno Carneiro e Pedreira. Co-orientadores: Prof. Dr. Dalton Henrique Pereira e Prof. Dr. Douglas dos Santo Pina.

The objective of this study was to evaluate grazing management strategies and physiological characteristics for *Panicum maximum* cvs. Quênia and Tamani under different intensities of grazing and often defined by 95% light interception by the canopy. The experiment was carried out in a randomized complete block design in a factorial arrangement (2x2), with two cultivars: Tamani and Quênia (*Panicum maximum* cvs BRS Tamani and Quênia) and two grazing intensities: high and low, Which defined a post-grazing height of 15 and 25 cm for weed-grass; And 20 cm and 35 cm for Quênia, with three replicates, totaling 12 experimental units (120 m<sup>2</sup> each). In each cycle samples were taken for quantification of forage accumulation and morphological separation, post and pre-grazing. Measurements of LI, LAI and leaf angle were performed weekly in all regrowth cycles. The rates of liquid photosynthesis, stomatal conductance and individual leaf transpiration rate were measured in the same cycles in which IAF and IL were characterized. The evaluations were done in four seasons (autumn/spring/summer/15, fall/16). The individual leaf photosynthetic rate showed cultivar interaction x grazing intensity x seasons of the year Tamani, in autumn/15, when handled under low grazing intensity showed the lowest foliar photosynthesis rate. The other treatments at this station were similar. The highest values of leaf photosynthesis occurred in spring/15 and the lowest in autumn/16. The canopy photosynthesis rate was higher in the spring/15 season and similar among the other seasons. Stomatal conductance was lower in autumn/16, and higher in spring/15. The intrinsic efficiency of water use and the rate of transpiration were similar for Quênia and Tamani. However, both presented differences between the seasons. The intrinsic efficiency of water use was higher in autumn/16 and was similar in other seasons. The perspiration ratio was similar in the seasons of summer/15 and autumn/16, where the highest values were obtained. Leaf transpiration rate did not differ between cultivars. Regardless of grazing intensity or cultivar, annual forage accumulation was 22 Mg MS.ha<sup>-1</sup>.an<sup>-1</sup>. The accumulation of forage evaluated by season showed marked effects, although there was no effect of cultivar or grazing intensity. In summer/15 the highest production occurred, followed by autumn/15, spring/15 and autumn/16. In winter/15 the lowest forage accumulation was obtained. The highest leaf proportions were obtained when

management under low grazing intensity, independently of the cultivar, was carried out. Different proportions of the stem component, among the grazing intensities, were verified only for Quênia, where it was lower under low grazing intensity. For Tamani there was no difference between grazing intensities for stem accumulation. Regarding the accumulation of dead material, the highest proportions were obtained when managed under high grazing intensity. Between the two grasses, Tamani presented a higher proportion of dead material. Quênia and Tamani grasses, managed according to a frequency criterion of 95% IL for pre-grazing, were 55 cm and 35 cm high, respectively. It should be discontinued when the height of the canopy for Quênia and Tamani reach 25-30 and 20-25 cm, respectively. These recommendations guarantee adequate forage production and allow higher values of canopy photosynthesis throughout the regrowth cycle. In the Amazonian biome, Quênia and Tamani present physiological responses markedly affected by climatic variations, which shows physiological changes in the forage plant under conditions of adverse abiotic factors. However, they are promising cultivars of *Panicum maximum* for use as fodder in pasture systems in the Amazon biome.

**Keywords:** pre-grazing height; morphological components; canopy structure; canopy photosynthesis; grazing intensity; light interception

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL -----	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -----	3
2.1 Importância das forrageiras para a pecuária no Brasil -----	3
2.2 Relações luminosas, estrutura e arquitetura do dossel -----	5
2.3 Fotossíntese foliar -----	9
2.4 Manejo do pastejo -----	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	28
CAPÍTULO 1: Respostas fisiológicas de <i>Panicum maximum</i> cvs. Quênia e Tamani sob estratégias de manejo do pastejos -----	32
Introdução -----	34
Material e métodos -----	36
Resultados -----	41
Discussão -----	44
Conclusões -----	50
Referências -----	51
CAPÍTULO 2: Estratégia de manejo do pastejo para os capins Quênia e Tamani: acúmulo de forragem, composição morfológica e estrutura do dossel -----	53
Introdução -----	55
Material e Métodos -----	56
Resultados -----	60
Discussão -----	65
Conclusões -----	70
Referências -----	70
CONCLUSÕES GERAIS -----	73
ANEXOS (Capítulo 1) -----	75
ANEXOS (Capítulo 2) -----	79

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O uso de forrageiras como principal fonte de alimento para ruminantes é comprovadamente a alternativa mais barata de alimentação do rebanho. Considerando o potencial em área, solo e clima que o Brasil possui, hoje, a pecuária nacional apresenta um dos menores custos de produção de carne e leite no mundo. Apesar disso, segundo estimativas de Dias-Filho (2011), cerca de 70 milhões de hectares de pastagens cultivadas existentes no território nacional encontram-se degradadas ou em algum grau de degradação.

Euclides et al. (2014) destacam a importância dos diferentes programas governamentais de recuperação dessas áreas sem, contudo, atentar para a manutenção por meio de manejo adequado. É na manutenção inadequada que reside grande parte dos problemas de degradação e, conseqüentemente, dos baixos níveis de produção.

Nesse sentido, a necessidade de entender sobre manejo do pastejo para manutenção de pastagens produtivas, deve ser uma busca constante. Práticas de desfolhação necessitam de um monitoramento adequado baseado em informações que assegurem um equilíbrio ótimo entre os processos de crescimento, senescência e consumo e, ainda, possibilitem elevada produtividade de forragem de boa qualidade.

Parsons et al. (1988) sugerem que um sistema de produção animal baseado no uso de pastagens consiste na remoção e consumo de área foliar de plantas forrageiras. O manejador do sistema encontra-se diante de um dilema, ou seja, administrar o antagonismo de se manter área foliar suficiente para assegurar assimilação de carbono (fotossíntese) e colher a forragem produzida da forma mais eficiente. Deve-se buscar, ainda, o melhor valor nutritivo possível e reduzir perdas por senescência, na tentativa de alcançar o balanço ótimo entre as exigências de plantas e animais.

O conhecimento de características morfofisiológicas e estruturais do dossel são peças fundamentais para a condução do manejo de pastejo. Desde o início de século XX, estudos

revelam a importância da luz solar para o crescimento das plantas forrageiras. Loomis e Williams (1969) postularam que a eficiência na conversão da energia luminosa em matéria seca é dependente das taxas fotossintética de folhas individuais, dos padrões de interceptação luminosa, e da distribuição da matéria seca na planta ao longo do perfil do dossel.

A expectativa é que, a partir da adoção do conhecimento sobre as diferentes espécies forrageiras utilizadas no Brasil, seja possíveis que as pastagens mantenham-se produtivas e persistentes, aumentando a rentabilidade da pecuária, tanto pela redução da degradação das pastagens como pelo aumento da produção animal, contribuindo, ainda, para a mitigação de impactos ambientais via manutenção da produtividade das pastagens (Euclides et al., 2014).

Em virtude disso, reconhece-se a necessidade de conhecer atributos morfofisiológicos das plantas forrageiras incluindo novo cultivares, para recomendar métodos de colheita e produção.

Neste contexto, objetivou-se com esta revisão abordar informações mais detalhadas sobre como manejar de forma a aumentar a eficiência do pastejo e manter o balanço ótimo entre planta e animal.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 IMPORTÂNCIA DAS FORRAGEIRAS PARA A PECUÁRIA NO BRASIL**

A atividade pecuária desempenha papel importante na estrutura produtiva do Brasil desde o início do processo de colonização. Apesar do crescimento considerável da pecuária bovina brasileira desde o período colonial, somente a partir da década de 1960 passou a ocorrer maior expansão da atividade no país para as regiões Norte e Centro-Oeste. No Centro-Oeste o Estado de Goiás apresentou, inicialmente, a maior expansão da pecuária, e dele difundiu-se para os outros Estados, concentrando-se principalmente no sul do Pantanal, de onde espalhou-se por toda a região Centro-Oeste (Teixeira e Hespanhol, 2014).

A expansão das áreas ocupadas com pastagens cultivadas no Brasil, a partir da década de 1970, deveu-se principalmente a expansão da pecuária na região do Cerrado e da Amazônia (Faria et al., 1996). Desde então, o que eram aproximadamente 25 milhões de hectares de pastagens cultivadas, passaram a um estimado de 174 milhões de hectares ocupada por pastagens (ABIEC, 2016). Esta área é ocupada por um rebanho bovino de 209 milhões de cabeças criadas a pasto, estima-se que somente 3% do rebanho são terminados em sistema intensivo, (ABIEC, 2016). Segundo ABIEC (2016), o rebanho bovino brasileiro está em plena evolução, com melhoria contínua dos seus índices zootécnicos, se tornando cada dia mais produtivo e eficiente.

O destaque econômico dessa atividade deve-se principalmente por ter nas pastagens a principal fonte alimentar do rebanho bovino, que apresenta um dos menores custos de produção de carne no mundo, estimado em 60% dos custos da Austrália e 50% dos Estados Unidos (Ferraz e Felício, 2010).

A produção de forrageiras de clima tropical tem sido ressaltada, nos últimos anos, pelo elevado potencial de produção e adaptação ao pastejo, como é o caso dos capins dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* (Da Silva, 2005), as quais predominam as áreas de pastagens no Brasil.

De maneira geral, os ambos gêneros possuem bom potencial de produção e são bem adaptados as condições climáticas e de solo das regiões tropicais, porém cada qual com suas particularidades, com isso, faz-se necessário o conhecimento dessas forrageiras para garantir o manejo mais eficiente.

As forrageiras do gênero *Panicum* são caracterizadas pelo seu grande potencial de produção de forragem, porém podem apresentar algumas limitações e dificuldades para serem manejadas sob lotação contínua. Prevalece, de forma geral, a recomendação de uso na forma de pastejo sob lotação intermitente e são plantas que requerem solos com boa fertilidade. Dentre os diversos cultivares, o *Panicum maximum* cv. Mombaça (capim-mombaça) e cv. Tanzânia (capim-tanzânia) são de destaque nas áreas de pastagens cultivadas do país (Silva, 2004).

O lançamento de novas cultivares surge como mais uma alternativa para a exploração dos ecossistemas pastoris no Brasil. De maneira geral, em uma mesma propriedade têm-se diferentes condições de solo, relevo, e até mesmo de espécies do sistema produção (bovinos, ovinos, equinos), o que sugere a utilização de diferentes forrageiras, com melhor adaptação a cada situação.

Baseado neste princípio, a Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) lançou em 2015 o primeiro híbrido de *Panicum maximum* cv. BRS Tamani (capim-tamani), resultado do cruzamento entre a planta sexual S12 e o acesso apomítico T60 (BRA-007234), realizado na Embrapa Gado de Corte em 1992, com apoio da UNIPASTO (Associação para Fomento à Pesquisa de Melhoramento de Forrageiras).

Apresenta como características o porte baixo, com alta produção de folhas de alto valor nutritivo (elevados teores de proteína bruta e digestibilidade), produtividade e vigor, e resistente às cigarrinhas das pastagens. Sua alta qualidade e adaptação faz com que seja indicada para engorda de bovinos. É uma opção para diversificação de pastagens em solos

bem drenados. Em áreas sujeitas a alagamentos, mesmo que temporários, apresentou baixa tolerância ao encharcamento do solo. Em condições de baixas temperaturas, capim-tamani apresenta maior persistência que os capins Massai e Tanzânia e semelhante ao capim-mombaça (EMBRAPA, 2016).

Do mesmo modo, Embrapa e Unipasto investem também em mais um lançamento previsto para 2017, um novo híbrido de *Panicum maximum*, cv. BRS Quênia (capim-quênia). O híbrido é um genótipo de porte baixo (superior ao capim-tamani), com touceiras arrançadas com maior densidade de perfilhos de menor porte quando comparado ao capim-tanzânia, resultando em um pasto com maior densidade de folhas (Abreu et al., 2012), colmos verdes e menor porcentagem de material morto (Farinatti et al., 2012), além de conseguir manter maior massa de folhas pré-pastejo quando comparado a genótipos de porte alto, como capim-tanzânia (Nascimento et al., 2012).

## **2.2 RELAÇÕES LUMINOSAS, ESTRUTURA E ARQUITETURA DO DOSSEL**

Em termos práticos, embora as forrageiras apresentem bom potencial de produção, a máxima eficiência de colheita dificilmente tem sido alcançada, uma vez que os indicadores produtivos e zootécnicos apontam para aumentos modestos em relação ao que poderia ser obtido (Nascimento Jr. et al., 2004). Isso é devido a práticas e recomendações generalistas de manejo do pastejo que se tornam ineficazes e inconsistentes, gerando prejuízos ao sistema de produção animal.

Trabalhos recentes de pesquisa acerca do manejo do pastejo, (Pedreira et al., 2007; Pereira et al., 2013; Tonato et al., 2014) demonstram que a prática da desfolhação necessitam de um monitoramento adequado baseado em informações que assegurem um equilíbrio ótimo entre os processos de crescimento, senescência e consumo, de forma a possibilitar elevada produtividade de forragem de boa qualidade.

Segundo Da Silva e Pedreira (1997), o acúmulo de matéria seca em plantas forrageiras é resultante de interações complexas entre atributos genéticos e de ambiente sobre os processos fisiológicos e características morfológicas na determinação da produtividade. Verhagen et al. (1963) e Pearce et al. (1965) enfatizaram que a produção de matéria seca depende da proporção da luz incidente que é interceptada bem como da eficiência de utilização da energia solar. Todavia, esta sofre influência de alguns fatores, como: intensidade de luz, distribuição espacial das folhas e capacidade fotossintética das folhas.

Segundo Loomis e Williams (1969), a arquitetura do dossel interfere tanto na distribuição da luz dentro da população de plantas como na circulação de ar, afetando os processos de transferência de CO<sub>2</sub> e evapotranspiração. Portanto, a arquitetura do dossel é determinante dos padrões de interceptação luminosa pelas plantas. Dentre as características de arquitetura do dossel, talvez a mais importante, que determina sua habilidade competitiva pela luz, seja altura. Isso sugere então que, pequenas diferenças em altura podem ter grandes efeitos na competição por luz, pois uma diferença mínima é suficiente para uma folha sobrepor-se à outra.

Segundo Watson (1947), o conceito que define IAF é a relação entre a área foliar e a área de solo que essas folhas ocupam. Isso possibilita melhor entendimento das relações entre a interceptação luminosa e o acúmulo de matéria seca das plantas. Em um valor de IAF chamado “ótimo”, a interceptação de aproximadamente toda a luz incidente com mínimo de autossombreamento proporcionaria o máximo valor de taxa de crescimento da cultura (Rhodes, 1973). Com o aumento no índice de área foliar ocorre aumento na interceptação luminosa e na eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa isso, ocasiona aceleração na taxa de crescimento em condições ambientais favoráveis (Humphreys, 1966).

No entanto, a intensidade da desfolhação de lâminas foliares interfere na quantidade de IAF remanescente no dossel e determina o tempo necessário para recuperação do pasto.

Em situações de pastejo sob lotação intermitente, uma maior intensidade de pastejo contribui diretamente para a utilização mais eficiente da forragem disponível e, indiretamente, para a redução nas perdas por senescência e morte de tecidos no período de rebrotação (Gomide e Gomide, 1999).

Quando os intervalos entre desfolhas são curtos, plantas com maior proporção do IAF na parte inferior do dossel apresentam maior IAF residual, o que assegura uma rápida rebrotação inicial após desfolha, por meio de uma maior interceptação luminosa. Entretanto, se o período de rebrotação é longo, as plantas de crescimento mais ereto e alto, com maiores proporções do IAF nas regiões intermediária e superior do dossel, têm tempo suficiente para acumular um grande IAF e utilizam melhor a radiação incidente sendo, portanto, mais produtivas (Rhodes, 1973).

Alterações na estrutura do dossel, provocadas pelo manejo do pastejo, modificam o ambiente luminoso em que as folhas e demais tecidos das plantas se desenvolvem, o que influencia na fotossíntese foliar líquida durante os períodos de rebrotação (Parsons et al., 1988). Durante a rebrotação, a fotossíntese foliar líquida nas folhas novas e expandidas aumenta até determinado ponto, até que se estabiliza e depois inicia sua redução. Imediatamente após o pastejo, apesar do reduzido sombreamento, as folhas remanescentes apresentam reduzida fotossíntese, provavelmente em razão de seu desenvolvimento ter ocorrido parcialmente sob intenso sombreamento (Pedreira e Pedreira, 2007).

Outro parâmetro a ser considerado no estudo da arquitetura e morfologia do dossel é o ângulo da folhagem. O ângulo de inserção foliar é importante, pois afeta a extensão da penetração da radiação solar no dossel. Pedreira et al. (2007) apontam que alteração na estrutura do dossel ao longo da rebrotação, caracterizada pelo aumento em altura, IAF e redução do ângulo da folhagem, são fatores determinantes do aumento de IL pelo dossel.

Segundo Bernardes (1987), as diferenças de interceptação de luz e taxa fotossintética relacionadas com ângulo foliar ocorrem principalmente para luz direta, e são também dependentes da elevação solar. Assim, para ângulo foliar de 0° (folhas planófilas), as variações na produção de matéria seca em função do IAF ou da hora do dia são pequenas. Para um ângulo foliar de 80°, a produção é maior quanto maior for o IAF, ocorrendo diferenças nas horas de maior disponibilidade de radiação direta.

Segundo Cooper (1983), as diferenças relatadas entre e dentro de espécies forrageiras devem-se à algumas características como tamanho da folha, ângulo de inserção entre folha e caule, rigidez das folhas, etc., os quais podem afetar sua estrutura e, conseqüentemente, IAF, IL e acúmulo de matéria seca.

Fagundes et al. (2001) avaliaram três cultivares de *Cynodon* sp. submetidos a quatro intensidades de pastejo (pastos mantidos a 5, 10, 15 e 20 cm de altura por meio de lotação contínua e taxa de lotação variável), e verificaram que valores mais elevados de k (coeficiente de extinção de luminosa, dependente do arranjo (orientação) espacial das folhas no dossel) foram registrados em pastos mantidos mais altos que, por sua vez, apresentaram maior IAF sem, contudo, produzirem mais forragem que pastos mantidos mais baixos. A variação nos valores de k sugere alterações em arquitetura das plantas e do dossel relacionadas com época do ano, estágio fisiológico, cultivar, regime de desfolhação e, conseqüentemente, na velocidade de renovação de folhas e perenidade do pasto (Sheehy e Cooper, 1973).

Segundo Sbrissia et al. (2007), a maior intensidade de pastejo altera a estrutura do dossel por meio de uma redução nos ângulos foliares médios ao longo das estações, assim as plantas passam a interceptar mais luz por unidade de área foliar. Contudo, tem-se a necessidade de relacionar os efeitos de manejo do pastejo com o ambiente luminoso e a estrutura do dossel como forma de permitir que o balanço ótimo entre fotossíntese, respiração,

crescimento e senescência possa ser encontrado para cada planta forrageira e condição de ambiente.

Algumas diferenças na estrutura do dossel em função do ângulo de inserção de folhas podem ser observadas em função da idade, grupo anatômico, folhas de plantas C3 ou C4, (Brown e Blaser, 1968), isso pode explicar a necessidade de diferentes manejos de pastejo, bem como de diferentes padrões de respostas fotossintéticas. Em plantas C3, geralmente de clima temperado, as folhas crescem mais próximo ao solo, em que o autossombreamento é maior com o aumento do IAF. Em gramíneas C4, geralmente de clima tropical, especialmente as eretas e de hábito cespitoso, o crescimento de novas folhas ocorre em alturas mais elevadas do dossel, e isto minimiza o efeito da baixa quantidade de luz disponível às folhas em formação, decorrente do aumento do IAF. Contudo, a característica ângulo de inserção de folhas é um dos fatores que contribui para diferença de altura de manejo pré e pós-pastejo entre as espécies.

### **2.3 FOTOSSÍNTESE FOLIAR**

Segundo Zelich (1982) e Pedreira et al. (2001), a partir do surgimento de uma nova folha, conforme ocorre sua expansão, a capacidade para fotossintetizar também aumenta gradativamente, até esta folha atingir a maturidade, ou seja, seu crescimento final. A partir de então, a taxa de fotossíntese começa a decrescer. Folhas velhas e senescentes eventualmente tornam-se amarelas e são incapazes de realizar a fotossíntese, pois a clorofila é degradada e o cloroplasto perde sua função. Desta forma pode-se dizer que folhas individuais apresentam grande variação na capacidade fotossintética. Além da idade, esta variação fotossintética pode estar relacionada também a quantidade de radiação solar incidente, temperatura e disponibilidade de água.

Pedreira et al. (2015) buscando compreender os processos fisiológicos de planta forrageira, tais como o potencial de absorção de carbono e as respostas à intensidade da radiação, descreveram e discutiram os padrões de absorção de carbono. Em primeiro lugar apontam que, ao longo do perfil vertical de um dossel, ocorrem variações em função da idade fisiológica das folhas, o que lhes confere diferente potencial fotossintético. E concluem que a folha mais jovem completamente expandida apresenta maior taxa fotossintética. Em segundo lugar, acreditando na diferença de potencial fotossintético ao longo de uma lâmina foliar, caracterizaram este potencial e, após mensurar taxa fotossintética em três pontos na lâmina foliar (ápice, médio e base), concluem que as taxas fotossintéticas são variáveis em função da localização da mensuração na lâmina foliar, com valores mais expressivos do potencial de cada folha no ponto médio para o ápice foliar.

