

VICTOR AUGUSTUS VASCONCELOS DE OLIVEIRA

Alturas de manejo para forrageiras do gênero *Urochloa* em sistema silvipastoril

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Produção Animal da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Thiago Gomes dos Santos Braz

Co-orientador: Prof. Mário Henrique França Mourthé

**Montes Claros
2020**

O48a
2020

Oliveira, Victor Augustus Vasconcelos de.

Alturas de manejo para forrageiras do gênero *Urochloa* em sistema silvipastoril / Victor Augustus Vasconcelos de Oliveira. Montes Claros, 2020.

70 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Área de concentração em Produção Animal, Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador(a): Thiago Gomes dos Santos Braz.

Banca examinadora: Janaina Azevedo Martuscello, Livia Vieira de Barros, Leidy Darmony de Almeida Rufino.

Inclui referências.

1. Plantas forrageiras. 2. Pastagens -- Manejo. 3. Agropecuária. I. Braz, Thiago Gomes dos Santos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 633.2



**Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Agrárias
Colegiado de Pós-Graduação em Produção Animal**

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 27 dias do mês de fevereiro de 2020 às 9:00 horas, sob a Presidência do Professor Thiago Gomes dos Santos Braz, D. Sc. (Orientador/ICA-UFMG) e com a participação das Professoras Janaina Azevedo Martuscello Vieira da Cunha, D. Sc. (Coorientadora/UFSJ), Livia Vieira de Barros, D. Sc. (ICA/UFMG) e Leidy Darmony de Almeida Runfino, D. Sc. (EPAMIG), reuniu-se a Banca de defesa de dissertação de **VICTOR AUGUSTUS VASCONCELOS DE OLIVEIRA**, aluno do Curso do Mestrado em Produção Animal. O resultado da defesa de dissertação intitulada "Alturas de manejo para fonegeiras do gênero *Urochloa* em sistema silvipastoral",

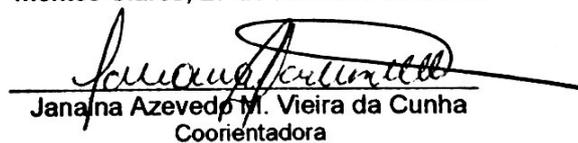
foi expresso pelo conceito "A" (nota 93), sendo o aluno considerado (aprovado/reprovado) aprovado. E, para constar, eu, Professor Thiago Gomes dos Santos Braz, Presidente da Banca, lavrei a presente Ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da Banca examinadora.

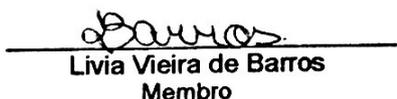
OBS.: O aluno somente receberá o título após cumprir as exigências do ARTIGO 64 do regulamento do Curso do Mestrado em Produção Animal, conforme apresentado a seguir:

Art. 64 – Para dar andamento ao processo de efetivação do grau obtido, o candidato deverá, após a aprovação de sua Dissertação e da realização das modificações propostas pela banca examinadora, se houver, encaminhar à secretaria do colegiado do Curso, com a anuência do orientador, no mínimo 3 (três) exemplares impressos e 1 (um) exemplar eletrônico da dissertação, no prazo de 60 (sessenta) dias.

Montes Claros, 27 de fevereiro de 2020.


Thiago Gomes dos Santos Braz
Orientador


Janaina Azevedo M. Vieira da Cunha
Coorientadora


Livia Vieira de Barros
Membro


Leidy Darmony de Almeida Runfino
Membro

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, Juraci Alves Vasconcelos de Oliveira e ao meu pai, Aroldo Batista de Oliveira (*in memoriam*), pelo apoio incondicional, por abraçar meus objetivos como se fossem os seus e por não medir esforços para proporcionar o melhor possível aos filhos.

Ao meu irmão Diego, pelo companheirismo inigualável, por ser meu melhor amigo em todos os momentos.

À Laura, minha namorada, pelo amor e carinho que suavizam minha caminhada.

Aos meus familiares, que torcem sempre por mim.

Aos meus amigos.

Ao meu orientador Thiago, pela orientação, profissionalismo, dedicação, ensinamentos e amizade.

Ao Instituto de Ciências Agrárias da UFMG, por proporcionar formação que vai além da academia.

Ao Sérgio, do laboratório de bromatologia do ICA-UFMG, pelo auxílio com as análises laboratoriais e pela amizade.

Aos integrantes do Grupo de Estudos em Forragicultura - GEFOR do ICA-UFMG, pela amizade e pela mão-de-obra, sem a qual seria impossível realizar o experimento que deu origem à essa dissertação.

"Eu não quero acreditar, eu quero conhecer".

(Carl Sagan)