Por acreditar que modelos matemáticos podem ser utilizados para prever a fotossíntese do dossel, Pedreira e Pedreira (2007) quantificaram a fotossíntese foliar ao longo do período de rebrotação e estimaram a fotossíntese de dosséis vegetativos em relação à arquitetura foliar e ao ambiente luminoso, em pastagens de capim-xaraés submetidas a estratégias contrastantes de pastejo sob lotação intermitente, com frequências de desfolhação determinadas pela interceptação luminosa (95 e 100% IL) ou pelo calendário cronológico (28 dias). Concluíram que a taxa fotossintética de folha individual reduz quando diminui a frequência de pastejo, comprometendo o potencial fotossintético do dossel e gerando atraso na rebrotação.

Segundo Pedreira e Pedreira (2007), o manejo mais adequado das plantas forrageiras deve priorizar a otimização do uso da luz pelo dossel, buscando cenários de pastejo que propiciem maiores taxas fotossintética. A menor frequência de desfolhação gera competição por luz e reduz os valores de fotossíntese foliar e de dossel.

A baixa atividade fotossintética de folhas individuais localizadas nas porções basais do dossel, segundo Acock (1991), pode ser atribuída à diminuição da condutância estomática e

respiração dessas folhas, devido a redução de luminosidade causada pelo próprio dossel ao longo da rebrotação.

Sob lotação intermitente, Braga et al. (2009) avaliaram o efeito da intensidade de pastejo na fotossíntese foliar líquida de *Panicum maximum* cv. Tanzânia. A taxa de acúmulo de forragem e a fotossíntese foliar líquida não foram influenciadas pelos tratamentos. Contudo, a capacidade fotossintética do dossel pode ter sido prejudicada nas maiores alturas de resíduo pela presença de maior proporção de colmo e material morto. Esses componentes apresentam baixa capacidade fotossintética, que elevam as perdas respiratórias, reduzem a assimilação de carbono e podem reduzir a produção primária.

Quando se tem o resíduo com quantidade adequada, composto por folhas de alta eficiência fotossintética, a planta forrageira seria capaz de garantir rápida rebrotação, apresentando menor dependência de suas reservas orgânicas.

Conforme Jacques (1973), reservas podem ser definidas como aquelas substâncias orgânicas armazenadas pela planta em certos períodos, nos órgãos mais permanentes, no caso de gramíneas forrageiras de clima tropical na base do colmo e raízes, para serem utilizadas mais tarde como fonte de energia ou como material estrutural.

Entre estas reservas podem-se citar ácidos orgânicos, compostos nitrogenados (Davies, 1988), em que os componentes nitrogenados são a fonte mais prontamente disponível.

Loomis e Amthor (1999) mostram que ajustes para suprir o limite de nitrogênio na folha são importantes e envolvem mudanças no número e tamanho de folhas. O aumento no teor de nitrogênio foliar conduz a um aumento na síntese de proteína e, conseqüentemente, aumento na concentração da RUBISCO (Costa et al., 1988). De acordo com Stocking e Ongum (1982), cerca de 75% do conteúdo de nitrogênio das células verdes está nos cloroplastos.

Vários são os fatores que contribuem para reduzir taxa fotossintética, por exemplo, quando plantas entram em desequilíbrio hídrico. Costa et al. (1988) estudaram fotossíntese líquida, respiração e resistência estomática em *Phaseolus vulgaris* L. cv. 'Negrito 897', adubado com três doses de nitrogênio (50, 125 e 200 ppm) e submetido a dois regimes hídricos (capacidade de campo e déficit hídrico). Concluíram que há uma estreita relação entre a taxa fotossintética líquida, respiratória e resistência estomática dentro de cada regime hídrico. Porém a resistência estomática e a taxa respiratória aumentaram com o déficit hídrico, mas a taxa fotossintética líquida diminuiu com o estresse.

Nas plantas crescidas em solo sob capacidade de campo, a taxa fotossintética líquida aumentou com o incremento na dose de nitrogênio. No entanto, os maiores efeitos fisiológicos foram ocasionados pelo regime hídrico do que pelo nitrogênio, e de modo geral, o nitrogênio promoveu maior adaptação das plantas ao estresse hídrico, minimizando o seu efeito (Costa et al., 1988).

## **2.4 MANEJO DO PASTEJO**

Segundo Nascimento Jr. et al. (2002), as primeiras publicações sobre manejo de pastejo ocorreram por volta da primeira metade do século XX, na área de agronomia. Dentre estes vários trabalhos publicados que vieram somar na melhoria de tecnologia, dois apresentaram grande significado. O primeiro deles foi o trabalho de Graber em 1927, citado por Volenec et al. (1996), que foi um dos primeiros a relatar que os níveis de carboidratos não-estruturais nas raízes de forrageiras diminuía durante a rebrotação e, após desfolhação. O segundo foi o trabalho de Watson em 1947, que introduziu o conceito de que uma medida da área foliar seria importante para a comparação de produtividades agrícolas, isto é, o peso das diferentes colheitas produzidas por unidade de área do solo. Essa medida seria relacionada com a área foliar por unidade de superfície de solo, denominada Índice de Área Foliar (IAF).

Observando plantas forrageiras, ainda na década de 50, Mott e Lucas (1952) entendiam que seria necessário encontrar uma forma de conduzir os animais sob pastejo, então propuseram que a relação entre a forragem disponível e a taxa de lotação animal seria a forma mais adequada para expressar a resposta animal. Os mesmos autores sugeriram o uso da taxa de lotação variável em ensaios de pastejo. Para isso se utilizaria a técnica de “put-and-take”, em que estes deveriam ser colocados no pasto conforme tivesse excedente de produção de forragem, a fim de manter constante uma determinada oferta. Acreditavam que desta forma, uma vez estimada a capacidade de suporte do pasto em uma dada condição de manejo, essa recomendação poderia ser repassada aos produtores que trabalhavam na mesma região sob as mesmas condições de manejo.

Brundage e Petersen (1952) estudando pastejos para gado leiteiro sugeriam que existiam dois tipos de pastejo, o controlado (intermitente) e o não controlado (lotação contínua). Sob pastejo não controlado os animais ficavam em um grande piquete, com acesso a toda área, até o momento que a forrageira não mais satisfizesse, quando então a dieta era complementada com grãos. No pastejo controlado a área de pastagem é subdividida em várias unidades menores. Em que eram pastejados em sucessão, permitindo assim, a recuperação das unidades individuais entre pastejos e a colheita de excesso de forragem como alimento para o inverno. Concluíram que devido à maior intensidade de pastejo era obtida uma maior eficiência de utilização da forragem disponível. Em segundo lugar, asseguravam uma quantidade adequada de forragem com menor teor de lignina e de maior valor nutritivo.

Mott e Lucas (1952), assim como Brundage e Petersen (1952), possuíam ideias inovadoras e bastante ousadas para a época, porém era necessário saber mais sobre plantas, para chegar a um consenso de como agir diante do dilema “pasto animal”.

Brougham (1955) estudou a natureza da curva de crescimento a partir de estudos com azevém (*Lolium multiflorum Lam.*), trevo vermelho (*Trifolium pratense L.*), e trevo branco

(*Trifolium repens* L.), e sugeriu três fases distintas. Primeiro, durante mais ou menos três semanas após a desfolhação a rebrotação, foi contínua, aumentando a taxa de crescimento dia-a-dia. Em seguida, durante cinco semanas, era constante, e daqui em diante o crescimento declinava. Esses resultados demonstravam que a duração da primeira fase de crescimento estava relacionada com área foliar e interceptação de luz, e que esta fase de crescimento continuou até que a planta chegasse ao ponto de compensação. Assim, determinou a influência da intensidade de desfolhação sobre a taxa de crescimento e posterior interceptação de luz.

Os trabalhos de Brougham (1956; 1957) ilustraram bem o efeito da severidade da desfolhação sobre a restauração do IAF e a interceptação da radiação. Nestes experimentos submeteu as mesmas cultivares (Brougham, 1955), com altura média de 22 cm, a três diferentes intensidades de desfolhação, a 2,5; 7,5 e 12,5 cm de resíduo. A partir dos resultados, observa-se que, dependendo da altura de resíduo que o dossel ficava após desfolhação, ocorria grande redução na quantidade de luz interceptada imediatamente após o corte, observou também aumento no tempo necessário para a pastagem atingir um IAF capaz de interceptar a maior parte da radiação incidente. Quando cortada a 12,5 cm de resíduo interceptava praticamente 95% da luz incidente. Nas parcelas cortadas a 2,5 e 7,5 cm, houve necessidade de 24 e 16 dias, respectivamente, de rebrotação para interceptar 95% da luz incidente. Desta forma, concluiu que as máximas taxas de acúmulo de matéria seca estavam associadas à interceptação máxima da luz incidente, permanecendo em sua máxima produção sempre que 95% da luz incidente fosse interceptada.

A massa de forragem produzida também foi mensurada por Brougham (1957), em intervalos regulares, durante a rebrotação após o pastejo, e a partir disso descreveu uma trajetória sigmoide, em forma de “S”, para a massa de forragem durante a rebrotação. Verificou que as taxas de acúmulo do azevém estavam relacionadas à área foliar e proporção

da luz incidente que era interceptada pelo dossel. O acúmulo atingia uma taxa máxima constante que era mantida enquanto existia área foliar suficiente para interceptar quase toda a luz incidente.

A partir destes estudos originaram-se os primeiros modelos de manejo da desfolhação em pastagens, baseados no conceito do IAF, os quais tinham como objetivo a otimização do balanço entre a interceptação e a conversão da radiação fotossinteticamente ativa incidente em biomassa vegetal (Nascimento Jr. et al., 2002).

Segundo Nascimento Jr. et al. (2002), na década de 60, inúmeros estudos foram publicados sobre a importância do IAF e das reservas orgânicas na determinação da taxa de produção de forragem após desfolhação.

A relação entre acúmulo de reservas de carboidratos e taxa de crescimento foi estudada por Brown e Blaser (1965), os quais acreditavam que quando a aquisição de energia solar fosse maior do que os gastos com expansão das células e outros processos esta energia era acumulada na forma de reserva. Desta forma tem-se então uma relação inversa entre taxa de crescimento e acúmulo de reservas de carboidratos.

Segundo Brown e Blaser (1963), os carboidratos solúveis representam reservas de energia, postula-se que o equilíbrio dinâmico na planta está relacionado ao balanço entre a taxa de crescimento e a taxa de acúmulo de reservas de carboidratos. Após a desfolha o balanço de energia se torna negativo, isso em função do gasto de carbono para o reestabelecimento da planta que no momento possui IAF reduzido. O equilíbrio só ocorre no momento em que há um balanço entre a necessidade de fotoassimilados e a produção fotossintética. Além disso, os autores concluíram que quando a taxa de crescimento é reduzida devido a baixas temperaturas, baixa umidade do solo, ou baixa disponibilidade de nitrogênio, o acúmulo de carboidratos de reserva ainda pode ser rápido mesmo com baixo IAF.

Brown e Blaser (1968) enfatizaram características associadas aos métodos de pastejo baseados no conceito de IAF, proposto por Brougham em 1956, entre os quais: em pastos mantidos altos, poucas folhas estão localizadas próximas ao solo, de modo que a altura de corte ou pastejo teria que ser excessivamente elevada para que houvesse área foliar remanescente suficiente para interceptação de toda a luz incidente após a desfolha; as folhas localizadas na porção mais baixa do dossel são menos eficientes fotossinteticamente; o pastejo, sob baixa intensidade, resulta em baixa eficiência de utilização; também contribui para reduzir a densidade de perfilhos e para retardar a habilidade dos novos perfilhos basais de produzirem novas folhas ativas.

Durante a década de 60, a maioria dos trabalhos tentavam mostrar a importância das reservas orgânicas ou do IAF para o manejo das pastagens, e que o processo deveria ser analisado como um todo.

O fato é que, sem dúvida, encontraram muitas dificuldades para mensurar tais variáveis, devido a falta de equipamentos e aos métodos utilizados. Com a chegada dos equipamentos eletrônicos tornou-se mais fácil a mensuração de respostas de plantas forrageiras, bem como mais precisas.

Para Da Silva e Nascimento Jr. (2006), na década de 70, houve o reconhecimento do conflito entre a condição do pasto necessária para obtenção de elevadas taxas de acúmulo e aquela requerida para otimização do consumo animal e da eficiência de colheita da forragem produzida, o que desencadeou uma série de estudos cujo objetivo era buscar conhecimento e identificar formas para conciliar esses dois objetivos contrastantes de manejo.

Conforme Grant et al. (1981), parte desta falta de entendimento decorria das limitações trazidas pela maneira que se analisava o impacto dos métodos de pastejo sobre a produção de forragem, a qual se baseava apenas no acúmulo de forragem, desconsiderando os vários fluxos de tecidos associados. Segundo esses autores, somente a partir do final da

década de 70 é que se percebeu que para prever as consequências de diferentes estratégias de manejo seria necessário maior detalhamento do conhecimento sobre: o papel dos processos do crescimento do pasto; os fatores que afetam esses processos; e a significância das adaptações morfológicas das plantas forrageiras. Em resumo, havia necessidade de conhecer melhor a ecofisiologia das plantas forrageiras sob pastejo.

Somente no início da década de 80, o conceito de avaliação do acúmulo de forragem foi reconhecido como um processo único, singular, levando em consideração aspectos dinâmicos relacionados à população de plantas e competição por luz. Bircham e Hodgson (1983) foram os primeiros a descrever o acúmulo de forragem como sendo o resultado líquido de dois processos concomitantes e antagônicos: crescimento e senescência.

Para Nascimento Jr et al. (2002), na década de 80, os trabalhos de pesquisa na área de gramíneas forrageiras enfatizaram a análise do crescimento, e reconhecimento da importância da senescência para determinação da produção líquida, a dinâmica do perfilhamento, a taxa de aparecimento de folhas, etc.

Korte et al. (1982) estudaram azevém perene consorciado com trevo branco sob diferentes estratégias de desfolhação, entre as quais, duas frequências baseadas em interceptação luminosa (95% ou duas semanas após esta), e três intensidades baseadas no índice de área foliar residual. Estes autores relataram que nos casos em que o pastejo foi feito a 95% de interceptação luminosa o acúmulo foi maior para maiores intensidades, e em contraste, o tratamento de menor frequência apresentou acúmulo total de forragem menor para a mesma intensidade. Korte et al. (1982) alertavam para o fato de que pastejos leves e frequentes resultam em redução na taxa de acúmulo de forragem em função de: aumento do gasto energético com a respiração, folhas residuais mais velhas e com menor capacidade fotossintética, que causam prejuízo à distribuição da luz no perfil do dossel, menor eficiência de interceptação luminosa e menor taxa assimilatória líquida.

Parson et al., (1983) estudaram a fisiologia da produção de forragem em pastejo, com uma abordagem em fotossíntese, crescimento da cultura e consumo animal em pastejo sob lotação contínua. O objetivo era determinar o balanço entre fotossíntese, consumo animal e perdas de forragem em pastos de azevém perene, mantidos em pastejo sob lotação contínua, com diferentes intensidades (IAF: 1 e 3). Observaram que a assimilação fotossintética bruta e a rebrotação foi maior em pastos pastejados com menor intensidade (IAF 3) quando comparado a pastos pastejados com maior intensidade (IAF 1). Em função disso, apesar da menor assimilação fotossintética bruta na forrageira pastejada com maior intensidade o consumo animal foi maior.

Nesse contexto, Parson et al. (1983) concluíram que pastejo sob lotação contínua possui importante limitação: uma alta assimilação fotossintética bruta e alta taxa de rebrotação observadas em pasto mantido com IAF 3 ou acima, não podem ser associados com alta eficiência de colheita. Desta forma, pode-se concluir que, sob alta intensidade de pastejo há redução no IAF, aumento no consumo animal e aumento de colheita de forragem, porém a fotossíntese bruta fica prejudicada, resultando em menor rebrotação e decréscimo no consumo. Ou seja, a máxima utilização é alcançada quando o IAF é mantido logo abaixo do índice ótimo para fotossíntese.

Os conhecimentos de características morfológicas e estruturais do dossel passaram a ser ferramenta chave na determinação de práticas de manejo. Rodrigues e Rodrigues (1987) destacaram a importância da preservação do meristema apical para uma rápida reposição de folhas nas forrageiras. Estes autores admitem a importância dos carboidratos não estruturais como fonte de energia prontamente disponível, que seria utilizada pelas plantas logo após a desfolhação para manter suas atividades vitais. Também consideram a importância da manutenção do índice de área foliar residual, e aparatos fotossintéticos, afetando sensivelmente as taxas de rebrotação.

Durante a década de 80 ocorreram varias publicações que buscavam explicar a diferença na condução de pastejos com taxa de lotação intermitente ou contínua. Em resumo, Nascimento Jr. et al. (2002) sugere que dosséis mantidos sob taxa de lotação contínua não seria possível maximizar, ao mesmo tempo, a produção de forragem e o consumo de forragem da mesma forma que não seria possível maximizar, ao mesmo tempo, desempenho animal e produtividade.

Hodgson (1990) no inicio da década de 90 descreveu o perfilho como a unidade básica em uma comunidade de plantas forrageiras e que, os eventos que ocorrem em cada um deles têm caráter mais abrangente quando se analisa a população total de plantas. Enfatizou também a importância do papel da senescência, que atua ao mesmo tempo em que o crescimento e de forma antagonica, e concluiu que qualquer alteração no ambiente pode promover alterações na estrutura do dossel, com consequências na produção vegetal e animal.

Avaliando intensidade de pastejo Parson et al. (1991) testaram consórcio de trevo e azevém, e observaram que conforme aumentavam a intensidade de pastejo, maior era a taxa de aparecimento de folhas e perfilho, com maior número e menor peso individual. Desta forma a eficiência de pastejo foi melhor quanto mais intenso o pastejo, devido ao maior perfilhamento, maior crescimento de folhas, menor quantidade de folhas velhas e senescentes. Provavelmente, o consumo ocorreu no momento em que a planta apresentava maior valor nutritivo.

Com relação à morfogênese, na década de 90, Chapman e Lemaire (1993) trouxeram grandes contribuições para o entendimento da interação entre as variáveis morfogênicas, estruturais, e as relações com fatores abióticos. Corsi et al. (1994) concluíram que a definição da frequência e altura de pastejo nas espécies forrageiras pode ser obtida por meio de estudos sobre taxa de alongamento, aparecimento, senescência de folhas.

Silva e Pedreira (1997) enfatizaram importância de conhecer a estrutura básica da planta e a maneira pela qual os órgãos funcionais e o metabolismo são afetados pelos estresses. Analisaram também a estrutura da pastagem e a utilização de forragem pelos animais, e sugeriram a necessidade de uma reformulação significativa dos conceitos vigentes sobre pesquisa, uso e exploração de plantas forrageiras, para que sistemas de produção animal eficientes, produtivos, rentáveis, competitivos e sustentáveis pudessem ser desenvolvidos.

O final da década de 90 e início dos anos 2000, foi marcado pela busca por respostas de plantas forrageiras, explorando o conhecimento das variáveis estruturais e da morfogênese, pois são importantes características na determinação das condições do pasto e para assegurar produção animal.

De acordo com Barbosa (2007), para que se identifique a condição que maximiza a eficiência de produção e colheita, é necessário um banco de informações sobre as características morfogênicas que determinam a estrutura do pasto. Essas informações, juntamente com a evidência dos efeitos da estrutura do dossel sobre o consumo de forragem e desempenho animal resultam em estratégias de manejo baseadas nas condições do pasto, com metas de pastejo definidas em termos de altura do dossel (Hodgson, 1990) ou massa de forragem (Matthews et al., 1999).

E, foi a partir do novo milênio, após vários estudos sobre morfogênese, que se começou entender um pouco mais sobre manejo do pastejo e forrageiras de clima tropical. Parsons e Penning (1988) e Parsons et al., (1988) haviam demonstrado que o ponto ótimo para interrupção da rebrotação de pastos submetidos a regimes de corte seria, de fato, aquele em que a taxa média de acúmulo de forragem seria máxima. Esse momento estaria acontecendo quando o dossel atingisse 95% de interceptação luminosa (IL). As relações luminosas em forrageiras já haviam sido tratadas na década de 50 por Brougham (1956; 1957).

A ausência de luz numa folha induz uma diminuição em sua atividade fotossintética e esta entra no ponto de compensação (Donald, 1961). A partir desse ponto, as taxas de fotossíntese e respiração do dossel tornam-se muito próximas. Este é considerado o IAF ótimo, em que a taxa de acúmulo de massa seca da forrageira atinge um máximo. Aumentos subsequentes em IAF reduzem a taxa de acúmulo do pasto em função do aumento nas taxas de respiração, resultantes de um aumento na quantidade de tecidos sem função fotossintética, ou seja, aumento de material em senescência (Donald, 1961).

O intervalo de pastejo ideal, portanto, seria quando o acúmulo de folhas fosse elevado, porém antes do início do acúmulo acentuado de colmos e material morto. Trabalhos recentes com forrageiras de clima tropical, como, *P. maximum* cv. Mombaça (Carnevali et al., 2006), *P. maximum* cv. Tanzânia (Barbosa et al., 2007), *B. Brizantha* cv. Xaraés (Pedreira et al., 2007) e *P. maximum* cv. Aruana (Zanini et al., 2012), têm demonstrado que esse ponto correspondente à condição de 95% de IL pela forrageira. Segundo o reportado por esses autores essa condição de 95% de IL possui forte relação com altura, desta forma, pode ser determinado no campo por meio da altura do pasto. Cada planta possui características que resultam em uma recomendação de altura de entrada e de saída dos animais do pasto que, uma vez mensurada, assegura alta produção de forragem com elevada proporção de folhas e baixa proporção de colmos e material morto, de alto valor nutritivo (Da Silva, 2009).

Segundo Carnevali et al. (2006), forrageiras de clima tropical possuem característica de acúmulo de colmo em estágio vegetativo, por tanto, mesmo manejados sob 95% de IL, apresentam alguma proporção de colmo. Estes autores trabalharam com capim Mombaça sob lotação intermitente, com duas intensidades de pastejo e duas condições de pré-pastejo de 95 e 100 % de IL (frequência) relataram um padrão dinâmico de acúmulo de forragem, regido basicamente por disponibilidade de luz e tamanho do aparato fotossintético. Durante o período de rebrotação, o acúmulo foi caracterizado basicamente pelo incremento de folhas até

que o dossel atingisse 95% de IL. Desse ponto em diante diminuiu o acúmulo de folhas e ocorreu um aumento acentuado no acúmulo de colmos e material senescente. Nos tratamentos com menor intensidade de pastejo, que possuía área foliar residual maior, apesar da maior velocidade de rebrotação e da maior massa de forragem em pré-pastejo dos tratamentos com pastejos iniciados a 100% de IL (maior período de descanso), a produtividade foi menor que nos tratamentos com maior intensidade de pastejo, devido a maior quantidade de forragem colhida em função de corte mais baixo e, dentre esses, a maior produtividade foi para aqueles, em que o pastejo era iniciado a 95% de IL, devido as menores perdas por senescência, em função da maior frequência dos pastejos.

Desta forma, Carnevalli et al. (2006) sugeriam que a estratégia de colheita da forragem deve ser baseada em parâmetros que exerçam influência sobre a estrutura do dossel (IL) para que possam ser manipulados conforme a necessidade do sistema de produção de forma objetiva, correlacionando, quantidade e qualidade de forragem. Apesar de interceptação luminosa não ser uma técnica de caráter prático como determinante da entrada dos animais para o pastejo, apresentou alto grau de associação com altura do dossel, sugerindo que essa poderia ser utilizada como técnica-guia no manejo do capim-mombaça. Assim, deveria ser pastejado quando os pastos atingissem 90 cm de altura e os animais retirados com um resíduo entre 30 e 50 cm sob lotação intermitente.

Pedreira et al. (2007) estudaram capim-xaraés sob diferentes estratégias pastejo. Uma baseada no calendário (a cada 28 dias) e duas definidas em função da interceptação luminosa pelo dossel para início do pastejo (95 ou 100% de IL), com um único resíduo pós-pastejo de 15 cm. Estes autores relataram que a interceptação luminosa esteve positivamente associada à altura e ao índice de área foliar ao longo da rebrotação quanto a todas as estratégias de pastejo avaliadas. Em alturas acima de 30 cm, valor que correspondeu a 95% de interceptação luminosa, a dispersão dos dados diminuiu e, a partir desse ponto, os incrementos em altura

foram sempre maiores do que os respectivos incrementos em interceptação luminosa. Nesse momento, a planta inicia o alongamento de colmos e aumenta o acúmulo de material morto na base do dossel.

Baseados neste estudo, Pedreira et al. (2007) concluíram que a estratégia de pastejo sob lotação intermitente baseada em 95% de interceptação luminosa no pré-pastejo favorece a produção de forragem de maneira eficiente e evita o acúmulo excessivo de colmos e de material morto no capim-xaraés.

Braga et al. (2009) avaliaram o efeito da intensidade de pastejo na taxa diária de acúmulo de forragem e na fotossíntese foliar líquida, em pastagens de capim-tanzânia manejadas sob lotação intermitente. Os ciclos de pastejo foram de 36 dias, com três dias de ocupação e 33 dias de descanso. As taxas de lotação em cada tratamento e ciclo de pastejo foram definidas em razão da massa de forragem no pré-pastejo e a quantidade de massa de matéria seca remanescente. Segundo estes autores, a variação na intensidade de pastejo, associada a períodos de descanso fixos, não foi capaz de favorecer o aumento das taxas diárias de acúmulo de forragem. A altura do dossel influenciou na capacidade fotossintética da folha durante sua formação, com reflexos posteriores, mesmo depois de sua completa expansão.

Segundo Leriche et al. (2001), entre os principais benefícios do aumento da intensidade de pastejo no desempenho produtivo das plantas, estão a maior disponibilidade de luz no dossel e o aumento nas taxas fotossintéticas, em razão da remoção de tecido não fotossinteticamente ativo.

Braga et al. (2009) relataram que a fotossíntese foliar líquida atingiu valores máximos, quando a interceptação de luz média situou-se entre 90 e 96%. Nesse sentido, a redução nos valores de fotossíntese foliar em dosséis com interceptação luminosa próxima de 100% é consequência da baixa eficiência fotossintética, e reflete em queda na taxa instantânea de

acúmulo de forragem e, no caso de gramíneas de clima tropical, o aumento da taxa de crescimento de colmos também causa redução nos valores de fotossíntese em dosséis. O decréscimo da fotossíntese foliar líquida ao final da rebrotação pode ser relacionado, segundo Peri et al. (2003), à expansão da bainha foliar nos perfilhos, em decorrência do aumento da distância percorrida pelas folhas em formação dentro da bainha, tornando-as em folhas mais velhas do que aquelas cuja bainha é reduzida, o que diminui sua capacidade fotossintética.

Silveira et al. (2013), ao avaliar acúmulo de forragem e composição morfológica de capim Mulato submetido a combinações entre duas alturas de pós-pastejo (15 e 20 cm) e duas condições de pré-pastejo (95% e 99% de IL), relataram que os maiores valores de taxa de acúmulo de forragem foram encontrados em pastos manejados a 95% em relação aos com 99% IL e em pastos manejados com 20 centímetros em relação aos com 15 cm de altura pós-pastejo. O mesmo ocorreu para taxa de acúmulo de folha, durante o verão, quando maiores acúmulos foram registrados nos pastos manejados com 95% de IL. O acúmulo de colmo em geral foi maior em pastos manejados a 99% de IL.

Desta forma, Silveira et al. (2013) relataram que as estratégias adotadas confirmam a importância de estudos de manejo de pastejo por meio de IL para determinar alturas de pré e pós-pastejo. As melhores respostas da planta forrageira ocorrem quando atingem 95% de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, com a diminuição das perdas de forragem por senescência e perdas por pastejo. Após este momento a tendência é de que ocorra o alongamento de colmo em busca de melhor qualidade de luz e maior acúmulo de material morto.

Para altura de pós-pastejo as maiores taxas de acúmulo de forragem foram encontrados quando manejados a 20 cm em relação aos 15 cm de altura pós-pastejo, isso pode ser explicado pelo seu maior índice de área foliar residual que possivelmente contribuiu para uma recuperação mais rápida de crescimento da forrageira após a desfolha. Assim, o ciclo de

pastejo foi mais constante e minimizou os possíveis efeitos de queda de desempenho dos animais. Para Silveira et al. (2013), as metas de 95% interceptação luminosa pré-pastejo e 20 cm de pós-pastejo indicam melhor aproveitamento da massa de forragem acumulada, destacando o potencial de pastagens de capim-mulato para a produção animal.

Chaves et al. (2013) trabalhando com capim-elefante sob lotação intermitente, utilizaram duas alturas de resíduo (intensidade) e duas condições de pré-pastejo 90 e 95% de IL. Os autores relataram que o intervalo de desfolhações com 95% de IL resultou em maior massa foliar por ciclo de pastejo. Parsons et al. (1983) relataram que, o aumento da produção de forragem é intensificada até a morte das folhas mais velhas, o que coincide com o nível de 95% de IL. Estes autores apontam que a rápida recuperação da pastagem após a desfolha evita o aparecimento de plantas invasoras e aumenta a produção de forragem durante todo o período de crescimento. Além disso, um período mais longo de descanso pode influenciar a estrutura do dossel e valor nutritivo da forragem, uma vez que permite um maior acúmulo de colmo e material morto. As alturas residuais não causaram diferenças de massa foliar no pré-pastejo. O aumento da interceptação de luz de 90 para 95% aumentou também as taxas de acúmulo, assim como o resíduo pós-pastejo menor (30 cm). Korte et al. (1982) demonstraram que o pastejo frequente reduz o acúmulo de forragem, devido principalmente ao aumento das demandas respiratórias para produção com resíduos mais elevados.

Pereira et al. (2013) avaliaram componentes do acúmulo de forragem em capim Napier, submetido a estratégias de lotação intermitente. Os tratamentos corresponderam a combinações de duas alturas pós-pastejo (35 e 45 cm) e duas condições de pré-pastejo (95% e 100% de IL). Pereira et al. (2013) relataram que pastos manejados até 100% de IL apresentaram densidade populacional dos perfilhos basilares menor com mais perfilhos aéreos, menores taxas de crescimento da folha e maiores taxas de crescimento do colmo, com uma redução no acúmulo líquido de folha.

Com base neste estudo, Pereira et al. (2013) concluíram que o perfilhamento aéreo pode ser uma estratégia pela qual o capim-elefante mantém crescimento sob a competição por luz, causadas por intervalos de rebrotação mais longos e as alturas pós-pastejo mais altas dos pastos manejados com 100% de IL. Um aumento na altura pós-pastejo como resultado de longos intervalos de rebrotação estaria associado com o alongamento do colmo e da elevação de meristemas apicais.

A desfolhação com 95% de IL ocasiona pastejos mais frequentes, com isso diminui a competição por luz, resultando em menor alongamento de colmo. Tal estratégia de pastejo pode ainda induzir a decapitação gradual de meristemas apicais dos perfilhos basilares em toda a estação de crescimento, o que possui associação com a deposição reduzida de material morto na base do dossel favorecendo um maior número de perfilhos basilares, isso contribuiu também para maior produção de folhas (Pereira et al., 2013).

Tonato et al. (2014) estudaram aveia preta e azevém anual colhidos por interceptação de luz ou intervalo fixo de tempo em sistemas integrados de agricultura e pecuária no Estado de São Paulo. Utilizaram um arranjo fatorial com a combinação de duas gramíneas ('aveia preta' cv. comum e 'avevém anual' cv. comum), cultivadas em estande exclusivo ou combinado e manejadas com intervalos fixos de corte (30 dias), ou variável (95% de interceptação de luz).

As parcelas manejadas por tempo fixo apresentaram intervalos de cortes maiores (30 dias) do que as áreas manejadas com base na interceptação luminosa (24,7 dias). Quando manejado por IL, o azevém foi o mais rápido em atingir o ponto de corte (18 dias), o cultivo combinado foi intermediário (23,7 dias) e a aveia foi a que mais demorou em atingir o ponto de corte (32,3 dias). Manejo por IL apresentou acúmulos médios inferiores ao manejo por dias fixos. As estratégias de manejo também afetaram a composição morfológica da forragem acumulada, com o manejo por IL, resultando em maior porcentagem de folha e menor

porcentagem de colmo do que com intervalos fixos de corte. No transcorrer dos cortes, a porcentagem de colmo aumentou gradualmente e, por consequência, gerando um efeito de diluição na porcentagem de folha em estandes de azevém, aveia preta ou combinada, manejada por interceptação de IL ou com intervalos fixos de corte.

Desta forma, Tonato et al. (2014) relataram que a maior porcentagem de colmo na massa de forragem em estandes manejados por dias fixos se deve ao fato de que o nível de 95% IL foi frequentemente ultrapassado no cronograma com intervalos fixos de corte, o que acentuou a competição por luz no dossel e modificou o padrão de acúmulo de forragem, estimulando o alongamento do colmo e, por consequência, sua maior participação na massa acumulada. Barbosa et al. (2007) descreveram que a maior porcentagem de colmo e sua associação com menor valor nutritivo da forragem têm sido apontadas como as principais desvantagens de áreas manejadas por intervalos fixos de descanso.

A gradual inversão das porcentagens de folha e colmo em aveia e azevém provavelmente decorrem do alongamento de colmo em razão da elevação do meristema apical com o avanço da fenologia da planta. Processo comum a todas as gramíneas forrageiras, mas especialmente relevante nas hibernais de ciclo de produção anual, em que a elevação do meristema normalmente é mais rápida, e difícil de ser retardado, dado o curto período de tempo para os perfilhos completarem seu ciclo fenológico até a maturação fisiológica (Tonato et al., 2014). Apesar de manejos através de IL possibilitarem cortes mais frequentes, e por sua vez atrasar o ciclo fenológico das gramíneas hibernais proporcionando controle sobre estrutura do dossel, do ponto de vista da organização espacial das estruturas não é possível evitar que tais processos ocorram, apenas adiá-los (Bortoliniet al., 2005).

O conhecimento de características morfofisiológicas e estruturais do dossel são peças fundamentais para a condução do manejo de pastejo, uma vez que definirão os limites de flexibilidade e de uso das plantas forrageiras em sistemas de produção animal em pastagens.

Estudos que contribuam para melhor utilização das forrageiras, visando equilíbrio entre aspectos morfofisiológicos da planta e praticidade de manejo, sempre serão válidos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACOCK, B.; CHARLES-EDWARDS, D.A.; FITTER, D.J. et al. The contribution of leaves from different levels within a tomato crop to canopy net photosynthesis: an experimental examination of two canopy models. **Journal of Experimental Botany**, v.29, p.815-827, 1978.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS EXPORTADORAS DE CARNE – ABIEC. **Pecuária Brasileira**. Disponível em: <[http://www.abiec.com.br/3\\_pecuaria.asp](http://www.abiec.com.br/3_pecuaria.asp)>. Acesso em: 12 set. 2016.
- BARBOSA, R.A. et al. capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.329-340, 2007.
- BERNARDES, M.S. Fotossíntese no dossel de plantas cultivadas. In: CASTRO, P.R.C.; FERREIRA, S.O.; YAMADA, T. (Ed). **Ecofisiologia da produção de agrícola**. Piracicaba. Associação Brasileira de Potássio e do Fósforo, 1987, p.13-48.
- BORTOLINI, P.C. et al. Produção de forragem e de grãos de aveia branca sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2192-2199, 2005.
- BRAGA, G.J.; DE MELLO, A. C. L.; PEDREIRA, C. G. S. et al. Fotossíntese e taxa diária de produção de forragem em pastagens de capim-tanzânia sob lotação intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília v. 44, n. 1, p. 84-91, jan. 2009.
- BROUGHAM, R. W. Effects of intensity of defoliation on regrowth of pasture. **Australian Journal Agricultural Research**. p. 377-387. 1956.
- BROUGHAM, R.W. A study in rate of pasture growth. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 6, p. 804-812, 1955.
- BROUGHAM, R.W. Pasture growth rate studies in relation to grazing management. **New Zealand Society of Animal Production**, p. 46-55. 1957.
- BROWN, R. H., BLASER, R. E. Leaf area index in pasture growth. **Herbage Abstracts**, v.38, n.1, p.1-9, 1968.
- BROWN, R.H.; BLASER, R.E. Relationships between reserve carbohydrate accumulation and growth rate in orchardgrass and tall fescue. **Crop Science**, p.577-582, 1963.
- BRUNDAGE, A.L.; PETERSEN, E.W. A comparison between daily rotational grazing and continuous grazing. **Scientific Journal Series**, n.35, p.623-630, 1952.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO A.A.O. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, n.40, p.165-176, 2006.
- CHAPMAN, D.; LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M.J. (Ed.). **Grasslands for our world**. Wellington: SIR Publishing, 1993. p.95-104.
- CHAVES, C. S.; GOMIDE, C. A. De M.; RIBEIRO, K. G. et al. Forage production of elephant grass under intermittent stocking. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 48, n. 2, p. 234-240, 2013.
- COOPER, J.P. Physiological and morphological advances for forage improvement In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., Lexington, 1981. **Anais...** Boulder: Westview Press, 1983.

- CORSI, M., BALSALOBRE, M.A., SANTOS, P.M., SILVA, S.C. Bases para o estabelecimento do manejo de pastagens de braquiária. In: PEIXOTO, A.M. et al. **Anais...** do 11º Simpósio sobre manejo da pastagem. FEALQ, Piracicaba, p.249-266, 1994.
- COSTA, R.C.L. da; LOPES, N.F.; OLIVA, M.A. et al. Efeito da água e do nitrogênio sobre a fotossíntese, respiração e resistência estomática em *Phaseolus vulgaris*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.23, p.1371-1379, 1988.
- DA SILVA, S.C. Fundamentos para manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.347-385.
- DA SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMA DE PASTAGENS, 3., Jaboticabal, 1997. **Anais...** Jaboticabal: FUNEP, 1997. p. 1-62.
- DAVIES, A. The regrowth of grass swards. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (eds.). **The grass crop: the physiological basis of production**. London: Chapman and Hall, 1988. p.85-127.
- DIAS-FILHO, M.B. **Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação**. 4ªed. Belém, Embrapa Amazônia Oriental. 2011, 215p.
- DONALD, C.M. Competition for light in crops and pastures. In: Milthorpe, F.L. **Mechanisms in biological competition**. University Press, Cambridge, 1961, p. 283-313.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Produtos, Processos e Serviços. Panicum maximum - híbrido BRS capim-tamani**. Disponível em < <https://www.embrapa.br/busca-de-produtos-processos-e-servicos/-/produto-servico/2000/panicum-maximum---hibrido-brs-capim-tamani>>. Acessado em 02 ago. 2016.
- EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER D.B.; BARBOSA, R.A. et al. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) stapf e de *Panicum maximum* Jacq. **Ceres**, Viçosa, v. 61, p. 808-818, 2014.
- FAGUNDES, J.L.; Da SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Índice de área foliar, coeficiente de extinção luminosa e acúmulo de forragem em pastagens de *Cynodon* spp. sob lotação contínua. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.187-195, 2001.
- FERRAZ, J.B.S. e FELÍCIO, P.E.D. Production systems: an example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238- 243, 2010.
- GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A. Fundamentos e estratégias do manejo de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE A PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 1., 1999, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Suprema, 1999. p.179-200.
- GRANT, S.A.; BARTHAM, G.T.; TORVELL, L. Components of regrowth in grazed and cut *Lolium perenne* swards. **Grass and Forage Science**, p. 155-168. 1981.
- HODGSON, J.G. **Grazing management: science into practice**. Harlow: Longman Scientific e Technical, 1990. 203p.
- HUMPHREYS, L.R. Subtropical grass growth: II Effects of variation in leaf area index in the field. **Queenland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v.23, p.388-358, 1966.
- JACQUES, A.V.A. Fisiologia do crescimento de plantas forrageiras (área foliar e reservas orgânicas). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1973, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1973. P 95-101.
- KORTE, C.J.; WATKIN, B. R.; HARRIS, W. Use of residual leaf area index and light interception as criteria for spring-grazing management of ryegrass dominant pasture. **Journal of Agriculture Research**, New Zealand, v. 25, p. 309-319, 1982.
- LERICHE, H.; LE ROUX, X.; GIGNOUX, J.; TUZET, A.; FRITZ, H.; ABBADIE, L.; LOREAU, M. Which functional process control the short-term effect of grazing on net primary production on grasslands. **Oecologia**, v.129, p.114-124, 2001.

- LOOMIS, R. S.; AMTHOR J. S. Yield Potential, Plant Assimilatory Capacity, and Metabolic Efficiencies. **Crop Science**, Madison, v. 39, p. 1584-1596, 1999.
- LOOMIS, R.S.; WILLIAMS, W.A. Productivity and the morphology of crop stands: patterns with leaves. In: EASTIN, J.D. et al. **Physiological aspects of crop yield**. Madison: ASA/CSSA/SSA, 1969, p. 27-47.
- MATTHEWS, P.N.P.; HARRINGTON, K.C.; HAMPTON, J.G. Management of grazing systems. In: WHITE, J. and HODGSON, J. (Ed) **New Zealand Pasture and Crop Science**. Oxford University Press, Auckland, 1999. p.153-174.
- MOTT, G.O.; LUCAS, H.L. The designs conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 6., 1952, Pennsylvania. **Anais...** Pennsylvania: State College Press, 1952. p.1380-1385.
- NASCIMENTO Jr, D.; DA SILVA, S.C.; ADESE, B. Perspectivas futuras do uso de gramíneas em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41.; SIMPÓSIO FORRAGEIRAS E PRODUÇÃO EM PASTAGENS, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, MS: EMBRAPA CNPGC, 2004, p. 130-141.
- NASCIMENTO Jr., D.; GARCEZ NETO, A.F.; BARBOSA, R.A. et al. Fundamentos para o manejo de pastagens: evolução e atualidade. In: OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G.; FONSECA, D.M. et al. (Ed.). Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, Viçosa, 2002. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002, p.149-196.
- PARSONS, A.J., LEAFE, E.L., COLLETT, B., et al. The physiology of grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, v.20, p.127-139. 1983.
- PARSONS, A.J.; HARVEY, A.; WOLEDGE, J. Plant-Animal Interactions in a Continuously Grazed Mixture. I. Differences in the Physiology of Leaf Expansion and the Fate of Leaves of Grass and Clover. **The Journal of Applied Ecology**, v.28, n. 2, p. 619-634, 1991.
- 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, p.1-14, 1988.
- PARSONS, A.J.; PENNING, P.D. Uptake, cycling and fate of nitrogen in grass-clovers wards continuously grazed by sheep. **Journal of Agricultural Science**, v. 116, p. 47-61, 1988.
- PEARCE, R.B.; BROWN, R. H.; BLASER, R.E. Relationships between leaf area index, light interception and net photosynthesis in orchardgrass. **Crop Science**, v. 5, p. 553-556. 1965.
- 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. **Japanese Society of Grassland Science, Grassland Science**, 61, 45-49, 2015.
- PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G. .; Da SILVA, S. .; Estrutura do dossel e acúmulo de forragem de *Brachiaria brizantha* cultivar Xaraés em resposta a estratégia de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 42, n. 2, p. 281-287, Fev. 2007.
- PEDREIRA, B.C. e; PEDREIRA, C.G.S. Fotossíntese foliar do capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] e modelagem da assimilação potencial de dosséis sob estratégias de pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.773-779, 2007.
- PEDREIRA, C.G.S.; MELLO, A.C.L. de; OTANI, L. O processo de produção de forragem em pastagens. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001, p. 772-807.
- PEREIRA, L.E.T.; PAIVA, A.J.; GEREMIA, E.V.; DA SILVA S.C. Components of herbage accumulation in elephant grass cv Napier subjected to strategies of intermittent stocking management. **Journal of Agricultural Science** p. 954-966, 2013.