RESUMO

O objetivo com o trabalho foi comparar a resposta de pastos de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk e *Urochloa Brizantha* cv. Marandu em monocultivo e em sistema silvipastoril (SSP), e definir qual altura de desfolhação é a mais indicada para manejo em SSP. Foram realizados dois experimentos. No primeiro foram avaliadas quatro alturas de desfolhação intermitente para *U. decumbens* cv. Basilisk (20, 30, 40 e 50 cm) no SSP e uma testemunha desfolhada a 20 cm no sol pleno, em delineamento em blocos ao acaso com 4 repetições. Já no segundo experimento foram avaliadas quatro alturas de desfolhação intermitente para *U. brizantha* cv. Marandu (25, 35, 45 e 55cm) em duas distâncias (2,5 e 5 m) das árvores no SSP e com uma testemunha desfolhada a 25 cm no sol pleno, em delineamento em blocos ao acaso com 3 repetições. A espécie arbórea utilizada foi o eucalipto (*Eucalyptus* sp. clone I144). Foram avaliadas características estruturais, produção e composição morfológica em ambos trabalhos e composição bromatológica em capim-braquiária. A comparação das diferentes metas de manejo com as testemunhas evidenciou resultados distintos para cada uma das espécies. O acúmulo, produção de folhas e densidade volumétrica da forragem de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk em monocultivo é maior que no sistema silvipastoril, independentemente da meta de manejo utilizada. O acúmulo de forragem e a porcentagem de folhas no monocultivo de capim-braquiária foram de 36,2 kg/ha.dia e 59,81%, ao passo que no SSP foram de 22 kg/ha.dia e 59,06%. A meta de manejo de 50 cm dentro do SSP resultou em perfilhamento semelhante ao monocultivo e menor porcentagem de forragem morta, representando vantagens qualitativas em relação às outras metas de manejo em SSP. As diferentes alturas de manejo resultaram em redução do teor de cinzas e aumento de carboidratos não fibrosos do capim-braquiária. O acúmulo, massa seca total, massa seca de folhas e densidade volumétrica da forragem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em monocultivo também foram maiores que no sistema silvipastoril, independentemente da meta de manejo e da distância das árvores. A composição morfológica e relação folha colmo da forragem do capim-marandu não são afetadas pelo sistema de cultivo, pelas metas de manejo adotadas e pelas distâncias estudadas, exceto no manejo a 55 cm e a 5,0 m das árvores, onde o a produção de colmos é maior. A meta de manejo de 55 cm dentro do sistema silvipastoril a 2,5 m das árvores resultou em perfilhamento semelhante ao monocultivo, mas maior teor de forragem morta.

Palavras-chave: composição morfológica, estrutura, manejo, produção de forragem, sombreamento, *Urochloa decumbens*, *Urochloa brizantha*.

ABSTRACT

The objective with the work was to compare the response of *Urochloa decumbens* cv. Basilisk and *Urochloa Brizantha* cv. Marandu in monoculture and in silvopastoral system (SSP), and define which defoliation height is the most suitable for handling in SSP. Two experiments were carried out. In the first, four intermittent defoliation heights were evaluated for *U. decumbens* cv. Basilisk (20, 30, 40 and 50 cm) in the SSP and a defoliated control 20 cm in full sun, in a randomized block design with 4 repetitions. In the second experiment, four intermittent defoliation heights for *U. brizantha* cv. Marandu (25, 35, 45 and 55 cm) in two distances (2.5 and 5 m) from the trees in the SSP and with a bare leaf at 25 cm in full sun, in a randomized block design with 3 repetitions. The tree species used was eucalyptus (*Eucalyptus* sp. Clone I144). Structural characteristics, production and morphological composition were evaluated in both works and chemical composition in brachiaria grass. The comparison of the different management goals with the controls showed different results for each species. The accumulation, leaf production and volumetric density of *Urochloa decumbens* cv. Basilisk in monoculture is higher than in the silvopastoral system, regardless of the management goal used. The accumulation of forage and the percentage of leaves in the brachiargrass monoculture were 36.2 kg / ha.day and 59.81%, while in the SSP they were 22 kg / ha.day and 59.06%. The management goal of 50 cm within the SSP resulted in tillering similar to the monoculture and lower percentage of dead fodder, representing qualitative advantages in relation to the other management goals in SSP. The different management heights resulted in a reduction in ash content and an increase in non-fibrous carbohydrates in brachiaria grass. The accumulation, total dry mass, leaf dry mass and volumetric density of *Urochloa brizantha* cv. Marandu in monoculture were also higher than in the silvopastoral system, regardless of the management goal and the distance from the trees. The morphological composition and leaf stalk ratio of the marandu grass forage are not affected by the cultivation system, the management goals adopted and the distances studied, except in the management at 55 cm and 5.0 m from the trees, where the production of culms is greater. The 55 cm management goal

within the silvopastoral system at 2.5 m from the trees resulted in tillering similar to the monoculture, but with a higher content of dead forage.

Keywords: morphological composition, structure, management, forage production, shading, *Urochloa decumbens*, *Urochloa brizantha*.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO I

Figura 1 - Temperatura e precipitação mensal em Montes Claros - MG durante o período experimental.....	33
--	----

ARTIGO II

Figura 1 - Temperatura e precipitação mensal em Montes Claros - MG durante o período experimental.....	55
--	----

Figura 2 - Número de perfilhos do capim-marandu em silvipastoril sob 4 alturas de desfolhação e a duas distâncias das árvores.....	67
--	----

Figura 3 - Duração do ciclo e número de ciclos de colheita do capim-marandu em sistema silvipastoril sob diferentes alturas de manejo.....	68
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Altura de pré e pós pastejo para forrageiras do gênero <i>Urochloa</i> associadas a 95% de IL pelo dossel.....	20
--	----

ARTIGO I

Tabela 1 - Características produtivas e morfológicas de pastos de capim-braquiária (<i>Urochloa decumbens</i>) em monocultivo e sistema silvipastoril sob diferentes alturas de manejo.....	37
---	----

Tabela 2 - Características bromatológicas de pastos de capim-braquiária (<i>Urochloa decumbens</i>) em monocultivo e sistema silvipastoril sob diferentes alturas de manejo.....	45
--	----

ARTIGO II

Tabela 1 - Características produtivas do capim-marandu em monocultivo (Test.) e em silvipastoril sob 4 alturas de desfolhação e a duas distâncias das árvores.....	59
--	----

Tabela 2 - Características produtivas do capim-marandu em monocultivo (test.) e em silvipastoril sob 4 alturas de desfolhação.....	61
--	----

Tabela 3 - Taxa de acúmulo de forragem e porcentagem de material morto do capim-marandu a diferentes distâncias das árvores em sistema silvipastoril.....	63
---	----

Tabela 4 - Densidade de perfilhos do capim-marandu em monocultivo (test.) e em silvipastoril sob 4 alturas de desfolhação e a duas distâncias das árvores.....	66
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	14
2.1 Objetivo geral.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Gênero <i>Urochloa</i>	15
3.2 <i>Urochloa decumbens</i> cv. Basilisk.....	15
3.3 <i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandu.....	16
3.4 Histórico de pesquisas com manejo de forrageiras.....	17
3.5 Pesquisas com forrageiras em sistemas silvipastoris.....	19
3.6 <i>Urochloa decumbens</i> em sistema silvipastoril.....	21
3.7 <i>Urochloa brizanta</i> em sistema silvipastoril.....	23
4 REFERÊNCIAS	24
5 ARTIGOS	29
5.1 Artigo I - Alturas de desfolhação para capim-braquiária em sistema silvipastoril.....	29
5.2 Artigo II - Alturas de desfolhação para capim-marandu em sistema silvipastoril.....	51

1 INTRODUÇÃO

A pecuária se destaca como um dos setores de maior importância econômica e social dentro do conjunto de atividades que compõem o cenário da produção de alimentos no Brasil. Essa atividade fomenta a geração de renda para pecuaristas, trabalhadores do meio rural e da extensa cadeia de produtos de origem animal.