- PERI, P.L.; MOOT, D.J.; McNEIL, D.L. et al. Modelling net photosynthetic rate of field-grown cocksfoot leaves to account for regrowth duration. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.46, p.105-115, 2003.
- RHODES, I. Relationship between canopy structure and productivity in herbage grasses and its implication for plant breeding. **Herbage Abstracts**, v.43, p.129-133, 1973.
- RODRIGUES, L.R.A.; RODRIGUES, J.D. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: CASTRO, P. C. R.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. **Ecofisiologia da Produção Agrícola**. Piracicaba, Patafós, 1987. p. 203-230.
- SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Ecofisiologia de plantas forrageiras e o manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 24., 2007, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2007. p.153-176.
- SHEEHY, J.E.; COOPER, J.P. Light interception, photosynthetic activity, and crop growth rate in canopies of six temperate forage grasses. **Journal of Applied Ecology**, v.10, p.239-250, 1973.
- SILVA, S.C. da. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, DZO, 2004. p.347-386.
- SILVA, S.C.; PEDREIRA, C.G.S. Princípios de ecologia aplicados ao manejo da pastagem. In: 3ª SIMPOSIO SOBRE ECOSISTEMA DE PASTAGENS, 1997 Jaboticabal, **Anais...** Jaboticabal, FCAVJ/UNESP, 1997 p.1-62
- SILVEIRA, M.C.T.; Da SILVA, S.C.; SOUZA Jr, S.J. et al. Herbage accumulation and grazing losses on mulato grass subjected to strategies of rotational stocking management. **Scientia Agricola**. v. 70, n. 4, p. 242-249, 2013.
- STOKING, C.R. e ONGUN, A. The intracellular distribution of some metallic elements in leaves. **American Journal of Botany**, 49:284-289, 1962.
- TEIXEIRA, J.C.; HESPANHOL, A.N. A trajetória da pecuária Bovina Brasileira. **Caderno Prudentino de Geografia**. Presidente Prudente, n. 36, v. 1, p. 26-38, 2014.
- TONATO, F.; PEDREIRA, B.C.; PEDREIRA, C.G.S.; PEQUENO, D.N.L.; Aveia preta e azevém anual colhidos por interceptação de luz ou intervalo fixo de tempo em sistemas integrados de agricultura e pecuária no Estado de São Paulo. **Ciência Rural**. v. 44, n. 1, 2014.
- VERHAGEN, A. M. W.; WILSON, J. H., BRITTEN, E. J. Plant production in relation to foliage illumination. **Annal of Botany**, v. 27, n. 108, p. 626- 640, 1963.
- VOLENEC, J.J., OURRY, A., JOERN, B.C. A role for nitrogen reserves in forage regrowth and stress tolerance. **Physiologia Plantarum** v. 87, p.185-193, 1996.
- WATSON, D.J. Comparative physiological studies on the growth of field crops. I. Variation in net assimilation rate and leaf area between species and varieties, and within and between years. **Annals of Botany**, v.11, p. 41-76, 1947.
- ZANINI G.D.; SANTOS G.T.; SBRISSIA A.F. Frequencies and intensities of defoliation in Aruana Guineagrass swards: accumulation and morphological composition of forage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 41, p. 905-913, 2012.
- ZELITCH, I. The close relationship between net photosynthesis and crop yield. **BioScience**, v.32, p.796-802, 1982.

## CAPÍTULO 1:

### Respostas fisiológicas de *Panicum maximum* cvs. Quênia e Tamani sob estratégias de manejo do pastejo

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar características fisiológicas dos capins Quênia e Tamani e modelar a assimilação do potencial fotossintético de dosséis sob estratégias de manejo do pastejo sob lotação intermitente. O experimento seguiu um delineamento em blocos completos casualizados, em arranjo fatorial (2x2), com dois cultivares: capim-tamani e capim-quênia, (*Panicum maximum* cvs. BRS Tamani e Quênia) e duas intensidades de pastejo: alta e baixa, as quais definiam uma altura pós-pastejo de 15 e 25 cm para capim-tamani; e 20 cm e 35 cm para capim-quênia. Com três repetições, totalizando 12 unidades experimentais (120m<sup>2</sup> cada). A técnica de “mob-grazing” foi usada para a realização dos pastejos, empregando-se grupos de animais para desfolhações por períodos curtos, mimetizando um cenário de pastejo intermitente. As taxas de fotossíntese líquida, condutância estomática e taxa de transpiração de folha individual, foram mensuradas nos mesmos ciclos em que IAF e IL foram caracterizados. As avaliações foram feitas em quatro estações (outono/primavera/verão/15, outono/16). A taxa fotossintética de folha individual apresentou interação cultivar x intensidade de pastejo x estações do ano. O capim-tamani, no outono/15, quando manejado sob baixa intensidade de pastejo apresentou a menor taxa de fotossíntese foliar. Os demais tratamentos nesta estação mostraram-se semelhantes. Os maiores valores de fotossíntese foliar aconteceram na primavera/15 e os menores em outono/16. A taxa de fotossíntese de dossel mostrou-se superior na estação da primavera/15 e semelhantes entre as demais estações. A condutância estomática foi menor em outono/16, e maior na primavera/15. A eficiência intrínseca do uso da água e a razão de transpiração mostraram-se semelhantes para os capins Quênia e Tamani. No entanto, ambas apresentaram diferenças entre as estações do ano. A eficiência intrínseca do uso da água foi superior no outono/16 e mostrou-se semelhante nas demais estações. A razão de transpiração foi semelhante nas estações do verão/15 e outono/16, em que, foram obtidos os maiores valores. A taxa de transpiração da folha não apresentou diferença entre os cultivares. O acúmulo de forragem mostrou-se diferente somente entre as intensidades de pastejo, em que sob alta intensidade de pastejo, houve maior acúmulo de forragem. No bioma amazônico, capim-quênia e capim-tamani apresentam respostas fisiológicas marcadamente afetadas pelas variações climáticas, o que evidencia alterações

fisiológicas na planta forrageira, em condições de fatores abióticos adversos. A intensidade de manejo do pastejo para os capins Quênia e Tamani deve ser quando a altura do dossel tiver entre 25 e 30 ou 20 e 25 cm de altura, respectivamente. Essa recomendação garante adequada produção de forragem e possibilita bom valores de fotossíntese de dossel ao longo do ciclo de rebrotação, assim como, boa persistência dos cultivares sob manejo intensivo.

**Palavras-chave:** coeficiente de extinção luminosa; fotossíntese de dossel; interceptação luminosa; intensidade de pastejo

### **Physiological responses of *Panicum maximum* cvs. Quênia and Tamani under grazing management strategies**

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the physiological characteristics of the Quênia and Tamani grasses and to model the assimilation of the photosynthetic potential of canopies under grazing management strategies under intermittent stocking. The experiment was carried out in a randomized complete block design in a factorial arrangement (2x2), with two cultivars: Tamani and Quênia grass (*Panicum maximum* cvs BRS Tamani and Quênia) and two grazing intensities: high and low, which defined a post-grazing height of 15 and 25 cm for Tamani; and 20 cm and 35 cm for Quênia. With three replications, totaling 12 experimental units (120 m<sup>2</sup> each). The "mob-grazing" technique was used for grazing purposes, using groups of animals for defoliation for short periods, mimicking an intermittent grazing scenario. The rates of liquid photosynthesis, stomatal conductance and individual leaf transpiration rate were measured in the same cycles in which LAI and LI were characterized. The evaluations were done in four seasons (autumn/spring/summer/15, fall/16). The individual leaf photosynthetic rate showed cultivar interaction x grazing intensity x seasons of the year. In the autumn/15, when under low grazing intensity, weeds showed the lowest foliar photosynthesis rate. The other treatments at this station were similar. The highest values of leaf photosynthesis occurred in spring/15 and the lowest in autumn/16. The canopy photosynthesis rate was higher in the spring/15 season and similar among the other seasons. Stomatal conductance was lower in autumn/16, and higher in spring/15. The intrinsic efficiency of water use and the transpiration rate were similar for Quênia and Tamani weeds. However, both presented differences between the seasons. The intrinsic efficiency of water

use was higher in autumn/16 and was similar in other seasons. The perspiration ratio was similar in the seasons of summer/15 and autumn/16, where the highest values were obtained. Leaf transpiration rate did not differ between cultivars. The forage accumulation was only different among the grazing intensities, in which, under high grazing intensity, there was more forage accumulation. In the Amazonian biome, Quênia and Tamani present physiological responses markedly affected by climatic variations, which shows physiological changes in the forage plant under conditions of adverse abiotic factors. The grazing management intensity for Quênia and Tamani grasses should be when the canopy height is between 25 and 30 or 20 and 25 cm high, respectively. This recommendation guarantees adequate forage production and allows good values of canopy photosynthesis throughout the regrowth cycle, as well as good persistence of the cultivars under intensive management.

**Key Words:** coefficient of light extinction; canopy photosynthesis; light interception; grazing intensity

## INTRODUÇÃO

A produção de carne bovina e leite no Brasil são basicamente feita em áreas de pastagens, o que é uma das grandes vantagens competitivas dos sistemas de produção. Por isso, é indiscutível a importância da diversificação de cultivares de forrageiras que possam ser cada vez mais produtivas e adaptadas às diferentes condições climáticas e regiões do país. Esta diversificação serve como alternativa no sistema de produção, com isso reduz impactos como o caso da “síndrome da morte do braquiário” que atingi um número considerável de propriedades por falta de diversificação de espécies forrageiras, causando impacto na economia, em decorrência da degradação das pastagens.

Sabe-se que a baixa produtividade das pastagens, se deve, em parte, à falta de conhecimento dos limites de utilização das plantas forrageiras (Da Silva, 2004) e da falta de reposição de nutrientes. Desta forma, é necessário conhecer as características fisiológicas de cada planta forrageira em relação a amplitude de manejo e, então, determinar frequência e

intensidade de pastejo a serem utilizadas como critério de entrada e saída de animais sob lotação intermitente.

Grande parte das restrições à produção animal em pastagens de clima tropical pode ser resolvida com práticas de manejo que aumentem a eficiência de utilização ou colheita da forragem produzida. O emprego inadequado da frequência e da intensidade de desfolhação pode resultar em menor produtividade da planta forrageira, bem como na formação de uma estrutura do dossel inadequada (Barbosa et al., 2007).

A capacidade de geração de maior ou menor produtividade pelas plantas forrageiras está diretamente dependente da radiação solar incidente, a qual é a fonte de energia necessária para o processo de fotossíntese (Taiz e Zeiger, 2006) e, posteriormente, em biomassa. A eficiência do dossel na conversão da energia luminosa em biomassa depende das taxas de fotossíntese de folhas individuais e dos padrões de interceptação luminosa do dossel (Pedreira e Pedreira, 2007).

Há décadas existem estudos que buscam explicar a eficiência de utilização da radiação pelas plantas. Esta utilização é variável entre as espécies, pois apresentam características fisiológicas e morfológicas distintas, que vão desde mecanismos de fixação do carbono atmosférico até a morfologia/anatomia foliar (Petter et al., 2016).

Quando se trata de novos cultivares, especialmente os de *Panicum maximum*, encontrar a melhor estratégia de manejo do pastejo significa otimizar a utilização destas forrageiras. Assim, o adequado manejo do pastejo proporciona benefícios para a pecuária como, por exemplo, a redução de áreas degradadas e a intensificação do sistema de produção.

Assim, para cada cultivar, deve-se conhecer as respostas fisiológicas e o potencial de conversão de energia luminosa em biomassa quando submetido a diferentes estratégias de desfolhação. Faz-se necessário, ainda, entender como a energia luminosa é distribuída no

dossel forrageiro e como a intensidade de desfolhação ou pastejo pode interferir nas relações luminosas e na produção.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar as respostas fisiológicas dos capins Quênia e Tamani e modelar a assimilação do potencial fotossintético de dosséis sob estratégias de manejo do pastejo sob lotação intermitente.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O trabalho foi conduzido de acordo com padrões éticos e aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição e Biossegurança (006/2015 – CEUA da Embrapa Agrossilvipastoril).

O experimento foi realizado na Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop – MT, Brasil, bioma Amazônia, com as coordenadas 11°51' Sul e 55°37' Oeste, e 370 m de altitude. O solo é classificado como Rhodic Hapludox pelo sistema de taxonomia de solos norte americano (Soil Survey Staff, 2014) com relevo suavemente inclinado e textura argilosa (42,2%). A área experimental foi implantada em dezembro de 2014 e o período experimental foi de 23/02/2015 à 16/05/2016. A análise química do solo foi realizada em outubro de 2014 e junho de 2015 (Tabela 1).

Para a correção da acidez do solo foram aplicadas 2 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário em dezembro de 2014 (incorporada) e 2 Mg ha<sup>-1</sup> em setembro de 2015 (superfície). Ao longo do experimento foram feitas aplicações de nitrogênio, fósforo e potássio, nas formas de sulfato de amônia, superfosfato simples e cloreto de potássio. A adubação fosfatada foi feita no plantio e cobertura em setembro de 2015 e fevereiro de 2016, com as doses de: 80, 100 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Nitrogênio e potássio foram aplicados: 40, 50 e 50; e 40, 100 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de KCl e K<sub>2</sub>O, respectivamente em fevereiro e setembro de 2015 e fevereiro de 2016. Em outubro de 2015 foi aplicado, também, 60 kg ha<sup>-1</sup> de micronutrientes (FTE – BR 12).

O clima da região é classificado, segundo os critérios de Köppen, como Am - clima de monções, ou seja, alternância entre a estação das chuvas e a estação seca (Alvares et al. 2014) com temperatura média anual de 26 °C e precipitação de 2.200 mm (Embrapa Agrossilvipastoril, 2016). Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos no Posto Meteorológico da Embrapa Agrossilvipastoril, localizado a 1000 metros do local do experimento (Figura 1).

O experimento seguiu um delineamento em blocos completos casualizados, em arranjo fatorial (2x2), com dois capins: capim-tamani e capim-quênia, (*Panicum maximum* cvs. BRS Tamani e Quênia) e duas intensidades de pastejo: alta e baixa, as quais definiam uma altura pós-pastejo de 15 e 25 cm para capim-tamani; e 20 cm e 35 cm para capim-quênia. Com três repetições, totalizando 12 unidades experimentais (parcelas), cada uma medindo 120 m<sup>2</sup> (12 x 10 m). Cada piquete foi cercado com cerca elétrica para a contenção dos animais durante o pastejo. O pastejo foi realizado novilhos Nelore (*Bos taurus indicus* L.) com peso médio de 350 kg. A técnica de “mob-grazing” foi usada para a realização dos pastejos, empregando-se grupos de animais para desfolhações por períodos curtos (duração de 4 a 20 horas), mimetizando um cenário de pastejo intermitente. À medida que os animais pastejavam, medições de altura eram feitas até que o dossel atingisse, em média, as alturas de resíduo pré-determinadas.

Para determinação do acúmulo de forragem, quando as parcelas atingiam 95% de interceptação luminosa, três retângulos de 1,0 m<sup>2</sup> (0,5 x 2,0 m) foram coletados 5 cm abaixo da altura do resíduo por parcela, em cada ciclo. As amostras foram pesadas, sub-amostradas com aproximadamente 500g, e levadas à estufa de circulação forçada de ar a 55 °C até atingir peso constante, para secagem e posterior determinação de peso seco. O acúmulo de forragem foi calculado pela diferença entre a coleta de pré-pastejo atual e pós-pastejo anterior para cada ciclo de pastejo.

Para descrever o acúmulo de forragem durante a rebrotação foram acompanhados quatro ciclos de pastejo representativos de outono/15, primavera/15, verão/15 e outono/16. Em cada um desses ciclos foram feitas amostragens para caracterização morfológica e quantificação de produção de forragem no pós e no pré-pastejo. No pós-pastejo, a forragem contida em três quadrados (0,5 x 2,0 m) foi cortada ao nível do solo, colhendo a forragem representante do resíduo. A amostra colhida em cada quadrado foi levada ao laboratório para separação manual nos componentes morfológicos folha (lamina foliar), colmo (colmo e bainha) e material morto. A determinação do índice de área foliar destrutivo (IAFd) foi realizado com auxílio de um integrador de área foliar (LI-3100 modelo LI-COR, Lincoln, Ne, USA) e, posteriormente, as folhas foram levadas à estufa de circulação forçada de ar a 55 °C até atingir peso constante.

A medição de interceptação luminosa (IL) foi feita em todo ciclo, iniciando imediatamente após o pastejo, semanalmente e, no pré-pastejo, objetivando caracterizar as variações estruturais da comunidade vegetal. Para esta avaliação foi utilizado o analisador de radiação fotossinteticamente ativa (AccuPAR modelo LP-80, Decagon Devices Pullman, WA, EUA), que permite amostragens rápidas e não destrutivas. A técnica combina medidas tomadas com o sensor acima do dossel e ao nível do solo. Foram tomados 20 pontos representativos da condição média do dossel em cada piquete.

As taxas de fotossíntese líquida, condutância estomática e taxa de transpiração de folhas individuais foram medidas nos mesmos ciclos em que IAF e IL foram caracterizados. As medidas foram feitas em três folhas (mais jovem completamente expandida, de um dado perfilho) por parcela, no pré-pastejo utilizando um equipamento portátil de análise de trocas gasosas por infravermelho (IRGA modelo LCI-SD, ADC BioScientific Ltd., Hoddesdon, Inglaterra). A intensidade luminosa na câmara foi de 2000  $\mu\text{mol}$  de fótons  $\text{m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ , e as leituras foram realizadas entre 08:30 e 11:00 horas da manhã.

Com o medidor eletrônico (ClorofiLOG, FALKER, Porto Alegre, RS) em 3 faixas de frequência de luz, a mesma folha que foi utilizada para avaliação das trocas gasosas, foi mensurado teor de clorofilas.

As variáveis obtidas com o equipamento IRGA foram utilizadas para calcular: eficiência no uso da água (taxa fotossintética/taxa de transpiração); eficiência intrínseca do uso da água (taxa fotossintética/condutância estomática); razão de transpiração (taxa de transpiração/taxa fotossintética).

Para estimativa da taxa de fotossíntese do dossel, utilizou-se o modelo de assimilação de CO<sub>2</sub> em folhas “de sol” e folhas “de sombra”, desenvolvido por Boote e Jones (1987), que considera o coeficiente de extinção luminosa (k), a reflexão e a transmissão de luz pelo dossel. Assim, um IAF de sol é calculado analiticamente a partir do IAF total e do k (equação 1), enquanto um IAF de sombra é obtido subtraindo-se o IAF de sol do IAF total (equação 2).

$$IAF_{sol} = (1/k)[1 - \exp(-k \cdot IAF_{total})] \quad (1)$$

$$IAF_{somb} = IAF_{total} - IAF_{sol} \quad (2)$$

A assimilação de CO<sub>2</sub> pelas folhas de sol foi calculada por uma curva de resposta exponencial negativa, na qual a assíntota corresponde à fotossíntese máxima de folhas, a inclinação inicial representa a eficiência de utilização de luz e a variável de entrada é o valor da irradiância fotossinteticamente ativa absorvida ( $k(1 - \sigma)RFA$ ), de acordo com a equação 3:

$$F_{sol} = F_{max} \{ 1 - \exp[-Q_e \cdot k(1 - \sigma)RFA / F_{max}] \} \quad (3)$$

em que  $F_{max}$  = fotossíntese máxima de folhas individuais ( $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ );  $Q_e$  = eficiência de utilização de luz ( $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} / \mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ); RFA = radiação fotossinteticamente ativa ( $\mu\text{mol fótons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ );  $\sigma$  = coeficiente de reflexão e transmissão. A RFA 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, foi determinada pela equação 4:

$$RFA_{somb} = \sigma * RFA [1 - \exp(-k * IAF_{somb})] / IAF_{somb} \quad (4)$$

em que:  $RFA_{somb}$  = radiação fotossinteticamente ativa para folhas de sombra. Desse modo, a assimilação por folhas de sombra é calculada de modo análogo à de folhas de sol:

$$F_{somb} = F_{max} [1 - \exp(-Q_e * RFA_{somb} / F_{max})] \quad (5)$$

em que:  $F_{somb}$  = assimilação de  $CO_2$  por folhas de sombra. Por fim, a assimilação total do dossel é a soma de ambas as categorias de folhas (equação 6):

$$F_{dos} = F_{sol} * IAF_{sol} + F_{somb} * IAF_{somb} \quad (6)$$

em que:  $F_{dos}$  = assimilação total  $CO_2$  pelo dossel. Utilizando os resultados dessas simulações, foram estimadas as eficiências fotossintéticas dos dosséis. Assumiu-se que  $Q_e$  para espécies de metabolismo  $C_4$  é de aproximadamente 0,04976 (Pedreira et al., 2015). Também foi assumido o valor de 0,2 para o coeficiente de reflexão e transmissão de luz no interior do dossel (Pedreira e Pedreira, 2007). O coeficiente de extinção de luz ( $k$ ) foi calculado nas diferentes estações ( $k = - [ \log_e (I/I_0) ] / IAF$ , de modo que  $I$  e  $I_0$  corresponderam a valores de irradiância abaixo e acima da folhagem, respectivamente).

O experimento segue o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + C_j + A_k + E_l + (CA)_{jk} + (CE)_{jl} + (AE)_{kl} + (CAE)_{jkl} + \varepsilon_{ijkl}$$

Em que:

$Y_{ijkl}$  = valor observado no  $i$ -ésimo bloco do  $j$ -ésimo cultivar da  $k$ -ésimo intensidade do  $l$ -ésimo estação do ano;

$\mu$  = constante geral associada ao experimento;

$B_i$  = efeito aleatório associado ao  $i$ -ésimo bloco;

$C_j$  = efeito fixo associado ao  $j$ -ésimo cultivar;

$A_k$  = efeito fixo associado ao  $k$ -ésimo intensidade de pastejo;

$E_l$  = efeito fixo associado ao  $l$ -ésimo estações do ano (medias repetidas no tempo);

$(CA)_{jk}$  = efeito da interação do  $j$ -ésimo cultivar com  $k$ -ésimo intensidade de pastejo;

$(CE)_{jl}$  = efeito da interação do  $j$ -ésimo cultivar com  $l$ -ésimo estações do ano;

$(AE)_{kl}$  = efeito da interação do  $k$ -ésimo intensidade de pastejo e  $l$ -ésimo estações do ano;

$(CAE)_{jkl}$  = efeito da interação do  $j$ -ésimo cultivar e  $k$ -ésimo intensidade de pastejo e do  $l$ -ésimo estações do ano ;

$\epsilon_{ijkl}$  = erro aleatório associado ao  $i$ -ésimo bloco no  $j$ -ésimo cultivar na  $k$ -ésimo intensidade de pastejo na  $l$ -ésimo estação do ano.

Os dados foram analisados utilizando o método de modelos mistos com estrutura paramétrica especial na matriz de covariância, com medidas repetidas no tempo, por meio do procedimento MIXED do software estatístico SAS (Littell et al., 2006). Para escolher a matriz de covariância foi usado o critério de informação de Akaike (Wolfinger e Oconnell, 1993). As médias dos tratamentos foram estimadas por meio do “LSMEANS” e a comparação foi realizada por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”) ao nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

A taxa de fotossíntese foliar apresentou interação cultivar x intensidade de pastejo x estações do ano ( $P=0,0317$ ; Tabela 3). O capim-tamani, no outono/15, quando manejado sob baixa intensidade de pastejo apresentou a menor taxa de fotossíntese foliar ( $23,13 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) que os demais tratamentos ( $29,08 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ). Para as demais estações do ano, os cultivares apresentaram respostas semelhantes. Na primavera/15 registrou-se os maiores valores de fotossíntese foliar ( $33,13 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) e no outono/16 os menores valores ( $25,49 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ), para os dois cultivares.

A taxa fotossintética de dossel, calculada a partir de variáveis estruturais e fisiológicas (Tabela 2), mostrou-se diferente entre as estações do ano ( $P=0,0277$ ; Tabela 3), com taxa de fotossíntese de dossel superior na estação da primavera/15 ( $58,21 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ). Enquanto que para as demais estações foi semelhante, com média de  $46,92 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ .

A área foliar específica diferiu em função das estações do ano ( $P=0.0089$ ; Tabela 4). A área foliar específica foi maior na estação da primavera/15 ( $205,94 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ), intermediária no verão/15 ( $170,02 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ) e o menor valor foi encontrado no outono/16 ( $142,50 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ). O outono/15 foi semelhante as demais estações ( $180,74 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ).

A condutância estomática foi influenciada pelas estações do ano ( $P=0,0001$ ; Tabela 4). O menor valor para foi registrado em outono/16 ( $183,1 \text{ mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) e o maior na primavera/15 ( $488,3 \text{ mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ).

A taxa de transpiração da folha não diferiu para cultivar, intensidade de pastejo ou estação do ano ( $P>0,05$ ). Em média, a taxa de transpiração foi de  $5,15 \text{ mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ .

As variáveis, eficiência intrínseca do uso da água e razão de transpiração apresentaram diferença em função das estações do ano ( $P=0,0128$  e  $P=0,0011$ , respectivamente; Tabela 4). A eficiência intrínseca do uso da água foi superior no outono/16 ( $113,12 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ ), nas demais estações apresentou valores semelhantes, com média de  $70,70 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ . A razão de transpiração foi menor no outono/15 e primavera/15 com média de  $0,17 \text{ mol H}_2\text{O} \cdot \mu\text{mol}^{-1} \cdot \text{CO}_2$  e maior no verão/15 e outono/16 quando se registrou valores médios de  $0,23 \text{ mol H}_2\text{O} \cdot \mu\text{mol}^{-1} \cdot \text{CO}_2$ .

As mensurações de eficiência no uso da água apresentou interação cultivar x intensidade de manejo x estações do ano ( $P=0,0215$ ; Tabela 5) para eficiência no uso da água. Na primavera/15, os cultivares apresentaram respostas distintas, em que o capim-tamani, quando manejado sob alta intensidade de pastejo, apresentou a menor eficiência no uso da água ( $4,86 \text{ } \mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mmol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ). Nas demais estações do ano, os tratamentos tiveram eficiência no uso da água semelhante.

Para o teor de clorofila total, houve efeito de cultivar ( $P=0,0207$ ) e estação do ano ( $P=0,0001$ ). Entre os dois cultivares avaliados capim-quênia apresentou 15,47% a mais de clorofila total que capim-tamani. Para as estações do ano, na primavera/15 e no outono/15

foram mensurados os teores de clorofila superiores (média=38,76) aos do verão/15 e outono/16 (média=31,49).

Quando fracionado em clorofila (a) e (b), observou-se que o teor de clorofila (a) foi influenciado pela estação do ano ( $P=0,0002$ ), com padrão semelhante ao da clorofila total. Todavia, também observou-se interação entre cultivar x intensidade de pastejo ( $P=0,0538$ ; Tabela 6). Assim, sob alta intensidade de pastejo, capim-tamani tem menor teor de clorofila (a) (26,19) quando comparado ao capim-quênia (31,65). Capim-tamani apresentou resposta semelhante independentemente da intensidade de pastejo (média=26,47,) enquanto capim-quênia diferiu, mostrando-se superior sob alta (31,65) em relação a baixa (28,91) intensidade de pastejo.

O teor de clorofila (b) foi influenciado pela intensidade de pastejo ( $P=0,0228$ ) assim, quando manejado com baixa intensidade os cultivares apresentaram menor teor de clorofila (b) (6,19). Registrou-se interação entre cultivar x estação do ano ( $P=0,0468$ ; Tabela 6), em que apenas no verão/15, os cultivares apresentaram respostas semelhantes (6,02), para as demais estações, capim-quênia foi superior ao capim-tamani. Capim-quênia obteve maior teor na primavera/15 e outono/15 (9,30), e menor durante verão/15 e outono/16 (6,50). E capim-tamani apresentou maiores valores de clorofila (b) no outono/15 e verão/15 (6,71).

O período de rebrotação, tempo de retorno ao pastejo, apresentou efeito apenas em relação às estações do ano ( $P=0,0001$ ). No outono/16 foi observado o maior intervalo de pastejo (30 dias), enquanto que no outono/15 foi observado o menor intervalo de pastejo, que foi 17 dias. Na primavera/15 e verão/15, o intervalo foi intermediário, e em média foi de 24 dias. Durante a estação do inverno não ocorreram pastejos, os cultivares apresentaram longos intervalos, capim-tamani sob alta e baixa intensidade, apresentou intervalo de 280 e 171 dias, respectivamente. Os intervalos para capim-quênia sob alta e baixa intensidade foram, 182 e 168 dias, respectivamente.

Para taxa de acúmulo de forragem, houve efeito de intensidade de pastejo ( $P=0,0364$ ) em que, sob alta intensidade de pastejo, a taxa de acúmulo de forragem foi maior ( $92,4 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ) do que quando manejado com baixa intensidade de pastejo ( $71,3 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ ). Independentemente do cultivar ou estação, a taxa de acúmulo de forragem no ciclo representativo foi em média  $81,8 \text{ kg.ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ .

## DISCUSSÃO

Os cultivares quando manejados sob alta ou baixa intensidade de pastejo foram fortemente influenciados pelas condições climáticas que implicaram em diferentes respostas fisiológicas, devido principalmente às variações nas condições hídricas que ocorreram no período experimental. Em geral, os maiores valores de fotossíntese foliar na primavera/15 estão associados a melhores condições de luz associado a precipitações, visto que as avaliações ocorreram em meados de dezembro, momento em que a precipitação era suficiente para gerar excedente de água no solo (Figura 1).

Os menores valores de fotossíntese foliar no outono/16 são resultantes do déficit hídrico associado à avaliação no final de abril e início de maio, período em que a evapotranspiração é aumentada e a precipitação começa a diminuir, gerando déficit hídrico (Figura 1). Embora a radiação fotossinteticamente ativa não tenha sido limitante, as condições hídricas foram.

Segundo Marengo e Lopes (2005), vários são os fatores que contribuem para reduzir a taxa fotossintética, dentre eles, as trocas gasosas e a umidade do solo são um dos fatores que afetam a atividade fotossintética dos vegetais. O processo de abertura e fechamento dos estômatos está relacionado principalmente com a intensidade de luz e o estado de hidratação da folha. Dessa forma, o funcionamento dos estômatos e a área foliar influenciam a

produtividade de forragem. O funcionamento dos estômatos controla a absorção de CO<sub>2</sub> e área foliar determina a interceptação da luminosidade.

A semelhança entre os valores de fotossíntese foliar mensurada para as estratégias de manejo é devido a definição adequada do momento de colheita (95% de IL), o que corrobora com Parson et al. (1991), pois trata-se de tecidos com bom potencial fotossintético, de plantas que são colhidas sempre em estágio vegetativo. Embora tem-se diferentes intensidades de pastejo, somente durante o outono/15 ocorreu uma diferença para capim-tamani. Isso indica que o manejo empregado não causou grandes variações em assimilação de carbono, ou seja, a planta possui potencial de rebrotação nas intensidades impostas.

Pedreira et al. (2015) buscando compreender os processos fisiológicos de forragem, tais como o potencial de absorção de carbono e as respostas à intensidade da radiação, descreveram e discutiram os padrões de absorção de carbono. Em primeiro lugar, apontaram que, ao longo do perfil vertical de um dossel, ocorrem variações em função da idade fisiológica das folhas, o que lhes conferem diferentes potenciais fotossintéticos e concluíram que a folha mais jovem completamente expandida é a que apresenta a maior taxa fotossintética.

Desta forma, é possível concluir que capim-quênia e capim-tamani possuem potencial fotossintético semelhante. Ainda, o efeito mais evidente ocorrido foi o climático, em que, fatores abióticos como as condições hídricas interferiram acentuadamente nos processos fisiológicos das forrageiras, mesmo no bioma amazônico (Figura 1).

Foi possível observar que, mesmo avaliando sob diferentes intensidades de pastejo, como a frequência de colheita era determinada pela IL (95%) a fotossíntese foliar e de dossel foram semelhantes. Resultado que é apontado por diversos autores para gramíneas de clima tropical (Gomides et al., 2002; Braga et al., 2009; Pedreira et al., 2015). Isso fortalece a recomendação de manejo do pastejo com a utilização desta estratégia (95% IL).

Pedreira e Pedreira (2007) quantificaram a fotossíntese foliar ao longo do período de rebrotação e modelaram a fotossíntese de dosséis vegetativos em relação à arquitetura foliar e ao ambiente luminoso em pastagens de capim-xaraés submetidas a estratégias contrastantes de pastejo sob lotação intermitente com frequências de desfolhação determinadas pela interceptação luminosa ou pelo calendário. Segundo estes autores, dentre todas as estratégias de pastejo, a fotossíntese máxima foi atingida no dia médio do ciclo, quando o crescimento do dossel ainda não influenciava os padrões de interceptação de luz a ponto de gerar auto-sombreamento significativo, e que quando manejado com 95% IL apresentavam o maior valor de fotossíntese no pré-pastejo.

Segundo Brougham (1957), com frequência de pastejo muito longa, gera-se competição por luz no dossel e reduz os valores de fotossíntese foliar e de dossel. Esse autor descreveu com uma trajetória sigmóide a rebrotação de forrageiras de clima temperado. E verificou que as taxas de acúmulo estavam relacionadas à área foliar e proporção de luz incidente que era interceptada pelo dossel. Desta forma, o acúmulo atingia uma taxa máxima constante que era mantida enquanto área foliar fosse suficiente para interceptar quase toda a luz incidente (95% de IL), que a partir de então, atingiriam um platô. Isso deve-se pela forte correlação que existe entre o IAF e o coeficiente de extinção luminosa ( $k$ ), em que a quantidade de luz em um determinado nível reduz exponencialmente com o aumento do IAF em função do  $k$  (Petter et al., 2016).

A área foliar específica é considerada um importante fator do ponto de vista fisiológico por descrever a alocação da biomassa da folha por unidade de área, refletindo na rápida produção de biomassa e eficiente conservação de nutrientes (Poorter e Garnier, 1999). Está fortemente correlacionada com a capacidade de fixação de carbono (Franco et al. 2005), ao ponto de perda de turgor das folhas, um importante parâmetro de relações hídricas (Bucci et al., 2004) e a concentração foliar de N, P e K (Hoffmann et al., 2005).

Por conseguinte, se considerarmos que a área foliar específica foi diferente apenas entre as estações do ano, isso indica que capim-quênia e capim-tamani manejado sob diferentes intensidades de pastejo são semelhantes na capacidade de fixação de carbono. No entanto, dentre as estações ocorreram diferentes disponibilidades hídricas (Figura 1), o que interfere na perda de turgor e, conseqüentemente, diminuição de área foliar específica. Estes resultados são evidenciados quando se correlaciona a taxa de fotossíntese foliar e de dossel com área foliar específica. Durante a primavera/15, a qual apresentou maior precipitação e radiação fotossinteticamente ativa, registrou-se a maior área foliar específica e, conseqüentemente, maior fotossíntese foliar e de dossel. O que vale também para o outono/16 que foi a estação com menor precipitação, menor área foliar específica o que explica a menor fotossíntese foliar.

Outra variável relacionada com a fotossíntese foliar é a condutância estomática, que indica troca gasosa, pois quanto maior a condutância estomática, maior será estas trocas. O menor valor fotossíntese foliar e de dossel registrado em outono/16 é devido a menor condutância estomática durante este período.

Sob lotação intermitente, Braga et al. (2009) avaliaram o efeito da intensidade de pastejo na fotossíntese foliar de capim-tanzânia e verificaram que a taxa de acúmulo de forragem e a fotossíntese foliar não foram influenciadas pelos tratamentos. Entretanto, nesse estudo, a capacidade fotossintética do dossel foi prejudicada sob baixa intensidade de pastejo, pela presença de maior proporção de colmo e material morto. Esses componentes apresentam baixa ou nenhuma capacidade fotossintética, que elevam a respiração de manutenção, reduzem a assimilação de carbono e podem reduzir a produção primária. Isto sugere então, que as intensidades de manejo aplicadas a capim-quênia e capim-tamani, no presente trabalho, não estão refletindo em proporções desses tecidos a ponto de causar maior ou menor fotossíntese de dossel (Tabela 3).

Indicadores fisiológicos como eficiência no uso da água e eficiência intrínseca no uso da água podem ser apontados como importantes medidas da capacidade de cada cultivar de se estabelecerem sobre ambientes com limitação de recursos hídricos (Cernusak et al., 2007). Eficiência do uso da água (ou coeficiente transpiratório) é a relação entre a água consumida e a biomassa, ao passo que a eficiência intrínseca no uso da água refere-se à relação entre a taxa de fotossíntese e a condutância estomática.

A eficiência do uso da água, que expressa quantitativamente a resposta instantânea às trocas gasosas na folha, apresentou resposta similar entre os cultivares. O manejo empregado com alta e baixa intensidade de pastejo não exerce fortes influências a ponto de aumentar ou diminuir a eficiência. Diferentemente da taxa de fotossíntese foliar que apresentou maiores valores na primavera/15 e menores no outono/16.

A eficiência intrínseca no uso da água, assim como a razão de transpiração apresentaram seus maiores valores na estação de outono/16, mostrando-se oposto a taxa de fotossíntese foliar. O outono/16 foi marcado pela menor precipitação no período de avaliação (Figura 1). Desta forma, Segundo Larcher (2000), a melhor relação entre absorção de  $\text{CO}_2$  e perda de  $\text{H}_2\text{O}$  é alcançada quando os estômatos estão parcialmente fechados. Esta situação pode ser demonstrada no início da deficiência hídrica, quando os dois processos de difusão são prontamente reduzidos e a relação entre fotossíntese, condutância estomática e transpiração atingem os valores mais altos. Isso explica porque os maiores valores foram encontrados no período de menor precipitação (outono/16), porém, ainda em quantidades suficientes para garantir que o metabolismo fisiológico da planta continue funcionando. Quanto maior quantidade de água no solo (períodos com maior precipitação; Figura 1), maior a atividade estomática, porém ocorre maior competição entre a  $\text{H}_2\text{O}$  que está saindo e o  $\text{CO}_2$  que está entrando nos estômatos, isso explica o aumento na eficiência intrínseca no uso da água, assim como maior razão de transpiração.

As clorofilas (a) e (b) são pigmentos chave das reações luminosas. Segundo Larcher, (2004), a pigmentação foliar pode ser diretamente relacionada com o estresse fisiológico, proporcionando diminuição no teor de clorofilas nas situações de estresse e durante a senescência foliar. Isso resultou em menor taxa fotossintética, e corroboram com o presente estudo, uma vez que a estação de outono/16 foi a estação com maior limitação no que diz respeito às respostas fisiológicas em relação às condições hídricas (Figura 1).

Em função dos fatores fisiológicos da planta, o potencial de rebrotação pode ser maior ou menor em um dado período de tempo. Quando se avalia o número de dias para retorno ao pastejo do ciclo, observa-se que estação do outono/16 apresentou o maior intervalo de pastejo. Isso provavelmente ocorreu em resposta as menores trocas gasosas realizadas pela planta nesta estação, decorrente das condições hídricas limitantes para a estação (Figura 1), resultando em maior tempo para atingir os 95% de IL.

Este mesmo período coincidiu com menor fotossíntese foliar e de dossel e é provável que o maior tempo para rebrotação esteja relacionado à senescência das folhas inferiores, por consequência, redução da capacidade fotossintética (Cutrim Junior et al., 2014).

A taxa de acúmulo de forragem foi influenciada pela intensidade de pastejo, o que mostra que, independentemente da estação do ano a coleta ocorreu sempre com 95% de IL. Contudo, mesmo que demore mais ou menos dias para rebrotação, foram colhidas sempre no mesmo estágio. Após desfolhação, uma série de respostas de natureza fisiológica e morfológica são desencadeadas com o objetivo de promover a recuperação da área foliar removida e assegurar crescimento (Fulkerson e Donaghy, 2001).

Segundo Fulkerson e Donaghy (2001), espera-se que quanto maior o índice de área foliar é mantido, em pós-pastejo, ocorre menor gasto de carboidrato de reserva, para rebrotação. Assim como, segundo Pedreira e Pedreira (2007), quando a intensidade de desfolhações é baixa, plantas apresentam maior IAF residual, o que assegura rápida

rebrotção inicial após desfolhação, em decorrência da maior interceptação luminosa, até novamente atingir o ponto de pastejo (95% IL).

No entanto, o que se observa é que, o manejo empregado a capim-quênia e capim-tamani, não está causando extração ao ponto de causar déficit na planta, que causariam danos como, redução do número de perfilhos e maior espaço entre as touceiras, o que desencadearia menor produção quando manejado sob alta intensidade. Todavia isso não ocorreu, de forma que a resposta destes capins ao manejo foi positiva. A diferença encontrada é oriunda apenas de maior ou menor resíduo de pós-pastejo, conforme Carnevalli et. al. (2006).

Embora as intensidades de manejo empregadas não tenham causado danos aos capins, pois apresentaram respostas satisfatórias para as variáveis avaliadas, é possível que o manejo em uma propriedade (fazenda) não possua tanta cautela, e observação. Contudo é preciso preservar os cultivares, que são perenes, para que ao longo dos anos possam manter a persistência. Assim, é recomendado que seja manejado capim-tamani com intensidade variando de 20 à 25 cm de altura e capim-quênia de 25 à 30 cm de altura.

## **CONCLUSÕES**

No bioma amazônico, capim-quênia e capim-tamani apresentam respostas fisiológicas marcadamente afetadas pelas variações climáticas, o que evidencia alterações fisiológicas na planta forrageira, em condições de fatores abióticos adversos.

A intensidade de manejo do pastejo para capim-quênia e capim-tamani deve ser quando a altura do dossel tiver entre 25 e 30 ou 20 e 25 cm de altura, respectivamente. Essa recomendação garante adequada produção de forragem e possibilita bom valores de fotossíntese de dossel ao longo do ciclo de rebrotção, assim como, boa persistência dos cultivares sob manejo intensivo.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.329-340, 2007.
- 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 Publication, 1987, v.4, p.415-418.
- BRAGA G.J; DE MELLO A.C.L.; PEDREIRA C.G.S. et al. Photosynthesis and daily forage productivity of Tanzania guinea grass pastures under rotational stocking. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v. 44, p.84-91, 2009.
- BROUGHAM, R.W. Pasture growth rate studies in relation to grazing management. **New Zealand Society of Animal Production**, p. 46-55. 1957.
- BUCCI, S. J.; GOLDSTEIN, G.; MEINZER, F. C. et al. Functional convergence in hydraulic architecture and water relations of tropical savanna trees: from leaf to whole plant. **Tree Physiology**. v.24, p. 891-899, 2004.
- CERNUSAK, L.A.; ARANDA, J.; MARSHALL, J.D. et al. Large variation in wholeplant water-use efficiency among tropical tree species. **New Phytologist**, Malden, v. 173, n. 2, p.294-305, 2007.
- CUTRIM JUNIOR, J.A.A.; BEZERRA, A.P.A.; FARIAS, S.F. et al. Morfofisiologia do capim-tifton 85 manejado intensivamente sob corte. **Acta Tecnológica**, v.9, p.62-69, 2014.
- DA SILVA, S.C. Fundamentos para o manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV; DZO, 2004. p.347.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa Agrossilvipastoril. **Estação meteorológica**. Disponível em <<https://www.embrapa.br/agrossilvipastoril/estacao-meteorologica>>. Acessado em 20 set. 2016.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 1999. 412p.
- FRANCO, A.C.; BUSTAMANTE, M.; CALDAS, L.S. et al 2005. Leaf functional traits of Neotropical savanna trees in relation to seasonal water deficit. **Trees**. v.19, p. 326-335, 2005.
- FULKERSON, W.J. e DONAGHY, D.J. Plant-soluble carbohydrate reserves and senescence - key criteria for developing an effective grazing management system for ryegrass-based pastures: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v. 41, p. 261-275, 2001.
- GOMIDE, C.A.M. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* (Jacq.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.2, p.341-348, 2002.
- HOFFMANN, W.A.; FRANCO, A.C.; MOREIRA, M.A. et al. Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees. **Functional Ecology**. v.19, p. 932-940, 2005.
- KRIEDEMANN, P.E.; LOVEYS, B.R.; DOWNTON, J.S. Internal control of stomatal physiology and photosynthesis. II Photosynthetic responses to phaseic acid. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.2, p.553-567, 1975.
- LARCHER, W. 2004. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima. 531 p.