Sabe-se que na atividade agropecuária, os custos com alimentação do rebanho representam parcela considerável do total de custos de produção. Nesse sentido, uma alternativa viável e bastante utilizada é a produção animal à base de pasto, em decorrência do baixo custo da forragem como alimento, quando comparada com outras fontes alimentares. Em decorrência disso, observa-se no Brasil extensiva utilização de sistemas baseados em pasto.

Grande parte do avanço da atividade pecuária baseada em produção à pasto, deve-se aos estudos científicos com forrageiras tropicais, que permitiram o desenvolvimento de metas de manejo mais eficientes para as diferentes espécies forrageiras. O principal resultado disso foi o aumento da produção de forragem, com melhor qualidade nutricional.

A tecnologia dos sistemas silvipastoris está em evidência e é alternativa interessante do ponto de vista da sustentabilidade, intensificação da produção e diversificação da renda. Este sistema pode ser definido como uma modalidade de sistema agroflorestal onde ocorre integração entre árvores e pastagens no mesmo espaço. Isso possibilita otimização da produção e da rentabilidade, além de se colocar como alternativa mais viável do ponto de vista sustentável, já que os sistemas integrados entre lavoura, pastagem e silvicultura são indicados para reverter o processo de degradação das pastagens.

Contudo, quando comparada com sistema de produção em monocultivo, a quantidade de informações acerca do manejo de forrageiras em sistemas silvipastoris é reduzida. Por exemplo, em monocultivo, as estratégias de pastejo intermitente para gramíneas são bem definidas em função do nível de interceptação luminosa e índice de área foliar crítico. Em contrapartida, ao se considerar pastos cultivados em sistemas silvipastoris, ainda falta um consenso sobre a melhor estratégia de desfolhação a ser adotada, uma vez que a presença do componente arbóreo modifica fatores do ambiente como a disponibilidade hídrica, temperatura e, sobretudo, a quantidade e qualidade da luz incidente.

Diante da possibilidade de mudança do padrão de crescimento das gramíneas forrageiras em condições de sombreamento, é possível sugerir que haja mudanças na estrutura do pasto que modifiquem a altura de equilíbrio, onde a planta atinge o nível de 95% de interceptação luminosa. Essas mudanças são representadas por alongamento precoce de colmos (estiolamento), redução na densidade de perfilhos e mudanças na densidade volumétrica do pasto. A alteração dos padrões estruturais e de crescimento podem também ter impactos diretos no acúmulo de forragem, produção de folhas e composição bromatológica, fatores que justificam o estudo.

Dessa forma, avaliar a resposta de cultivares de forrageiras do gênero *Urochloa* sob sombreamento é fundamental para definir metas de desfolhação que proporcionem maior produtividade e persistência da forrageira no sistema consorciado com árvores.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Definir estratégias de desfolhação para gramíneas do gênero *Urochloa* em sistema silvipastoril.

2.2 Objetivos específicos

Avaliar a produção, composição morfológica e bromatológica de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk em sistema silvipastoril sob diferentes alturas de desfolhação intermitente.

Avaliar a produção e composição morfológica de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril, sob diferentes alturas de desfolhação intermitente e a duas distâncias da linha de árvores.

Recomendar qual altura de desfolhação intermitente é capaz de otimizar a resposta produtiva das forrageiras de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk e *Urochloa brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril, comparando sua resposta com sistema em monocultivo.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Gênero *Urochloa*

O gênero *Urochloa* é composto por cerca de cem espécies de origem tropical e subtropical africana. Algumas espécies são mais utilizadas como forrageiras na América tropical: *U. decumbens*, *U. brizantha*, *U. arrecta*, *U. dictyoneura*, *U. humidicola*, *U. mutica*, *U. riziziensis* e *U. mosambicensis*. A adaptação dessas espécies é vasta, abrangendo várzeas inundáveis, margens de florestas pouco densas e até regiões semiáridas. Dentre as mais utilizadas no Brasil, duas se destacam: *Urochloa decumbens* e *Urochloa brizantha* (VALLE et al., 2010).

A maior adoção destas espécies por parte dos produtores se deve à maior adaptação ao sistema de produção extensivo e semi-intensivo, característicos da pecuária brasileira. Além disso, essas plantas se mostraram muito adaptadas às condições de clima e solo do Cerrado, local onde são extensivamente cultivadas. Essas gramíneas também se mostraram mais tolerantes à acidez e à condições deficientes de manejo, fazendo com que evidências da falta de controle da taxa de lotação sejam, até certo ponto, tamponadas (EUCLIDES et al., 2014).

As cultivares Marandu e Basilisk, das espécies *U. brizantha* e *U. decumbens*, são as mais difundidas entre os produtores e mais cultivadas, também. Isso faz com que boa parte dos estudos científicos sobre manejo, formação e adubação de pastagens, tenham sido desenvolvidos com base nestas forrageiras (BRAGA et al., 2006; BRAGA et al., 2008; PEDREIRA et al., 2007; PEDREIRA et al., 2009; GIACOMINI et al., 2009, SILVEIRA et al., 2013).