- LARCHER, W. 2000. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima. 531 p.
- LITTELL, R.C.; MILLIKEN, G.A.; STROUP, W.W. et al. **Sas for Mixed Models**. 2. ed. Cary: SAS Institute, 2006.
- MARENCO, R.A. e LOPES, N.F. Fisiologia Vegetal: **Fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral**, Editora UFV. Viçosa, MG. 2005, 451pp.
- PARSONS, A.J.; ANNE HARVEY, A.; WOLEDGE, J. Plant-Animal Interactions in a Continuously Grazed Mixture. I. Differences in the Physiology of Leaf Expansion and the Fate of Leaves of Grass and Clover. **The Journal of Applied Ecology**, v. 28, p. 619-634, 1991.
- PEDREIRA, B.C. e PEDREIRA, C.G.S. Fotossíntese foliar do capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] e modelagem da assimilação potencial de dosséis sob estratégias de pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.773-779, 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. **Japanese Society of Grassland Science, Grassland Science**, 61, 45–49, 2015.
- PETTER, F.A.; DA SILVA, J.A.; ZUFFO, A.M.; ANDRADE, F.R.; PACHECO, L.P.; DE ALMEIDA, F.A. Elevada densidade de semeadura aumenta a produtividade da soja? Respostas da radiação fotossinteticamente ativa. **Bragantia**, Campinas, v. 75, p.173-183, 2016.
- POORTER, H. E.; GARNIER, E. 1999. Ecological significance of inherent variation in relative growth rate and its components. **In: Handbook of functional Plant Ecology**. p. 81-120, Marcel Dekker, Inc., New York.
- SOIL SURVERY STAFF. Keys to soil taxonomy. 12ed. **United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service**, 2014, 372p.
- TAIZ, L. e ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal, 3ed. **Fotossíntese: as reações luminosas**, p. 139-169, 2006.
- TAIZ, L. e ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal, 3ed. **Fotossíntese: considerações fisiológicas e ecológicas**, p. 199-207, 2006.
- ZANINI G.D.; SANTOS G.T.; SBRISSIA A.F. Frequencies and intensities of defoliation in Aruana Guineagrass swards: accumulation and morphological composition of forage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 41, p. 905-913, 2012.
- WOLFINGER, R. e OCONNELL, M. Generalized linear mixed models - a pseudo-likelihood approach. **Journal of Statistical Computation and Simulation**, v. 48, p. 233-243, 1993.

## CAPÍTULO 2:

### **Estratégia de manejo do pastejo para os capins Quênia e Tamani: acúmulo de forragem, composição morfológica e estrutura do dossel**

**RESUMO:** Objetivou-se avaliar estratégias de manejo do pastejo para *Panicum maximum* cvs. Quênia e Tamani sob diferentes intensidades de pastejo e com frequência definida por 95% de interceptação luminosa pelo dossel. O experimento seguiu um delineamento em blocos completos casualizados, em arranjo fatorial (2x2), com dois cultivares: capim-tamani e capim-quênia, (*Panicum maximum* cvs. BRS Quênia e Tamani) e duas intensidades de pastejo: alta e baixa, as quais definiam uma altura pós-pastejo de 15 e 25 cm para capim-tamani; e 20 cm e 35 cm para capim-quênia, com três repetições, totalizando 12 unidades experimentais (120m<sup>2</sup> cada). Em cada ciclo foram feitas amostragens para quantificação do acúmulo de forragem e separação morfológica, pós e pré-pastejo. As medições de IL, IAF e ângulo de folhas foram realizados semanalmente em todos os ciclos de rebrotação. Independente da intensidade de pastejo ou cultivar, o acúmulo anual de forragem foi de 22 Mg MS.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup>. O acúmulo de forragem avaliado por estação do ano apresentou efeitos marcantes, embora não tenha havido efeito de cultivar ou intensidade. No verão/15 ocorreu a maior produção (10,5 Mg MS.ha<sup>-1</sup>), seguido do outono/15 (5.5 Mg MS.ha<sup>-1</sup>), primavera/15 e outono/16 (3,6 Mg MS.ha<sup>-1</sup>; 3,2 Mg MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente). No inverno foi obtido o menor acúmulo de forragem (0,9 Mg MS.ha<sup>-1</sup>). As maiores proporções de folha foram obtidas quando foi realizado manejo sob baixa intensidade de pastejo. Verificaram-se proporções diferentes do componente colmo, dentre as intensidades, somente para Capim-quênia, no qual, foi menor sob baixa intensidade de pastejo. Para capim-tamani não houve diferença entre as intensidades de pastejo no acúmulo de colmo. Quanto ao acúmulo de material morto as maiores proporções foram obtidas quando manejados sob alta intensidade de pastejo. Entre os dois capins, capim-tamani apresentou maior proporção de material morto. Os cultivares apresentaram estas características agronômicas manejados seguindo critério de frequência de 95% IL, para pré-pastejo, momento este em que capim-quênia e capim-tamani possuíam 55 cm e 35 cm de altura, respectivamente. Estas respostas também são em função da intensidade de pastejo, ao qual, deve ser interrompido quando atingir 25-30 e 20-25 cm de altura do dossel para capim-quênia e capim-tamani, respectivamente, esta recomendação garante utilização mais eficiente das mesmas. capim-quênia e capim-tamani são genótipos

promissores de *Panicum maximum* para uso como forrageira em sistemas de pastagem no bioma Amazônia.

**Palavras-chave:** altura de pré-pastejo; componentes morfológicos; estrutura de dossel; IAF; IL

**Grazing management strategy for Quênia grass and Tamani grass: forage accumulation, morphological composition and canopy structure**

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate grazing management strategies for *Panicum maximum* cvs. Quênia and Tamani under different intensities of grazing and often defined by 95% light interception by the canopy. The experiment was carried out in a randomized complete block design in a factorial arrangement (2x2), with two cultivars: Tamani and Quênia (*Panicum maximum* cvs BRS Quênia and Tamani) and two grazing intensities: high and low, which defined a post-grazing height of 15 and 25 cm for weed-grass; And 20 cm and 35 cm for Quênia grass, with three replicates, totaling 12 experimental units (120 m<sup>2</sup> each). In each cycle samples were taken for quantification of forage accumulation and morphological separation, post and pre-grazing. Measurements of LI, LAI and leaf angle were performed weekly in all regrowth cycles. Regardless of grazing intensity or cultivar, annual forage accumulation was 22 Mg MS.ha<sup>-1</sup>.year<sup>-1</sup>. The accumulation of forage evaluated by season showed marked effects, although there was no cultivar effect or intensity. In summer/15 the highest yield (10.5 Mg MS.ha<sup>-1</sup>) was observed, followed by autumn/15 (5.5 Mg MS.ha<sup>-1</sup>), spring/15 and autumn/16 (3.6 Mg MS.ha<sup>-1</sup>, 3.2 Mg MS.ha<sup>-1</sup>, respectively). In winter, the lowest accumulation of forage (0.9 Mg MS.ha<sup>-1</sup>) was obtained. The highest leaf proportions were obtained when management under low grazing intensity was carried out. There were different proportions of the stem component, among the intensities, only for Quênia, where it was lower under low grazing intensity. For Tamani, there was no difference between grazing intensities in stem accumulation. As for the accumulation of dead material the highest proportions were obtained when managed under high grazing intensity. Between the two grasses, Tamani presented a higher proportion of dead material. The cultivars presented these agronomic traits, following a frequency criterion of 95% IL, for pre-grazing, at which point Quênia and Tamani had 55 cm and 35 cm height, respectively. These responses are also due to the intensity of grazing, which should be

interrupted when it reaches 25-30 and 20-25 cm of canopy height for Quênia and Tamani, respectively, this recommendation guarantees a more efficient use of the same . Quênia and Tamani are promising genotypes of *Panicum maximum* for use as forage in pasture systems in the Amazon biome.

**Key Words:** height pre-grazing; morphological components; canopy structure; LAI; LI

## INTRODUÇÃO

Os genótipos de *Panicum maximum*, em geral, são capazes de produzir níveis elevados de forragem de qualidade (Fernandes et al. 2014). No entanto, em se tratando de novos cultivares que ainda não possuem uma estratégia de manejo definida, a fim de converter esse potencial em produção, é necessário compreender os aspectos morfofisiológicos destas forrageiras, que a priori determinam o acúmulo de forragem e posteriormente o desempenho animal sob pastejo.

Estudos recentes têm descrito aspectos ecofisiológicos para os capins Mombaça (Carnevali et al., 2006), Tanzânia (Barbosa et al., 2007), Milênio (Barbosa et al., 2009), Massai (Barbosa et al., 2010) e Aruana (Zanini et al., 2012), dentre outros. Em geral, os resultados indicam que, de acordo com o período de descanso utilizado, tem-se alterações na estrutura de dossel, incluindo o incremento de componentes morfológicos indesejáveis como colmo e material morto.

Segundo Pedreira et al. (2009), o acúmulo de forragem apresenta padrões distintos para os componentes morfológicos colmos, folhas e material morto, sugerindo a interrupção da rebrotação quando 95% da interceptação luminosa é alcançada. O manejo baseado em dias fixos e pré-determinados de descanso, apesar de propiciar facilidades no planejamento do pastejo sob lotação intermitente, de certa forma restringe as possibilidades de ganhos em eficiência do sistema e resulta em dosséis de estrutura variável, o que provavelmente afeta o consumo de forragem e o desempenho animal de forma variável e pouco previsível.

Além disso, a definição da intensidade de pastejo também é de suma importância, pois implica diretamente na eficiência de pastejo, pois influencia na decapitação de meristemas apicais, contribui com a redução de material morto na base do dossel, favorecendo o aparecimento de um maior número de perfilhos basilares e maior produção de folhas (Pereira et al., 2013).

Desta forma, o conhecimento da frequência e intensidade de pastejo ideais para cada planta é primordial para garantir o adequado manejo do pastejo, na busca pelo equilíbrio entre a quantidade de folhas pós-pastejo e a fotossíntese de dossel (Pedreira e Pedreira, 2007). Essa recomendação de manejo, frequência x intensidade, precisa garantir a produção de forragem de alta qualidade (Barbosa et al., 2007; Giacomini et al., 2009).

Face a isto, objetivou-se avaliar estratégias de manejo do pastejo para *Panicum maximum* cvs. Quênia e Tamani sob diferentes intensidades de pastejo e com frequência definida por 95% de interceptação luminosa pelo dossel.

### **Material e Métodos**

O trabalho foi conduzido de acordo com padrões éticos e aprovado pelo Comitê de Ética da Instituição e Biossegurança (006/2015 – CEUA da Embrapa Agrossilvipastoril).

O experimento foi realizado na Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop – MT, Brasil, bioma Amazônia, com as coordenadas 11°51' Sul e 55°37' Oeste, e 370 m de altitude. O solo é classificado como Rhodic Hapludox pelo sistema de taxonomia de solos norte americano (Soil Survey Staff, 2014) com relevo suavemente inclinado e textura argilosa (42,2%). A área experimental foi implantada em dezembro de 2014 e o período experimental foi de 23/02/2015 à 16/05/2016. A análise química do solo foi realizada em outubro de 2014 e junho de 2015 (Tabela 1).

Para a correção da acidez do solo foram aplicadas 2 Mg ha<sup>-1</sup> de calcário em dezembro de 2014 (incorporada) e 2 Mg ha<sup>-1</sup> em setembro de 2015 (superfície). Ao longo do experimento foram feitas aplicações de nitrogênio, fósforo e potássio, nas formas de sulfato de amônia, superfosfato simples e cloreto de potássio. A adubação fosfatada foi feita no plantio e cobertura em setembro de 2015 e fevereiro de 2016, com as doses de: 80, 100 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Nitrogênio e potássio foram aplicados: 40, 50 e 50; e 40, 100 e 100 kg ha<sup>-1</sup> de KCl e K<sub>2</sub>O, respectivamente em fevereiro e setembro de 2015 e fevereiro de 2016. Em outubro de 2015 foi aplicado, também, 60 kg ha<sup>-1</sup> de micronutrientes (FTE – BR 12).

O clima da região é classificado, segundo os critérios de Köppen, como Am - clima de monções, ou seja, alternância entre a estação das chuvas e a estação seca (Alvares et al. 2014) com temperatura média anual de 26 °C e precipitação de 2.200 mm (Embrapa Agrossilvipastoril, 2016). Os dados climáticos referentes ao período experimental foram obtidos no Posto Meteorológico da Embrapa Agrossilvipastoril, localizado a 1000 metros do local do experimento (Figura 1).

O experimento seguiu um delineamento em blocos completos casualizados, em arranjo fatorial (2x2), com dois cultivares: capim-tamani e capim-quênia, (*Panicum maximum* cvs. BRS Tamani e Quênia) e duas intensidades de pastejo: alta e baixa, as quais definiam uma altura pós-pastejo de 15 e 25 cm para capim-tamani; e 20 cm e 35 cm para capim-quênia. Com três repetições, totalizando 12 unidades experimentais (parcelas), cada uma medindo 120 m<sup>2</sup> (12 x 10 m). Cada piquete foi cercado com cerca elétrica para a contenção dos animais durante o pastejo. O pastejo foi realizado novilhos Nelore (*Bos taurus indicus* L.) com peso médio de 350 kg. A técnica de “mob-grazing” foi usada para a realização dos pastejos, empregando-se grupos de animais para desfolhações por períodos curtos (duração de 4 a 20 horas), mimetizando um cenário de pastejo intermitente. À medida que os animais

pastejavam, medições de altura eram feitas até que o dossel atingisse, em média, as alturas de resíduo pré-determinadas.

Para determinação do acúmulo de forragem, quando as parcelas atingiam 95% de interceptação luminosa, três retângulos de 1,0 m<sup>2</sup> (0,5 x 2,0 m) foram coletados 5 cm abaixo da altura do resíduo por parcela, em cada ciclo. As amostras foram pesadas, sub-amostradas com aproximadamente 500g, e levadas à estufa de circulação forçada de ar a 55 °C até atingir peso constante, para secagem e posterior determinação de peso seco. O acúmulo de forragem foi calculado pela diferença entre a coleta de pré-pastejo atual e pós-pastejo anterior para cada ciclo de pastejo. Para o acúmulo anual foi considerado período experimental de março/15 à março/16, ou seja, quatro estações (outono/15, inverno/15, primavera/15 e verão/15). O acúmulo de forragem foi ponderado para “estações do ano” devido à diferença entre o número de ciclos e intervalo de pastejos dos tratamentos.

Para descrever o acúmulo de forragem durante a rebrotação foram acompanhados cinco ciclos de pastejo representativos de outono/15, inverno/15, primavera/15, verão/15 e outono/16. Em cada um desses ciclos foram feitas amostragens para caracterização morfológica e quantificação de produção de forragem no pós e no pré-pastejo. No pós-pastejo, a forragem contida em três quadrados (0,5 x 2,0 m) foi cortada ao nível do solo, colhendo a forragem representante do resíduo. A amostra colhida em cada quadrado foi levada ao laboratório para separação manual nos componentes morfológicos folha (lamina foliar), colmo (colmo e bainha) e material morto. A determinação do índice de área foliar destrutivo (IAFd) foi realizado com auxílio de um integrador de área foliar (LI-3100 modelo LI-COR, Lincoln, Ne, USA), e posteriormente levadas à estufa de circulação forçada de ar a 55 °C até atingir peso constante.

As mensurações de interceptação luminosa (IL), índice de área foliar (IAF) e ângulos da folhagem foram feitas em todo ciclo, iniciando imediatamente após o pastejo,

semanalmente e, no pré-pastejo, objetivando caracterizar as variações estruturais da comunidade vegetal. Para esta avaliação foi utilizado o analisador de radiação fotossinteticamente ativa (AccuPAR modelo LP-80, Decagon Devices Pullman, WA, EUA), que permite amostragens rápidas e não destrutivas. A técnica combina medidas tomadas com o sensor acima do dossel e ao nível do solo. Foram tomados 20 pontos representativos da condição média do dossel em cada piquete.

O experimento segue os seguintes modelos matemáticos:

- Acúmulo anual de forragem

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + C_j + A_k + (CA)_{jk} + \epsilon_{ijkl}$$

- Acúmulo de forragem por estação e taxa de acúmulo de forragem;
- Densidade volumétrica total e acima do resíduo;
- Proporções de folha, colmo e material morto;
- Relação folha:colmo;
- Altura, índice de área foliar; interceptação luminosa;

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + C_j + A_k + E_l + (CA)_{jk} + (CE)_{jl} + (AE)_{kl} + (CAE)_{jkl} + \epsilon_{ijkl}$$

Em que:

$Y_{ijkl}$  = valor observado no  $i$ -ésimo bloco do  $j$ -ésimo cultivar da  $k$ -ésimo intensidade do  $l$ -ésimo estação do ano;

$\mu$  = constante geral associada ao experimento;

$B_i$  = efeito aleatório associado ao  $i$ -ésimo bloco;

$C_j$  = efeito fixo associado ao  $j$ -ésimo cultivar;

$A_k$  = efeito fixo associado ao  $k$ -ésimo intensidade de pastejo;

$E_l$  = efeito fixo associado ao  $l$ -ésimo estações do ano (medida repetida no tempo);

$(CA)_{jk}$  = efeito da interação do  $j$ -ésimo cultivar com  $k$ -ésimo intensidade de pastejo;

$(CE)_{jl}$  = efeito da interação do  $j$ -ésimo cultivar com  $l$ -ésimo estações do ano;

$(AE)_{kl}$  = efeito da interação do  $k$ -ésimo intensidade de pastejo e  $l$ -ésimo estações do ano;

$(CAE)_{jkl}$  = efeito da interação do  $j$ -ésimo cultivar e  $k$ -ésimo intensidade de pastejo e do  $l$ -ésimo estações do ano ;

$\epsilon_{ijkl}$  = erro aleatório associado ao  $i$ -ésimo bloco no  $j$ -ésimo cultivar na  $k$ -ésimo intensidade de pastejo na  $l$ -ésimo estação do ano.

Os dados foram analisados utilizando o método de modelos mistos com estrutura paramétrica especial na matriz de covariância, com medidas repetidas no tempo, por meio do procedimento MIXED do software estatístico SAS (Littell et al., 2006). Para escolher a matriz de covariância foi usado o critério de informação de Akaike (Wolfinger e Oconnell, 1993). As médias dos tratamentos foram estimadas por meio do “LSMEANS” e a comparação foi realizada por meio da probabilidade da diferença (“PDIFF”) ao nível de significância de 5%.

## RESULTADOS

Independentemente da intensidade de pastejo ou cultivar, o acúmulo anual de forragem foi de  $22 \pm 0,75$  Mg MS.ha<sup>-1</sup>.ano<sup>-1</sup> ( $P>0,05$ ). As intensidades de pastejo influenciaram no número de ciclos de pastejo ( $P=0,0023$ ). Altas intensidades de pastejo resultaram em menor número de ciclos de pastejo (14 ciclos de pastejo) do que sob baixa intensidade (18 ciclos de pastejo).

Para entender as variações sazonais, o acúmulo de forragem foi avaliado por estação do ano, a qual apresentou efeitos marcantes ao longo do ano ( $P=0,0001$ ), embora não tenha havido efeito de cultivar ou intensidade ( $P>0,05$ ). No verão/15 ocorreu a maior produção ( $10,5 \pm 0,45$  Mg MS.ha<sup>-1</sup>), seguido do outono/15 ( $5,5 \pm 0,17$  Mg MS.ha<sup>-1</sup>), primavera/15 e outono/16 ( $3,6 \pm 0,09$  Mg MS.ha<sup>-1</sup>;  $3,2 \pm 0,32$  Mg MS.ha<sup>-1</sup>, respectivamente). No inverno foi obtido o menor acúmulo de forragem ( $0,9 \pm 0,07$  Mg MS.ha<sup>-1</sup>).

A taxa de acúmulo de forragem foi influenciada pela interação intensidade de pastejo x estação do ano ( $P=0,0304$ ; Tabela 2) e cultivar x estação do ano ( $P=0,0344$ ; Tabela 2). No

outono/15 e primavera/15, o manejo com alta intensidade proporcionou taxas de acúmulo de forragem 17% maiores em relação ao manejado com baixa intensidade. Assim como, capim-quênia apresentou taxas de acúmulo de forragem 23% superior ao capim-tamani nessas duas estações. As estações do verão/15 e outono/16 foram marcadas por taxas de acúmulos semelhantes independentemente da intensidade ou cultivar. No inverno foram obtidas as menores taxas de acúmulo de forragem.

A proporção de folha no pré-pastejo apresentou interação cultivar x intensidade de pastejo x estação do ano ( $P=0,0416$ ; Tabela 3). Durante o outono/15, a proporção de folha foi semelhante entre os cultivares e intensidades ( $963 \text{ g.kg}^{-1}$ ). No verão/15 e outono/16, capim-quênia e capim-tamani apresentaram respostas semelhantes, com maior proporção de folhas sob baixa intensidade de pastejo ( $935 \text{ g.kg}^{-1}$ ;  $948 \text{ g.kg}^{-1}$ , respectivamente) do que sob alta intensidade de pastejo ( $800 \text{ g.kg}^{-1}$ ;  $818 \text{ g.kg}^{-1}$ , respectivamente). Na primavera/15, independentemente da intensidade, capim-tamani obteve  $894 \text{ g.kg}^{-1}$ , enquanto capim-quênia, além de apresentar proporções diferentes de acordo com as intensidades de manejo, apresentou a maior proporção de folha sob baixa intensidade ( $987 \text{ g.kg}^{-1}$ ) e a menor sob alta intensidade ( $794 \text{ g.kg}^{-1}$ ).