3.2 *Urochloa decumbens* cv. Basilisk

Essa cultivar é derivada de sementes levadas de Uganda para a Austrália. No Brasil, a primeira introdução oficial dessa forrageira ocorreu no início da década de 1960, em Matão - SP, vindo a expandir-se entre 1968 e 1975, com a abertura dos Cerrados subsidiada por programas governamentais de formação de pastagens e expansão da fronteira agrícola. Estabeleceu-se assim, um intenso monocultivo nos cerrados brasileiros. A rápida expansão dessa forrageira, pode ser explicada pelo bom desempenho animal quando comparada com pastagens naturais e nativas. Porém, seu intenso monocultivo resultou em problemas como a cigarrinha-das-pastagens,

fotossensibilização em animais e degradação de pastagens associada ao manejo incorreto do pasto (VALLE et al., 2010).

O capim-braquiária (*U. decumbens* cv. Basilisk) é uma planta semiereta, decumbente, rústica, de colmos geniculados, rizomas pequenos e duros, lâmina foliar linear-lanceolada, papilo-pilosa nas duas faces. Apresenta inflorescência em panícula racemosa, com florescimento precoce ocorrendo em dias longos de verão (VALLE et al., 2010). Essa planta é bastante utilizada em sistemas de lotação contínua (FAGUNDES et al., 2005; SANTOS et al., 2010; SANTOS et al., 2011) e pastejo diferido (SANTOS et al., 2009), apresenta baixa exigência em fertilidade do solo maior tolerância à acidez (CANTARUTTI et al., 1999).

3.3 *Urochloa brizantha* cv. Marandu

A *Urochloa brizantha* cv. Marandu, também conhecida como braquiarião ou brizantão, foi lançada no Brasil pela Embrapa Gado de Corte e Embrapa Cerrados, no ano de 1984. Esta forrageira ocupa grande parte das pastagens brasileiras, chegando até a 80% em alguns estados. Devido aos problemas resultantes do monocultivo de *Urochloa decumbens*, a cultivar Marandu, resistente às cigarrinhas, substituiu gradualmente as áreas de *U. decumbens*, formando um novo monocultivo à partir de meados da década de 1980, cenário ainda persistente (VALLE et al., 2010).

A cultivar Marandu é uma planta cespitosa, robusta, com colmos iniciais prostrados, mas produzindo perfilhos que surgem cada vez mais eretos ao longo do crescimento da touceira. A altura pode variar entre 1,5 a 2,5 m, mas no manejo intermitente, recomenda-se o pastejo com 25 cm. Esta planta apresenta tendência ao intenso perfilhamento nos nós superiores dos colmos floríferos. As bainhas são densamente pilosas, bem desenvolvidas e encobrem o entrenó. As lâminas são lineares, largas, com pilosidade na face inferior. Sua inflorescência possui de 4 a 6 racemos, mas pode conter apenas um ou dois nas inflorescências dos perfilhos surgidos nos nós superiores dos colmos floríferos. O florescimento é intenso e concentrado no final do verão (VALLE et al., 2010).

As aplicações do capim-marandu em sistemas de produção animal são bastante diversificadas, podendo ser utilizado para lotação contínua (PAULA et al., 2012) ou rotativa (CASAGRANDE et al., 2010) e diferimento (EUCLIDES et al., 2007). Sua

exigência é considerada média a alta (CANTARUTTI et al., 1999) e seu nível de produtividade supera o capim-braquiária.

3.4 Histórico de pesquisas com manejo de forrageiras

As pesquisas com pastagem, nos países em que a pecuária é economicamente representativa, tiveram início nos primeiros períodos do século XX. Os resultados de trabalhos desta época, serviram de base para o desenvolvimento de estudos e tecnologias sobre manejo de pastagem que são utilizadas até os dias atuais (DA SILVA et al., 2015).

As primeiras pesquisas que determinaram o comportamento de rebrota de forrageiras foram realizadas na década de 1950. Brougham (1957) determinou a curva de crescimento de pastagens de trevo e azevém, observando que a taxa de crescimento aumentava durante as três primeiras semanas após a desfolhação, permanecia constante durante as cinco semanas subsequentes e, posteriormente, declinava. O gráfico de proposto por Brougham descreveu uma trajetória sigmóide, em forma de "S" para a massa de forragem em relação ao tempo, onde a inclinação maior representa maior taxa de crescimento e a curva mais achatada representa uma taxa de crescimento menor. Foi possível observar que no início do ciclo de rebrota, o acúmulo de forragem é mais lento, acelera posteriormente e em seguida desacelera novamente.

A evolução destas pesquisas permitiu, a partir da década de 1960, demonstrar que o crescimento das plantas forrageiras estava relacionado com o nível de interceptação de luz pelo dossel e com a área foliar. Estas pesquisas comprovaram que existe uma taxa constante de acúmulo de matéria seca (MS) à medida em que há folhagem suficiente para interceptar praticamente toda luz incidente. Assim, pôde-se classificar a curva de rebrota em três fases. A fase inicial, onde ocorre aumento exponencial da taxa de acúmulo de MS, que é influenciada, entre outras coisas, pelo resíduo foliar que é deixado após o pastejo. A segunda fase, que apresenta taxas médias de acúmulo constantes, e a terceira fase, com queda nas taxas médias de acúmulo, redução de crescimento, aumento da senescência, e aumento do sombreamento de folhas inferiores (SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

Posteriormente, Korte et al. (1982) e Parsons et al. (1988) concluíram que o critério de interrupção da rebrota quando o dossel atinge 95% de interceptação luminosa (IL) poderia ser utilizado de maneira satisfatória. Observou-se que, adotando este

parâmetro, a taxa média de acúmulo de forragem (balanço entre os processos de crescimento e senescência) atingiria seu máximo, resultando em maior produção de forragem de melhor valor nutritivo, com maior proporção de folhas e menor proporção de material morto. Esta medida definiria o intervalo entre cortes ou pastejos e, portanto, o ponto ideal de interrupção da rebrota. Tais observações apresentaram uma relação direta com o ponto final da fase linear da curva sigmóide proposta por Brougham (1957), fatos estes que culminaram na confluência de informações, legitimando a importância do índice de área foliar (IAF) no estudo da reação de plantas forrageiras à desfolha.

Carnevalli et al. (2006) observaram que a condição de 95% de IL proporcionou produção de forragem semelhante à frequência de 100% de IL, contudo, com composição morfológica mais favorável ao consumo de forragem pelos animais e com menores perdas ocasionadas por senescência e acamamento. Voltolini et al. (2010), relataram que na condição de 95% de IL, houve maior desempenho animal por área, pois, sob essas condições, observa-se menor crescimento de colmo, contribuindo para haja maior qualidade e maior consumo de forragem pelos animais.

Na década de 1990, o trabalho de Chapman e Lemaire (1993) se destacou no campo de pesquisas com plantas forrageiras. Estes autores ratificaram a importância do IAF para o estudo da resposta das plantas ao pastejo, demonstrando que este aspecto é resultante da interação entre características da planta e do ambiente. A razão da grande relevância deste trabalho se deve ao estudo integrado da morfogênese e ecofisiologia à experimentação com pastagens, afim de explicar a resposta das plantas e relaciona-la ao desempenho e comportamento dos animais. Isso influenciou na mudança de direção das pesquisas no Brasil, estimulando os trabalhos sobre morfogênese e ecofisiologia de plantas forrageiras tropicais. A evolução desse tipo de pesquisa, foi constatada nas reuniões da Sociedade Brasileira de Zootecnia, nos anos de 2000 e 2001, ficando evidenciado o avanço quantitativo e qualitativo, dos trabalhos com ecofisiologia e morfogênese de forrageiras tropicais, ratificando essa tendência nos trabalhos futuros (SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

Apesar de trabalhoso, o estudo da morfogênese permite acompanhar a dinâmica do surgimento de folhas e perfilhos, componentes da biomassa forrageira (NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2004). Este estudo proporciona uma análise mais eficaz do padrão de crescimento vegetal, além de promover conhecimento fundamental

indispensável para definir estratégias de gerenciamento, uma vez que possibilita a identificação de plantas com potencial diferente, através das variáveis estudadas como por exemplo, folhas, caule e taxa de alongamento, que são altamente correlacionadas com a taxa de acúmulo de forragem (BARBOSA et al., 2007).

O conhecimento das variáveis estruturais, como o impacto das variações da estrutura do dossel sobre a dinâmica do aparecimento e morte de folhas e perfilhos, bem como o conhecimento da morfogênese das plantas forrageiras, são ferramentas importantes para a determinação das condições do pasto (massa de forragem, altura, massa de folhas, IAF, entre outras), necessárias para que a produção animal aconteça de maneira eficiente em pastagens (SILVA e NASCIMENTO JÚNIOR, 2007).

3.5 Pesquisas com forrageiras em sistemas silvipastoris

As pesquisas com sistemas que integram árvores e pastagem se iniciaram por volta da década de 70 no estado de Minas Gerais, onde há grande atividade de silvicultura. Porém, mesmo diante do interesse crescente por sistemas consorciados e mais sustentáveis nos últimos anos, as informações científicas acerca do manejo e utilização ainda são restritas. Isso pode ser resultante da complexidade do agroecossistema integrado, da longa duração do período de avaliação e do baixo número de técnicos trabalhando com estes sistemas em diferentes regiões do país. Existe maior número de trabalhos com sombreamento artificial, porém, o sistema silvipastoril vai além do sombreamento, pois possui microclima próprio e complexo, que possui mais fatores determinantes que apenas a variação na qualidade e quantidade de luz (BERNARDINO e GARCIA, 2009).

Sistema silvipastoril é uma terminologia utilizada para designar a prática de integração entre árvores, pastagens e animais em uma mesma área (PACIULLO et al., 2014). A utilização de um sistema silvipastoril pode resultar de consorciação com árvores cultivadas, plantas resultantes de conservação e manutenção de espécies pré-existentes, ou pela gestão de árvores que surgem naturalmente nas áreas de pastagem (VANZELA e SANTOS, 2013).

O principal objetivo é estabelecer diferentes estratos vegetais que proporcionem melhor aproveitamento da oferta de recursos do meio ambiente. Nesse caso, as árvores, ou arbustos, são considerados os elementos essenciais para estabilidade do sistema, devido à sua capacidade de melhorar o processo de ciclagem de nutrientes, além do

aproveitamento da energia solar (PACIULLO et al., 2014). Através desta modalidade de consorciação, também é possível diversificar a produção e potencializar o uso da terra, da mão de obra, da renda e da produção de serviços ambientais (RIBASKI et al., 2001).

A mensuração direta da IL por produtores, com técnicas de campo, é bastante difícil devido ao elevado custo dos equipamentos, ficando restrita à pesquisa científica. Para resolver este problema e facilitar a aplicação prática do método no campo, ao longo desenvolvimento de pesquisas com esta temática, buscou-se associar a condição do pasto em que ocorre IL de 95%, com a respectiva altura do dossel forrageiro nesse momento (MACHADO, 2016). Em relação aos sistemas de cultivo em ambiente de sol pleno, há um consenso na literatura, quanto ao manejo de forrageiras através da relação entre IL e altura, o que possibilita a aplicação deste método no campo, de maneira eficaz. Em geral, o resíduo em torno de 50% da altura de entrada é relatado como um valor satisfatório para que seja respeitado o equilíbrio entre IAF pós-pastejo e as reservas orgânicas (DA SILVA, 2011). Para o gênero *Urochloa*, as medidas de altura correspondentes ao valor de 95% de IL são muito conhecidas, existindo bastante informação na literatura (Tabela 1).

Tabela 1- Altura de pré e pós pastejo para forrageiras do gênero *Urochloa* associadas a 95% de IL pelo dossel.