A proporção de colmo no pré-pastejo variou em função das interações cultivar x intensidade de pastejo ( $P=0,0201$ ; Tabela 4) e estações do ano x intensidade de pastejo ( $P=0,0016$ ; Tabela 4). capim-quênia manejado com baixa intensidade de pastejo apresentou menor proporção de colmo ( $22 \text{ g.kg}^{-1}$ ) do que quando manejado com alta intensidade ( $136 \text{ g.kg}^{-1}$ ), enquanto capim-tamani não diferiu e apresentou, em média,  $50 \text{ g.kg}^{-1}$ . Capim-tamani sob alta intensidade produziu 49,9% menos de colmo que o capim-quênia. Durante o outono/15 foram obtidas as menores proporções de colmo, e as maiores proporções foram registradas durante o verão/15.

A quantidade de material morto no pré-pastejo diferiu para as interações intensidade de pastejo x estação do ano ( $P=0,0013$ ; Tabela 5) e cultivar x estação do ano ( $P=0,0074$ ; Tabela 5). As intensidades de pastejo exerceram influência nas respostas obtidas no outono/15 e outono/16, em que sob alta intensidade de pastejo foi obtido maiores proporções de material morto ( $33 \text{ g.kg}^{-1}$ ;  $91 \text{ g.kg}^{-1}$ , respectivamente) do que sob baixa intensidade ( $10 \text{ g.kg}^{-1}$ ;  $29 \text{ g.kg}^{-1}$ , respectivamente). Na primavera/15 e verão/15, as intensidades de pastejo foram semelhantes ( $21 \text{ g.kg}^{-1}$ ;  $26 \text{ g.kg}^{-1}$ , respectivamente). Durante outono/15 e verão/15, capim-quênia e capim-tamani tiveram proporções de material morto semelhantes ( $22 \text{ g.kg}^{-1}$ ;  $26 \text{ g.kg}^{-1}$ , respectivamente). No entanto, os cultivares diferiram durante a primavera/15 e outono/16, em que capim-quênia registrou menores proporções ( $9,0$  e  $34 \text{ g.kg}^{-1}$ ), enquanto capim-tamani alcançou valores de  $38$  e  $86 \text{ g.kg}^{-1}$ , respectivamente.

Os cultivares não diferiram em relação à proporção de folhas no pós-pastejo ( $P>0,05$ ), mas houve interação intensidade de pastejo x estação do ano ( $P=0,0029$ ; Tabela 3). A resposta de pós-pastejo é semelhante a de pré-pastejo em relação a intensidade de pastejo, pois as maiores proporções de folhas foram obtidas sob baixa intensidade. No entanto, foi possível observar que, embora sob baixa intensidade tenha apresentado maior proporção de folhas, durante o outono/15 esta proporção era  $57,9\%$  maior que no outono/16, visto que, esta redução ocorreu de forma gradativa ao longo do período experimental. O manejo sob alta intensidade de pastejo proporcionou menores proporções de folha no pós-pastejo, no verão/15, por exemplo, esta proporção chegou à ser  $74\%$  menor que quando manejado sob alta intensidade de pastejo. Mesmo quando a diferença foi menor, no outono/15, entre alta e baixa intensidade de pastejo, a proporção de folha foi  $56\%$  menor que quando manejado sob baixa intensidade.

A proporção de colmo no pós-pastejo foi diferente para intensidade de pastejo ( $P=0,0033$ ), cultivar ( $P<0,0001$ ) e estação do ano ( $P=0,0007$ ). Capim-quênia apresentou

maior proporção de colmo ( $438 \pm 14,2 \text{ g.kg}^{-1}$ ) do que capim-tamani ( $326 \pm 13,5 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Assim como, os pastos manejados com alta intensidade de pastejo apresentaram as maiores proporções de colmo ( $406 \pm 13,5 \text{ g.kg}^{-1}$ ) do que quando manejado com baixa intensidade ( $357 \pm 14,1 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Quando avaliado dentre as estações, as maiores proporções de colmo no pós-pastejo foram obtidas no verão/15 e outono/16, em média,  $409 \pm 17,4 \text{ g.kg}^{-1}$ , e as menores proporções na primavera/15 e outono/15 ( $355 \pm 15,7 \text{ g.kg}^{-1}$ ).

A proporção de material morto no pós-pastejo foi influenciada pela interação cultivar x intensidade de pastejo x estações do ano ( $P=0,0422$ ; Tabela 5). De maneira geral, as maiores proporções de material morto foram registradas no capim-tamani com alta intensidade de pastejo ( $572 \text{ g.kg}^{-1}$ ). Durante outono/15 e primavera/15, o padrão de resposta foi semelhante, pois quanto mais intenso foi o pastejo, maior a proporção de material morto no pós-pastejo de capim-quênia e capim-tamani. No verão/15 e outono/16, capim-tamani manteve a maior proporção de material morto no pós-pastejo, sob alta intensidade de pastejo ( $560 \text{ g.kg}^{-1}$ ), no entanto, capim-quênia durante estas estações mostrou-se semelhante em ambas às intensidades de pastejo.

A relação folha:colmo (F:C) do dossel forrageiro foi influenciada pela intensidade de pastejo ( $P=0,0008$ ), cultivar ( $P=0,0418$ ) e estação do ano ( $P=0,0047$ ). Capim-tamani apresentou maior relação F:C ( $2,65 \pm 0,19$ ) que capim-quênia ( $2,11 \pm 0,19$ ). Entre as intensidades de pastejo, quando os pastos foram manejados com baixa intensidade apresentaram maior relação F:C ( $3,00 \pm 0,19$ ) do que quando com alta intensidade ( $1,76 \pm 0,19$ ). Durante o outono/15 foi registrado a melhor relação F:C ( $2,84 \pm 0,21$ ), seguindo do outono/16 com relação  $2,29 \pm 0,14$ . A menor relação F:C foi registrada no verão ( $1,87 \pm 0,16$ ), e a primavera/15 foi semelhante as demais estações.

A altura pré-pastejo apresentou diferenças entre cultivares ( $P<0,0001$ ; Tabela 7), estação do ano ( $P<0,0001$ ), e para interação cultivar x estação do ano ( $P<0,0001$ ; Tabela 7). O

capim-quênia atingiu 95% IL com altura, recomendada para manejo de pré-pastejo superior ao capim-tamani, sendo elas 55 cm de altura para capim-quênia e 35 cm de altura para capim-tamani.

Ao longo das estações, os cultivares apresentaram resposta distintas de altura para pré-pastejo (Tabela 6). O capim-quênia nas estações do verão/15 e outono/16 apresentou maior altura (58 cm), seguido da primavera/15 (52 cm) e outono/15 (48 cm). O capim-tamani teve menor variação de altura durante as estações, em que, outono/15, verão/15 e outono/16 apresentaram resposta semelhante (35 cm), o outono/16 foi também semelhante a primavera/15, nestas estações registrou-se a menor altura (34 cm).

No pré-pastejo e pós-pastejo, o ângulo de folhagem não diferiu ( $P>0,05$ ) entre as intensidades de pastejo, cultivares e estações do ano, apresentou valor médio de  $48,6^\circ$  e  $38,1^\circ$ , respectivamente.

O índice de área foliar destrutivo (IAFd) do dossel forrageiro no pré-pastejo foi diferente para os cultivares ( $P=0,0002$ ) e estações do ano ( $P<0,0001$ ). O capim-quênia apresentou maior IAFd ( $4,93 \pm 0,21$ ) que o capim-tamani ( $3,82 \pm 0,33$ ). Dentre as estações do ano, o verão/15 apresentou maior IAFd ( $6,86 \pm 0,33$ ), as demais estações apresentaram média de IAFd ( $3,55 \pm 0,33$ ).

O IAFd do dossel forrageiro no pós-pastejo foi influenciado apenas pela intensidade de pastejo ( $P=0,0013$ ). Os cultivares apresentaram respostas semelhantes ( $P>0,05$ ) com IAFd de 0,77. Quando manejados sob alta intensidade apresentaram menor IAFd ( $0,36 \pm 0,08$ ) do que quando manejados sob baixa intensidade ( $1,18 \pm 0,08$ ).

No pós-pastejo, a IL do dossel foi influenciada pela intensidade de pastejo ( $P>0,0001$ ), cultivar ( $P=0,0013$ ) e estação do ano ( $P<0,0001$ ). O capim-quênia apresentou maior IL ( $59\% \pm 0,01$ ) que o capim-tamani ( $51\% \pm 0,01$ ). Pastos manejados com alta intensidade apresentaram menor IL ( $46\% \pm 0,01$ ) do que quando sob baixa intensidade ( $65\% \pm 0,01$ ).

Dentre as estações do ano, no outono/15 foi quando se registrou a maior IL ( $67\% \pm 0,01$ ), enquanto que no verão/15 a menor ( $47\% \pm 0,02$ ). A primavera/15 ficou intermediária com ( $55\% \pm 0,02$ ). O outono/16 foi semelhante ao verão/15 e primavera/15.

## DISCUSSÃO

O acúmulo anual de forragem semelhante indica que capim-quênia e capim-tamani possuem potenciais produtivos semelhantes, quando manejados com intensidade e frequência adequada (95% IL). Isso ocorreu, pois, apesar das intensidades de pastejo contrastantes, a alta intensidade resultou em maior acúmulo de forragem pré-pastejo (Tabela 2) e maior tempo de retorno ao pastejo, o que reduz o número de ciclos de pastejo. Dessa forma, a estratégia de manejo com alta intensidade resultou em somatório anual de produção de forragem semelhante ao registrado em pastos manejado com baixa intensidade.

Fernandes et al. (2014) avaliaram a produção de forragem e valor nutritivo de genótipos de *P. maximum* incluindo 14 acessos (PM30 à PM43), quatro híbridos intraespecíficos (PM44 à PM47) e seis cultivares (Aruana, Massai, Milênio, Mombaça, Tanzânia e Vencedor), examinando 24 genótipos, em região de cerrado (Brasília-DF). O cultivar Milênio foi o genótipo com a maior produção de matéria seca no ano 1 e ano 2 ( $18,4 \text{ t ha}^{-1}$  e  $20,9 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente). O capim-tamani (PM 45) produziu  $13 \text{ t ha}^{-1}$  e  $13,5 \text{ t ha}^{-1}$ , enquanto capim-quênia (PM 46) produziu  $17,4 \text{ t ha}^{-1}$  e  $18 \text{ t ha}^{-1}$ , nos anos 1 e 2, respectivamente. Valores inferiores aos encontrados no presente estudo. Isto indica capim-quênia e capim-tamani como cultivares promissores de *P. maximum* para uso como forrageira de potencial para sistemas de produção com base em pastagem no bioma Amazônia.

O acúmulo de forragem apresentou variação sazonal, com maior acúmulo registrado durante as épocas de maior disponibilidade hídrica, principalmente no verão (Figura 1). O efeito do estresse hídrico é largamente estudado em plantas forrageiras e na região amazônica,

mesmo durante o outono/inverno, quando as temperaturas médias são altas, a precipitação é bem reduzida. Isso reflete em redução drástica no acúmulo de forragem. Segundo Euclides et al. (2008), as forrageiras não crescem uniformemente ao longo do ano, devido as variações de temperatura, fotoperíodo e pluviosidade, característica das regiões de clima tropical.

Euclides et al. (2014) relatam que independentemente das adubações, as forrageiras de clima tropical não irrigado apresentam, de maneira geral, maiores taxas de acúmulo de forragem durante o verão, intermediárias no outono e na primavera e muito baixas no inverno. Assim como no presente estudo, em que a taxa de acúmulo, independentemente da intensidade de pastejo ou cultivar, apresenta efeito marcante da estação do ano sobre a produtividade de capim-quênia e capim-tamani no bioma Amazônia.

Durante outono/15 e primavera/15 (primeiras estações de manejo), os cultivares manejados com alta intensidade de pastejo eram mais produtivos, com maiores taxas de acúmulo. Efeito ainda mais proeminente para capim-quênia do que para capim-tamani. Ao longo do período experimental, à medida que as plantas se adaptavam ao pastejo e as condições climáticas eram mais favoráveis (verão/15 e outono/16), as taxas de acúmulo tornaram-se maiores e semelhantes entre as intensidades de manejo do pastejo e cultivares.

Ao avaliar a composição morfológica, fica evidente a maior proporção de folhas no outono/15, provavelmente associada ao início do experimento e consequente estímulo à produção de novos tecidos fotossinteticamente ativos para garantir as primeiras rebrotações. Quanto às intensidades, quanto maior a proporção de folhas na massa de forragem pré-pastejo (baixa intensidade), maior foi a IL (%) pós pastejo, pois provavelmente não houve remoção de meristemas e, com isso, a renovação de tecidos estruturais (colmo) ou perfilhos novos não ocorreu, alterando o tempo de rebrotação e número de ciclos de pastejos.

Barbosa et al. (2007), ao avaliarem as características estruturais e a produção de forragem de capim-tanzânia sob condições de pastejo intermitente, observaram que a

manutenção de um resíduo alto implica em menor remoção de forragem pelos animais. Dessa forma, é compreensível que estratégias de baixa intensidade de manejo apresentem maiores proporções de lâminas foliares, quando comparados às de alta intensidade.

A resposta obtida para proporção de folha no pós-pastejo é semelhante a de pré-pastejo em relação a intensidade, pois a porcentagem de folhas foi maior quando a intensidade de pastejo foi baixa (Tabela 3). O que evidencia que, quando sob maior intensidade, diminui a proporção de folha em função da maior remoção. De maneira geral, do outono/15 ao outono/16, a proporção de folhas reduziu ao longo do período experimental.

Pedreira e Pedreira (2007) avaliando fotossíntese de dossel em capim-xaraés realizaram mensurações de pré, pós-pastejo e dia médio do período de rebrotação, observaram que, com o desenvolvimento das plantas e o consequente desenvolvimento de área foliar, aumenta-se a quantidade de luz interceptada, incrementando a capacidade fotossintética do dossel. O que infere em maior potencial fotossintético para plantas cujo intensidade de pastejo proporciona maior área foliar no pós-pastejo.

Capim-quênia e capim-tamani, embora apresentem semelhança no acúmulo total de forragem, mostraram-se diferentes na proporção de colmo no pré-pastejo. Quando manejado com alta intensidade, capim-tamani produziu menos colmo que capim-quênia. No pré-pastejo sob alta intensidade tem-se menor proporção de folha e maior de colmo.

A maior proporção de material morto (pré-pastejo), quando manejado com alta intensidade está relacionada com a altura de pastejo, e altura de inserção das folhas, provavelmente com menor resíduo pós-pastejo é possível que seja coletado folhas senescentes mais próximas da base dos perfilhos. Outro fator é que sob alta intensidade de pastejo remove-se mais extrato vegetal, no entanto, a planta leva mais tempo para atingir 95% IL novamente. É possível que esse tempo tenha sido longo o suficiente para que as folhas mais velhas pudessem senescer sem ser pastejadas.

Entre as intensidades de pastejo, quando manejado com baixa intensidade apresentaram maior relação F:C, que quando manejados sob alta intensidade. Para as estações do ano, o verão apresentou a menor relação F:C, que pode estar relacionado a maior taxa de acúmulo de colmo durante esta estação.

O componente morfológico, colmo tem a função de sustentação da planta em busca de luminosidade, além de translocação de assimilados para as folhas, importante principalmente em períodos que favoreçam o crescimento (Fagundes et al., 2006). Provavelmente por essa razão foram observados, no período do verão, os maiores valores para esse componente, época de grande acúmulo de forragem. Dados esses que corroboram com Trindade et al. (2007), que encontram resposta semelhante em estudos com capim-marandu, indicando que no verão o acúmulo de colmo é maior do que nas outras estações do ano, gerando uma menor relação F:C.

A relação F:C é uma variável de grande importância para a nutrição animal e para o manejo das plantas forrageiras (Wilson, 1982), devido ao fato desta estar associada à facilidade com que os animais selecionam partes preferidas.

Esta relação foi diferente entre os cultivares, em que o capim-tamani apresentou maior relação F:C que o capim-quênia, o que indicaria condições favoráveis para seleção de folhas pelos animais. Por outro lado, este cultivar apresentou tendência a menor relação folha:material morto (F:Mm), o que pode ser indicativo que o fluxo de tecidos é mais acelerado para capim-tamani em relação ao capim-quênia. O fluxo de tecidos nas plantas forrageiras é caracterizado pelos processos de crescimento, senescência e decomposição de tecidos (Chapman e Lemaire, 1993), uma vez que o aparecimento de nova folha coincide com a morte da mais velha, após atingir 95% de IL (Parsons, 1983).

A altura de dossel avaliada com base nos 95% IL favoreceu o acúmulo de forragem, a relação folha:colmo, que tendem a resultar em maior eficiência de pastejo, pois asseguram

forragem com valor nutritivo adequado. Segundo Carnevalli et al. (2006), quando uma forrageira é colhida após atingir os 95% de IL, esta não assegura bom valor nutritivo, a produção tende a diminuir em função do aumento da seletividade animal e devido a maior quantidade de colmo e material morto em relação às folhas. Essa condição certamente prejudicaria o desempenho e produtividade animal. Desta forma é possível recomendar a altura de pré-pastejo para capim-quênia com 55 cm e capim-tamani com 35 cm, altura na qual estas forrageiras estão interceptando 95% da luz incidente. Embora, ao longo das estações, os cultivares tenham apresentado pequena variação na altura para pré-pastejo.

As alturas de pós-pastejo estabelecidas com intensidades de pastejos, foram alcançadas durante o experimento, porém sob altas intensidades, o manejo tornou-se mais difícil. Embora as intensidades de manejo empregadas não tenham causado danos aos cultivares, pois apresentaram respostas satisfatórias para as variáveis avaliadas, é possível que o manejo em uma propriedade (fazenda) não ocorra com tanta cautela, e observação. Desta forma é preciso preservar os cultivares, que são perenes, para que ao longo dos anos possam manter a persistência e produtividade. Assim, é recomendado que seja manejado capim-tamani com intensidade variando de 20 à 25 cm de altura e capim-quênia de 25 à 30 cm de altura.

É importante ressaltar que para cada momento de pré ou pós-pastejo os cultivares apresentavam pequenas variações em estrutura de dossel. O índice de área foliar (IAF) destrutivo do dossel forrageiro no pré-pastejo foi diferente para os cultivares. As relações entre IAF, altura e interceptação luminosa (IL) foram evidenciadas uma vez que a cultivar com maior altura, na estação com maior produção de forragem, com 95%IL, apresentou maior IAF. Essa relação entre IAF x altura x IL do dossel também foi descrita para diferentes cultivares: Mombaça (Carnevalli et al., 2006), Tanzânia (Barbosa et al., 2007), Xaraés (Pedreira et al., 2007) e Aruana (Zanini et al., 2012).

De acordo com Lemaire e Chapman (1996), essas relações de IL e IAF com altura do dossel só devem ser exploradas quando a pastagem estiver sendo manejada com IL como critério para a entrada dos animais, pois as plantas respondem adaptando-se aos impactos da desfolhação, restabelecendo e mantendo um equilíbrio de crescimento quando os recursos são utilizados de maneira balanceada, atingindo um padrão ótimo de crescimento.

## CONCLUSÕES

Capins Quênia e Tamani quando manejados sob lotação intermitente devem ser colhidos com 55 e 35 cm de altura no pré-pastejo, respectivamente.

O pastejo deve ser interrompido quando atingir 25-30 e 20-25 cm de altura do dossel para capim-quênia e capim-tamani, respectivamente, garante melhor utilização da forrageira.

Capins Quênia e Tamani são genótipos promissores de *P. maximum* para uso como forrageira em sistemas de pastagem no bioma Amazônia.

## REFERÊNCIAS

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- BARBOSA, R.A.; ROSA, P.R.; LIMA, G.O. (2010). **Capim-massai manejado em diferentes combinações de intensidade e frequência de corte**. Disponível em: <www.sbz.org.br>. Acessado em: 25 de agosto de 2016.
- BARBOSA, R.A.; ROSA, P.R.; SANTOS, V.A.C. et al. (2009) **Acúmulo de forragem do capim-milênio sob regimes de corte**. Disponível em: <www.sbz.org.br>. Acessado em: 25 de agosto de 2016.
- BARBOSA, R.A.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; EUCLIDES, V.P.B. et al. Capim-tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.329-340, 2007.
- BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JR., D. et al. Evaluation of three cultivars of *Panicum maximum* Jacq. under grazing: forage availability, post grazed stubble height and participation of leaves, stems, and dead material. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.32, p.55-63, 2003.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO A.A.O. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v.40, p.165-176, 2006.

- CASTRO, L.M.; BARBOSA, M.A.A.F.; BARBERO, R.P. et al. Produção de forragem e composição estrutural de pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés manejados em diferentes Alturas de pastejo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.4145-4156, 2013.
- CHAPMAN, D.F. e LEMAIRE, G. Morphogenetic and structural determinants of plant regrowth after defoliation. In: BAKER, M. J. (Ed.). **Grasslands for Our World**. SIR Publishing, Wellington, p. 55-64, 1993.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – Embrapa Agrossilvipastoril. **Estação meteorológica**. Disponível em <<https://www.embrapa.br/agrossilvipastoril/estacao-meteorologica>>. Acessado em 20 set. 2016.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 1999. 412p.
- EUCIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A. et al. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Ceres**, n.61, p. 808-818, 2014.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; ZIMMER, A.H. Avaliação de capins Mombaça e Massai sob pastejos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.18-26, 2008.
- FAGUNDES, J.L.; FONSECA, D.M.; MISTURA, C. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim Braquiária em pastagem adubada com nitrogênio avaliadas nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 21-29, 2006.
- FERNANDES, F.D.; RAMOS, A.K.B.; JANK, L. et al. Forage yield and nutritive value of *Panicum maximum* genotypes in the Brazilian savannah. **Scientia Agricola**. v.71, n.1, p. 23-29, 2014.
- GIACOMINI, A.A.; DA SILVA, S.C.; SARMENTO, D.O.L. et al. Growth of Marandu palisade grass subjected to strategies of intermitente stocking. **Scientia Agricola**, 66:733-741, 2009.
- LEMAIRE, G. e CHAPMAN, D. Tissue fluxes in grazing plant communities. In: HODGSON, J.; ILLIUS, A.W. (Ed.). **The ecology and management of grazing systems**. Walling ford: CAB International, 1996. p.3-36.
- MELLO, A.C.L. e PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfofisiológicas do capim-tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.282-289, 2004.
- PARSONS, A.J., LEAFE, E.L., COLLETT, B., et al. The physiology of grass production under grazing. II. Photosynthesis, crop growth and animal intake of continuously-grazed swards. **Journal of Applied Ecology**, v.20, p.127-139. 1983.
- PEDREIRA, B.C. e PEDREIRA, C.G.S. Fotossíntese foliar do capim-xaraés [*Brachiaria brizantha* (A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés] e modelagem da assimilação potencial de dosséis sob estratégias de pastejo rotativo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.773-779, 2007.
- 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 estratégia de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 42, n. 2, p. 281-287, Fev. 2007.
- PEREIRA, L.E.T.; PAIVA, A.J.; GEREMIA, E.V. et al. Components of herbage accumulation in elephant grass cv Napier subjected to strategies of intermittent stocking management. **Journal of Agricultural Science** p. 954–966, 2013.
- PERI, P.L.; MOOT, D.J.; McNEIL, D.L. et al. Modelling net photosynthetic rate of field-grown cocksfoot leaves to account for regrowth duration. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.46, p.105-115, 2003.

- PINTO, J.C.; GOMIDE, J.A.; MAESTRI, M. et al. Crescimento de folhas de gramíneas forrageiras tropicais, cultivadas em vasos, com duas doses de nitrogênio. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.327-332, 1994.
- SILVA, V.J.; PEDREIRA, C.G.S.; SOLLENBERGER, L.E. et al. Carbon assimilation, herbage plant-part accumulation, and organic reserves of grazed 'Mulato II' Brachiaria grass pastures. **Crop Science**, v.56, p.2853-2860, 2016.
- SOIL SURVERY STAFF. Keys to soil taxonomy. 12 ed. **United States Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service**, 2014, 372p.
- TRINDADE, J.K.; DA SILVA, S.C.; SOUZA JUNIOR, S.J. et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 6, p. 883-890, 2007.
- WILSON, J.R. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: HACKER, J.B. (Ed.) **Nutritional limits to animal production from pastures**. Farnham Royal: CAB, p.111-131, 1982.
- ZANINI G.D.; SANTOS G.T.; SBRISSIA A.F. Frequencies and intensities of defoliation in Aruana Guinea grass swards: accumulation and morphological composition of forage. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n. 41, p. 905-913, 2012.

## CONCLUSÕES GERAIS

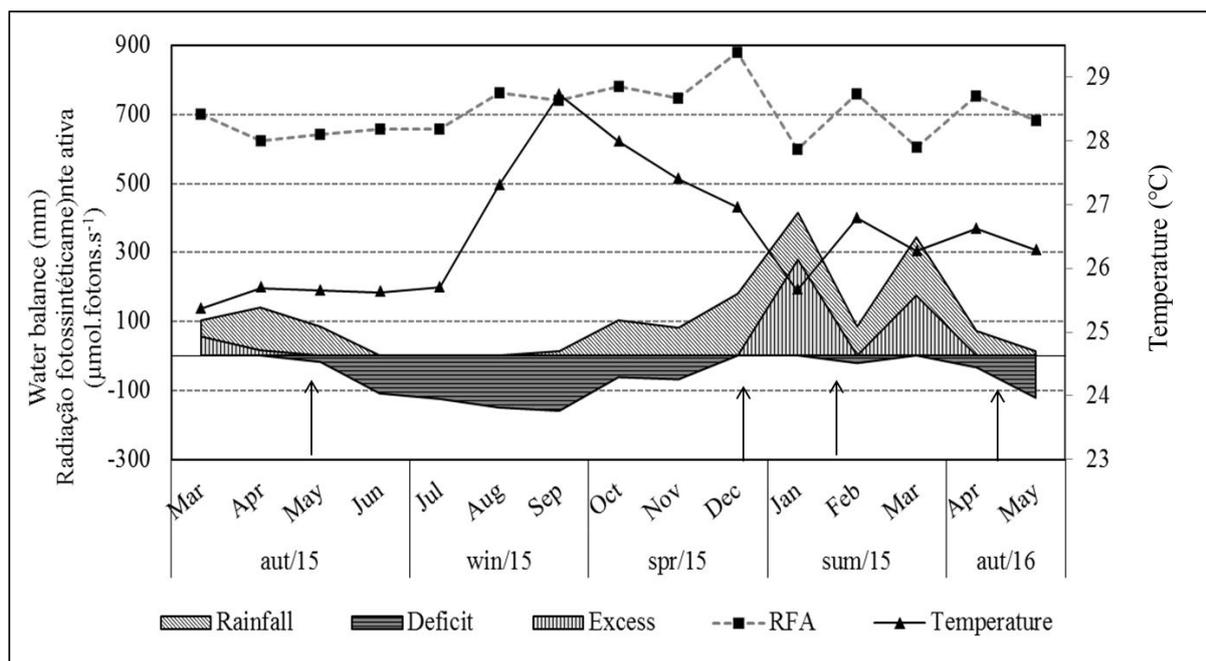
No bioma amazônico, capim-quênia e capim-tamani apresentam respostas fisiológicas marcadamente afetadas pelas variações climáticas, o que evidencia alterações fisiológicas na planta forrageira, em condições de fatores abióticos adversos.

Capins Quênia e Tamani possuem semelhança no potencial fisiológico, independentemente da intensidade de pastejo empregada.

Capins Quênia e Tamani quando manejados sob lotação intermitente devem ser colhidos com 55 e 35 cm de altura no pré-pastejo, respectivamente. O pastejo deve ser interrompido quando atingir 25-30 e 20-25 cm de altura do dossel para capim-quênia e capim-tamani, respectivamente. Essa recomendação garante adequada produção de forragem e possibilita bom valores de fotossíntese de dossel ao longo do ciclo de rebrotação, assim como, boa persistência dos cultivares sob manejo intensivo.

Capins Quênia e Tamani são genótipos promissores de *Panicum maximum* para uso como forrageira em sistemas de pastagem no bioma Amazônia.

## ANEXOS (CAPÍTULO 1)



**Figura 1.** Balanço hídrico, precipitação pluviométrica, temperatura média e radiação fotossinteticamente ativa ao longo do período experimental. Fonte: Embrapa Agrossilvipastoril (2016).

**Tabela 1.** Resultados da análise química de solo da área experimental, na camada de 0-20cm.

Período coleta	pH	M.O. g/dm <sup>3</sup>	P mg/dm <sup>3</sup>	K .....cmol/dm.....	Ca	Mg	H+Al	S	T	V %
out/14	4,9	28,84	2,99	0,17	1,74	1,2	6,1	3,1	9,2	33,71
jun/15	5,02	24,04	2,69	0,04	2,05	0,94	3,57	3,04	6,63	46,04
Ago/16	5,10	25,00	9,05	0,07	2,93	1,44	4,75	4,44	9,18	48,29

Fonte: Embrapa Agrossilvipastoril (2016).

**Tabela 2.** Valores de índice de área foliar (IAF), interceptação luminosa (IL), coeficiente de extinção luminosa (k), fotossíntese foliar, utilizados para determinar, fotossíntese do dossel

Cultivar	Intensidade de pastejo	Estações	IAF	IL	k	Fotossíntese foliar	Fotossíntese de dossel
			.....%.....			..... $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ .....	
Capim-tamani	Baixa	Outono/15	3,72	94,90	0,81	23,13	42,01
		Primavera/15	4,08	95,35	0,75	34,10	59,23
		Verão/15	3,99	94,87	0,75	23,13	53,53
		Outono/16	3,70	94,40	0,79	21,51	44,48
	Alta	Outono/15	3,74	94,79	0,79	28,27	49,35
		Primavera/15	4,33	95,25	0,73	30,24	56,85
		Verão/15	4,45	95,21	0,68	27,56	53,52
		Outono/16	3,66	93,88	0,77	16,66	38,79
Capim-quênia	Baixa	Outono/15	3,88	94,96	0,78	30,13	52,84
		Primavera/15	4,06	95,12	0,78	29,33	53,21
		Verão/15	3,98	95,22	0,77	17,76	36,76
		Outono/16	4,48	95,40	0,69	17,68	51,46
	Alta	Outono/15	3,29	95,25	0,93	28,83	45,00
		Primavera/15	4,03	95,33	0,80	38,86	63,53
		Verão/15	4,59	95,29	0,68	21,64	46,85
		Outono/16	4,17	92,10	0,62	20,65	47,38

**Tabela 3.** Fotossíntese foliar e de dossel ( $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) para os capins Quênia e Tamani submetidos a estratégias de manejo do pastejo sob lotação intermitente nas estações do ano

Cultivar	Int. de manejo	Fotossíntese foliar			
		Outono/15	Primavera/15	Verão/15	Outono/16
Quênia	Alta	28,83 Ab	38,86 Aa	21,64 Ab	20,65 Ab
	Baixa	30,14 Aa	29,33 Aa	17,76 Ab	17,68 Ab
Tamani	Alta	28,27 Aa	30,24 Aa	27,56 Aba	16,66 Ab
	Baixa	23,13 Bab	34,10 Aa	23,13 Aab	21,50 Ab
Erro padrão		3,33	4,81	1,53	4,66
Estações		Fotossíntese de dossel		Erro padrão	
Outono/15		47,30 B		2,75	
Primavera/15		58,21 A		2,75	
Verão/15		47,66 B		2,75	
Outono/16		45,80 B		3,61	

As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem pela probabilidade da diferença ( $P<0,05$ ).

**Tabela 4.** Variáveis fisiológicas para capim-quênia e capim-tamani submetidos a estratégias de manejo do pastejo sob lotação intermitente nas estações do ano

Variáveis	Outono/15	Primavera/15	Verão/15	Outono/16
Área foliar específica ( $\text{cm}^2\cdot\text{g}^{-1}$ )	180,74 abc	205,94 a	170,02 b	142,50 c
Erro padrão	20,88	13,15	5,55	7,63
Condutância estomática ( $\text{mmol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )	385,8 b	488,3 a	410,2 ab	183,1 c
Erro padrão	0,02	0,04	0,04	0,03
Eficiência intrínseca no uso da água ( $\mu\text{mol CO}_2\cdot\text{mmol H}_2\text{O}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )	73,58 b	73,92 b	64,42 b	113,12 a
Erro padrão	9,35	13,10	12,88	16,07
Razão de transpiração ( $\text{mol H}_2\text{O}\cdot\mu\text{mol}^{-1}\cdot\text{CO}_2\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ )	0,18 b	0,16 b	0,25 a	0,22 a
Erro padrão	0,01	0,02	0,02	0,02

As médias seguidas de mesma letra minúscula na linha não diferem pela probabilidade da diferença ( $P<0,05$ ).

**Tabela 5.** Eficiência no uso da água ( $\mu\text{mol CO}_2 \cdot \text{mol H}_2\text{O} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ ) para os capins Quênia e Tamani submetidos a estratégias de manejo do pastejo sob lotação intermitente nas estações do ano

Cultivar	Int. de pastejo	Estações do ano			
		Outono/15	Primavera/15	Verão/15	Outono/16
Quênia	Alta	5,99 Aab	7,59 Aa	4,24 Ab	4,70 Ab
	Baixa	6,60 Aa	5,49 ABab	4,02 Ab	4,03 Aab
Tamani	Alta	5,80 Aa	4,86 Ba	4,48 Aa	3,94 Aa
	Baixa	9,91 Abc	7,89 Aa	5,03 Ac	6,47 Aab
Erro padrão		0,82	0,82	0,82	1,35

As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem pela probabilidade da diferença ( $P < 0,05$ ).

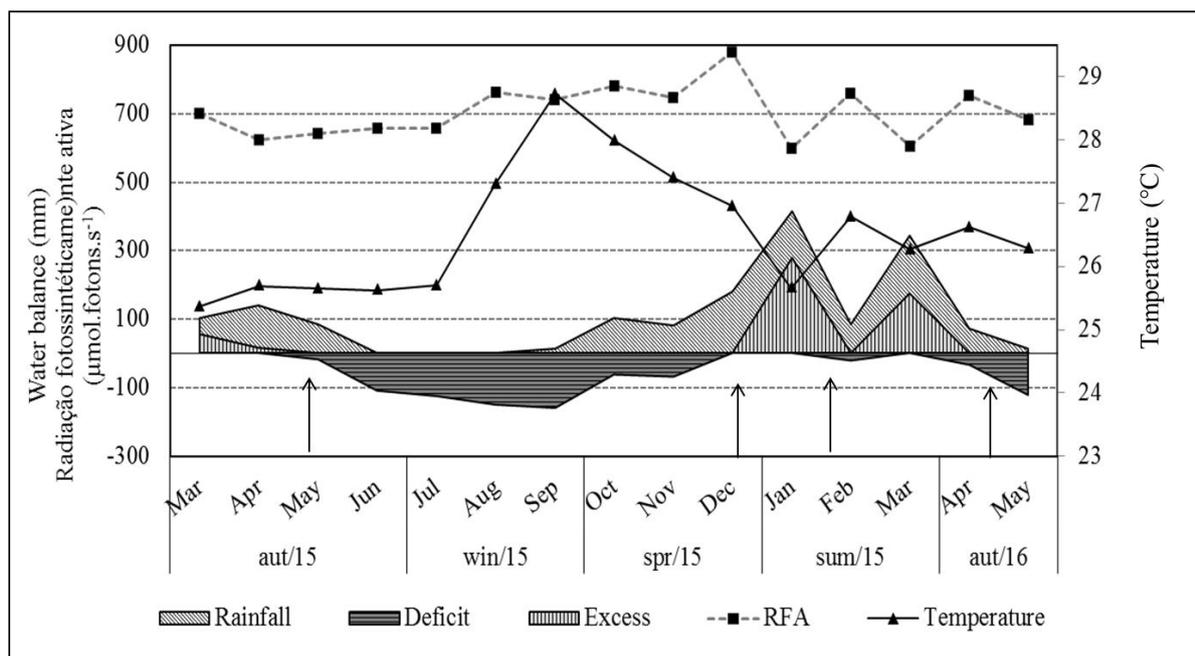
**Tabela 6.** Teor de Clorofila (a) e (b) para os capins Quênia e Tamani submetidos a estratégias de manejo do pastejo em sistema de lotação intermitente

Teor de clorofila (a)			
Intensidade de pastejo	Cultivar		Erro padrão
	Quênia	Tamani	
Alto	31,65 Aa	26,19 Ab	0,84
Baixo	28,90 Ba	26,76 Aa	0,84
Teor de clorofila (b)			
Estações do ano	Teor de clorofila (b)		Erro padrão
Outono/15	9,53 Aa	7,44 Ab	0,36
Primavera/15	9,08 Aa	5,27 BCb	0,58
Verão/15	6,42 Ba	5,99 ABa	0,66
Outono/16	6,58 Ba	4,10 Cb	0,65

Valores de clorofila expressos em Índice de Clorofila de Falker.

As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem pela probabilidade da diferença ( $P < 0,05$ ).

## ANEXOS (CAPÍTULO 2)



**Figura 1.** Balanço hídrico, precipitação pluviométrica, temperatura média e radiação fotossinteticamente ativa ao longo do período experimental. Fonte: Embrapa Agrossilvipastoril (2016).

**Tabela 1.** Resultados da análise química de solo da área experimental, na camada de 0-20 cm

Período coleta	pH	M.O. g/dm <sup>3</sup>	P mg/dm <sup>3</sup>	K .....cmol/dm.....	Ca	Mg	H+Al	S	T	V %
out/14	4,9	28,84	2,99	0,17	1,74	1,2	6,1	3,1	9,2	33,71
jun/15	5,02	24,04	2,69	0,04	2,05	0,94	3,57	3,04	6,63	46,04
Ago/16	5,10	25,00	9,05	0,07	2,93	1,44	4,75	4,44	9,18	48,29

Fonte: Embrapa Agrossilvipastoril (2016).

**Tabela 2.** Taxa de acúmulo de forragem (kg MS ha<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup>) para os capins Quênia e Tamani sob intensidades de pastejo sob lotação intermitente

Intensidades de pastejo	Estações do ano				
	Outono/15	Inverno/15	Primavera/15	Verão/15	Outono/16
Alta	65,8 Ab	13,2 Ad	47,9 Ac	122,9 Aa	41,4 Ac
Baixa	54,5 Bb	7,2 Bd	32,6 Bc	110,9 Aa	29,2 Ac
Cultivares					
Quênia	68,2 Ab	11,7 Ad	43,2 Ac	119,2 Aa	37,3 Ac
Tamani	52,1 Bb	8,8 Ad	37,2 Bc	114,6 Aa	33,3 Ac
Erro Padrão	2,5	0,9	1,4	6,6	4,9

As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem pela probabilidade da diferença (P<0,05).

**Tabela 3.** Proporção de folha (g.kg<sup>-1</sup>) em pré e pós-pastejo, para os capins Quênia e Tamani nas estações do ano submetidos a estratégias de manejo do pastejo sob lotação intermitente

Cultivar	Intensidade de pastejo	Proporção de folha no pré-pastejo			
		Outono/15	Primavera/15	Verão/15	Outono/16
Quênia	Alta	937,7 Aa	794,2 Cb	787,4 Bb	813,9 Bb
	Baixa	988,7 Aa	987,3 Aab	933,6 Ab	937,3 Aab
Tamani	Alta	943,3 Aa	897,4 Bab	825,0 Bb	812,7 Bb
	Baixa	984,2 Aa	890,6 Ba	928,6 Aa	966,8 Aa
Erro padrão		27,8	27,8	27,8	47,0
Intensidade de pastejo		Proporção de folha no pós-pastejo			
Alta		151,1 Ba	61,8 Bb	41,1 Bb	59,8 Bb
Baixa		346,9 Aa	226,9 Ab	158,1 Ac	146,1 Ac
Erro padrão		26,1	29,9	24,3	20,0

As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem pela probabilidade da diferença (P<0,05).

**Tabela 4.** Proporção de colmo ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) em pré-pastejo para os capins Quênia e Tamani nas estações do ano submetidos a estratégias de manejo do pastejo sob lotação intermitente

Cultivares	Intensidade de pastejo	
	Alta	Baixa
Quênia	136,3 Aa	21,7 Ab
Tamani	68,3 Ba	32,4 Aa
Erro padrão	13,8	14,9
Estações		
Outono/15	26,3 Ca	2,8 Bb
Primavera/15	129,9 ABa	42,6 ABa
Verão/15	159,3 Aa	50,7 Ab
Outono/16	94,0 Ba	12,1 ABb
Erro padrão	29,5	29,5

As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem pela probabilidade da diferença ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 5.** Proporção de material morto ( $\text{g.kg}^{-1}$ ) em pré e pós-pastejo para os capins Quênia e Tamani nas estações do ano submetidos a estratégias de manejo do pastejo sob lotação intermitente

Intensidade de pastejo	Proporção de material morto no pré-pastejo				
	Estações do ano				
	Outono/15	Primavera/15	Verão/15	Outono/16	
Alta	33,2 Ab	24,4 Ab	34,4 Ab	91,5 Aa	
Baixa	10,6 Ba	18,4 Aa	18,1 Aa	28,8 Ba	
Cultivar					
Quênia	17,6 Aab	9,0 Bb	23,3 Aab	34,0 Ba	
Tamani	26,3 Ab	38,0 Ab	29,3 Ab	86,2 Aa	
Erro padrão	7,2	7,2	7,2	0,95	
Cultivar	Int. de pastejo	Proporção de material morto no pós-pastejo			
		Outono/15	Primavera/15	Verão/15	Outono/16
Quênia	Alta	394,2 Bb	529,6 Ba	462,3 BCab	475,1 BCab
	Baixa	275,1 Cb	294,3 Cb	397,0 Ca	437,9 Ca
Tamani	Alta	545,5 Aa	597,7 Aa	563,1 Aa	556,4 Aa
	Baixa	428,2 Bc	519,7 Bab	483,4 Bbc	545,2 ABa
Erro padrão		23,3	23,3	23,3	39,6

As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem pela probabilidade da diferença ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 6.** Altura de pré-pastejo (cm) para os capins Quênia e Tamani nas estações do ano submetidos a estratégias de manejo do pastejo sob lotação intermitente

Estações	Cultivar		Erro padrão
	Quênia	Tamani	
Outono/15	47,70 Ca	34,34 Ab	1,03
Primavera/15	52,29 Ba	32,68 Bb	0,94
Verão/15	59,26 Aa	35,56 Ab	0,94
Outono/16	57,17 Aa	34,92 ABb	1,12

As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem pela probabilidade da diferença ( $P < 0,05$ ).

**Tabela 7.** Indicação de manejo para os capins Quênia e Tamani submetidos a intensidades de manejo do pastejo sob lotação intermitente

Cultivar	Intensidade de pastejo	Altura pré-pastejo (cm)	Altura pós-pastejo (cm)	Altura pós-pastejo (cm)	Interceptação luminosa pré-pastejo (%)	IL pós-pastejo (%)
Quênia	Alta	54,1 A	20,7	25-30	95,09	59 A
	Baixa		34,7		95,24	
Tamani	Alta	34,7 B	15,6	20-25	95,14	51 B
	Baixa		24,5		95,08	
Erro padrão		0,58				0,01

As médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna ou minúscula na linha não diferem pela probabilidade da diferença ( $P < 0,05$ ).