Forageira	Pré-pastejo	Pós-pastejo	Referência
Altura do pasto (cm)			
Marandu	25	15	Giacomini et al. (2009)
Xaraés	30	15	Pedreira et al. (2009)
Mulato	30	20	Silveira et al. (2013)
Basilisk	20	5 a 10	Braga et al. (2008)

Fonte: Adaptado de EUCLIDES *et al.* (2014) e BRAGA *et al.* (2008).

O mesmo não acontece com relação ao montante de informações disponíveis na literatura quanto ao manejo de forrageiras em sistemas silvipastoris, onde a quantidade é menor. Diferente do modelo de produção em sol pleno, o sistema silvipastoril apresenta

algumas diferenças. Apesar das vantagens, as árvores reduzem, através do sombreamento, a quantidade de luz disponível para as plantas forrageiras, afetando as propriedades morfogênicas que determinam sua produtividade (PACIULLO et al., 2008). Em sistema silvipastoril, para atingir IL de 95%, a altura necessária do dossel está relacionada com baixa densidade de perfilhos, uma vez que, nessas condições, há redução da capacidade do dossel forrageiro de interceptar a radiação solar. Além disso, é necessário que a planta aumente as taxas de alongamento de colmos e otimize a área foliar, para que o dossel possa atingir a interceptação ideal (MACHADO, 2016).

Fica evidenciado que o manejo por relação entre IL e altura em sistema silvipastoril não obedece ao mesmo consenso, quando comparado com sistema de sol pleno, em decorrência das mudanças na estrutura física das plantas. Em condições de baixa irradiância, as plantas destinam maior proporção de fotoassimilados para o aumento da área foliar, apresentando maior área foliar específica e folhas com menor densidade de massa (BERNARDINO e GARCIA, 2009). Por outro lado, em restrição luminosa, há direcionamento de parte do carbono fixado para produção de colmos mais alongados, estrutura que vai permitir à planta distribuir melhor suas folhas e otimizar a interceptação da luz.

3.6 *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril

Paciullo et al. (2007), avaliaram, por dois anos, a massa de forragem, índice de área foliar e densidade de perfilhos de *Urochloa decumbens* em sol pleno e em sistema silvipastoril. Os autores observaram que, no sistema silvipastoril, houve considerável redução em todas as variáveis analisadas, durante o primeiro ano. A diminuição do número de perfilhos, em decorrência do sombreamento do pasto pelas árvores pode ser explicada, segundo os autores, pela redução da relação vermelho:vermelho distante, que, em condições de sombreamento natural, exerce efeitos importantes sobre a morfogênese, podendo diminuir o perfilhamento das plantas. O cultivo de *Urochloa decumbens* no sub-bosque resultou em aumento nos teores de proteína bruta (PB) e diminuição nos teores de fibra detergente neutro (FDN), o que também pode ser explicado pelo microclima diferenciado provocado pelas árvores.

Paciullo et al. (2008), avaliaram as características estruturais, morfogênicas e a produção de MS de *Urochloa decumbens* submetida a três diferentes graus de sombreamento, 0%, 18% e 50% (área de monocultivo de *Urochloa decumbens*, área

próxima ao bosque e área com bosque de *Eucalyptus grandis* consorciado com leguminosas arbóreas, respectivamente). Os autores afirmam que a restrição luminosa elevou o alongamento de folhas e colmos, mas não influenciou as taxas de aparecimento de folhas e o número de folhas vivas por perfilho. Na condição de sombreamento mais intenso, a redução na densidade populacional de perfilhos é compensada pelo aumento nas taxas de alongamento foliar e de colmos, resultando em maior produção de MS à sombra. Os autores ainda relataram que a *Urochloa decumbens* apresenta grande plasticidade fenotípica frente às variações estacionais das condições climáticas e de sombreamento, o que a coloca como boa opção para uso em sistemas silvipastoris.

Resultados semelhantes foram observados por Lopes et al. (2017), trabalhando *Urochloa decumbens* submetida a três níveis de sombreamento (0, 29 e 70% de sombreamento), sem e com uso de fertilização, em sistema silvipastoril. O sombreamento reduziu os níveis de massa seca verde, massa seca total e densidade volumétrica da forragem. A aplicação de fertilizante não influenciou no aumento da massa e densidade volumétrica da forragem na condição de sombreamento mais intenso. Também não houve influência da adubação sobre as características nutricionais da forragem, mas o sombreamento mais intenso promoveu aumento de 21% nos teores de clorofila e de 51% nos teores de PB. Houve influência do sombreamento na redução dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Porém, não houve alteração nos teores de lignina e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) em resposta aos fatores estudados. Os autores consideram que a adubação com dose moderada de NPK, em *Urochloa decumbens*, deve ser feita apenas em sistemas de sol pleno ou sombreamento moderado, devendo ser evitado em condições de sombreamento severo, por não influenciar no aumento de massa de forragem e no aumento do valor nutricional.

Resultados diferentes em relação à massa de forragem, foram relatados por Castro et al. (2009), trabalhando com *Urochloa decumbens* submetida a três níveis de sombreamento (0, 29 e 45% de sombreamento) em sistema silvipastoril. Os autores observaram influência positiva do sombreamento sobre a massa de forragem nas estações de primavera e verão. Em relação aos teores de PB, houve aumento com o sombreamento, em concordância com Paciullo et al. (2007) e Lopes et al. (2017), mas os teores de FDN e DIVMS não foram influenciados pelas porcentagens de

sombreamento, diferentemente dos resultados observados pelos autores anteriormente citados.

No que diz respeito a queda na densidade populacional de perfilhos e na densidade volumétrica da forragem, quando a disponibilidade de luz é reduzida, os resultados de Paciullo et al. (2007), Paciullo et al. (2008), e Lopes et al. (2017), estão de acordo com Bernardino e Garcia (2009), que relataram associação desta característica com menor quantidade de radiação que penetra no dossel forrageiro. Esta radiação é responsável por promover a ativação de gemas axilares e basais para a formação de novos perfilhos (BERNARDINO e GARCIA, 2009).

Gobbi et al. (2008), avaliaram as características de *Urochloa brizantha* submetida a diferentes escalas de sombreamento artificial (pleno sol, 50% e 70% de sombreamento). Foi observado aumento do comprimento de lâminas foliares e colmos, à medida que houve redução na quantidade de luz disponível, resultando em maior altura média do dossel.

Resultado semelhante foi observado por Machado (2016), avaliando estratégias de manejo do pastejo de *Urochloa decumbens* em sistema silvipastoril. Em geral, os pastos em sistema silvipastoril, apresentaram maior proporção de pseudocolmo em relação ao do monocultivo. O autor observou, em todas as alturas analisadas, menor taxa de acúmulo de forragem no sistema silvipastoril em relação ao cultivo em sol pleno. Quando manejado com 30 e 40 cm, o estrato pastejável dos sistemas silvipastoris proporcionou valor nutritivo muito semelhante à forragem manejada com 20 cm no monocultivo, com modestas reduções na DIVMS e maiores teores de PB. O autor encontrou a altura ideal, correspondente a 95% de IL, de 40 cm para pré-pastejo, e altura ideal de pós-pastejo de 20 cm.

3.7 *Urochloa brizantha* em sistema silvipastoril

Sousa et al. (2007), avaliando a produtividade e valor nutritivo de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril, relataram efeito do sombreamento sobre a redução de MS e aumento dos teores de PB. O sombreamento não afetou os teores de FDN, mas influenciou positivamente nos teores de FDA, resultando em menor DIVMS.

Resultado semelhante, no que diz respeito à produção de MS e teores de FDN em função da disponibilidade de luz, foi observado por Reis et al. (2013), trabalhando

com *Urochloa brizantha* cv. Marandu submetida a quatro níveis de sombreamento (0, 47, 53 e 66% de sombreamento) e quatro níveis de adubação (0, 50, 70 e 100 kg de N por aplicação). Os autores relataram queda linear da produção de MS à medida que se aumentou o sombreamento, fator este, que não exerceu influência sobre os teores de FDN. Em contrapartida, os teores de PB reduziram linearmente em função da diminuição da disponibilidade de luz. Não foi observada relação entre o sombreamento e a altura do dossel forrageiro, sendo que esta variável foi influenciada apenas pela adubação e estação. Esta conclusão contraria resultados anteriormente citados Castro et al. (2009), Paciullo et al. (2008), Bernardino e Garcia (2009) e Machado (2016), para forrageiras do gênero *Urochloa*, onde é relatado que o sombreamento influencia a altura do dossel.

Martuscello et al. (2009), avaliando a produção de três gramíneas do gênero *Urochloa* (*decumbens*, Marandu e Xaraés), submetidas a três níveis de sombreamento artificial (0, 50 e 70% de sombreamento), observou que todas as forrageiras analisadas tendem a alongar os colmos e folhas como tentativa de exposição à luz, o que aumentou a altura das plantas à medida em que se elevou o sombreamento. Apesar da cultivar Xaraés ter apresentado melhores níveis de produção em todos os níveis de sombreamento, na condição de 50% sombreamento, a cultivar Marandu e a *U. decumbens* apresentaram melhores resultados (24,6 e 56,2% respectivamente), quando comparadas com o a condição de sol pleno. Os autores consideraram a cultivar Xaraés, como a mais indicada para sistemas de produção em sombreamento, mas enfatizaram a necessidade de mais pesquisas em situação de campo para se determinar o comportamento dessas espécies em sistemas silvipastoris.

4 REFERÊNCIAS

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

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. Sistemas Silvipastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 60, p. 77, 2010.

BRAGA, G. J.; LEITE, V. B. O. Características estruturais do dossel de pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidas a diferentes intensidades de desfolhação. In: Reunião

Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43., 2006. João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, v.43, 2006. 1 CD-ROM.

BRAGA, G. J.; PORTELA, J. N.; PEDREIRA, C. G. S. Crescimento de folhas e hastes durante a rebrotação de *Brachiaria decumbens* sob efeito de intensidade e frequência de pastejo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD-ROM).

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

CANTARUTTI, R. B.; MARTINS, C. A.; CARVALHO, M. M.; FONSECA, D. M.; ARRUDA, M. L.; VILELA, H.; OLIVEIRA, F. T. T. Pastagens. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V. V. H., (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais (5ª Aproximação)**. Viçosa, MG, 1999. p.13-20.

CARNEVALLI, R. A.; DA SILVA, S. C.; BUENO, A. A. O.; UEBELE, M. C.; BUENO, F. O.; HODGSON, J.; SILVA, G. N.; MORAIS, J. P. G. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v. 40, n. 3, p. 165, 2006.

CASAGRANDE, D. R.; RUGGIERI, A. C.; JANUSCKIEWICZ, E. R.; GOMIDE, J. A.; REIS, R. A.; VALENTE, A. L. S. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu manejado sob pastejo intermitente com diferentes ofertas de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 39, n. 10, p. 2108-2115, out. 2010.

CASTRO, C. R. T.; PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; MÜLLER, M. D.; NASCIMENTO JÚNIOR, E. D. Características agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, edição especial, n. 60, p. 19-25, 2009.

CHAPMAN, D. F.; 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.

DA SILVA, S. C. Uso da interceptação de luz como critério de manejo do pastejo. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 8., 2011, Lavras, MG. **Anais...** Lavras, MG: UFLA, 2011. p. 79-98.

DA SILVA, S.C.; SBRISSIA, A.F.; PEREIRA, L.E.T. Ecophysiology of C4 Forage Grasses - Understanding Plant Growth for Optimising Their Use and Management. **Agriculture**, n.5, p.598-625, 2015.

EUCLIDES, V. P. B. E.; FLORES, R.; MEDEIROS, R. N.; OLIVEIRA, M. P. Diferimento de pastos de Braquiária cultivares Basilisk e Marandu, na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, n.2, p.273-280, 2007.

EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; BARBOSA, R. A.; NANTES, N. N. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Ceres**, v. 61, Suplemento, p. 808-818, 2014.

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; VITOR, C. M. T.; MORAIS, R. V.; MISTURA, C.; REIS, G. C.; MARTUSCELLO, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.4, p.397-403, 2005.

FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**. Viçosa, MG : Ed. UFV, 2010. 537 p.

FONSECA, L.; MEZZALIRA, J. C.; BREMM, C.; FILHO, R. S. A.; GONDA, H. L.; CARVALHO, P. C. F. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in *Sorghum bicolor*. **Livestock Science**, v.145, p. 205-211, 2012.

GIACOMINI, A. A.; DA SILVA, S. C.; SARMENTO, D. O. L.; ZEFERINO, C. V.; SOUZA JÚNIOR., S. J.; TRINDADE, J. K.; GUARDA, V. A.; NASCIMENTO JUNIOR., D. Growth of marandu palisade grass subjected to strategies of intermitente stocking. **Scientia Agricola**, v. 66, n. 6, p. 733-741, 2009.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; ROCHA, G. C.; TONUCCI, R. G.; BERNARDINO, F. S. Características morfológicas, estruturais e produtividade da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk submetida ao sombreamento. In: Reunião anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 45., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD-ROM).

KORTE, C. J.; WATKIN, B. R.; HARRIS, W. Use of residual leaf area index and light interception as criteria for spring grazing management of a ryegrass-dominant pasture. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.25, p.309-319, 1982.

LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S. C.; ARAÚJO, S. A. C.; GOMIDE, C. A. M.; MORENZ, M. J. F.; VILLELA, S. D. J. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.69, n.1, p.225-233, 2017.

MACHADO, V. D. Estratégias de manejo do pastejo do capim-braquiária em sistema silvipastoril. 2016. **Tese de Doutorado**. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2016.

MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A.; CUNHA, D. N. F. V. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1183-1190, 2009.

NASCIMENTO JUNIOR, D.; NETO, A. F. G.; BARBOSA, R. A.; ANDRADE, C. M. S. Fundamentos para o manejo de pastagens: evolução e atualidade. In: Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem, 1., 2002, viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. p.149-196.

NASCIMENTO JUNIOR, D.; SILVA, S. C.; ADESE, B. Perspectivas futuras do uso de gramíneas em pastejo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 31., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. p.130-141.

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 573-579, 2007.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; TAVELA, R. C.; ROSSIELLO, R. O. P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 7, p. 917-923, 2008.

PACIULLO, D. S. C.; CASTRO, C. R. T.; GOMIDE, C. A. M.; PIRES, M. F. A.; MÜLLER, M. D. Potencialidades e desafios de sistemas silvipastoris. In: XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2014. **Anais...** Vitória: XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2014.

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

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

PEDREIRA, B. C.; PEDREIRA, C. G. S.; Da SILVA, S. C. Acúmulo de forragem durante a rebrotação de capim-xaraés submetido a três estratégias de desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 618-625, 2009.

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

RIBASKI, J., MONTOYA, L. J. V., RODIGHERI, H. R. Sistemas agroflorestais: aspectos ambientais e sócio-econômicos. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 212, p. 61-67, 2001.

SANTOS, M. E R.; FONSECA, D. M.; BALBINO, E. M.; MONNERAT, J. P. I. S.; SILVA, S. P. Capim-braquiária diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.650-656, 2009.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M.; SILVA, S. P.; PIMENTEL, R. M. Morfologia de perfilhos basais e aéreos em pasto de *Brachiaria decumbens* manejado em lotação contínua. **Enciclopédia Biosfera**, vol.6, n.9, p.1-13, 2010.

SANTOS, M. E. R.; FONSECA, D. M.; GOMES, V. M.; SANTOS, A. L.; CASTRO, M. R. S.; ALBINO, R. L. Diversidade de perfilhos em pasto de *Brachiaria decumbens* manejado em regime de lotação contínua. **Boletim Indústria Animal**, v.68, n.1, p.17-26, 2011.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV-Imprensa Universitária, 2002. 235 p.

SILVA, S. C.; NASCIMENTO JUNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, supl. p. 122-138, 2007.

SILVEIRA, M. C. T.; DA SILVA, S. C.; SOUSA JUNIOR, S. J.; BARBERO, L. M.; RODRIGUES, C. S.; LIMÃO, V. A.; PENA, K. S.; NASCIMENTO JUNIOR, D. 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.

SOUSA, L. F.; MAURÍCIO, R. M.; GONÇALVES, L. C.; SALIBA, E. O. S.; MOREIRA, G. R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiariabrizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 59, n. 4, p. 1029-1037, 2007.

VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK L.; RESENDE, R. M. S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). **Plantas Forrageiras**. Viçosa: Ed. da UFV, 2010. p.30-77.

VANZELA, J. Y. A.; SANTOS, G. B. Sistemas silvipastoris como alternativa para o aumento da produtividade da propriedade rural: revisão. In: V Simpósio nacional de tecnologia em agronegócio. **Anais...** Ourinhos: V Simpósio nacional de tecnologia em agronegócio, v.1, p. 1-10, 2013.

5 ARTIGOS

5.1 Artigo I - Alturas de desfolhação para capim-braquiária em sistema silvipastoril

(Normas da revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia)

Alturas de desfolhação para capim-braquiária em sistema silvipastoril

Defoliation heights for brachiaria grass in silvopastoral system

RESUMO: O objetivo com o trabalho foi comparar a resposta de pastos de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk em monocultivo e em sistema silvipastoril (SSP) e definir qual altura de desfolhação é a mais indicada para manejo em SSP. Foram avaliadas quatro alturas de desfolhação intermitente (20, 30, 40 e 50 cm) para a forrageira no SSP e uma testemunha desfolhada com 20 cm em pleno sol, em delineamento em blocos ao acaso com 4 repetições. Todos tratamentos foram desfolhados em 50% da altura pré-pastejo. Não houve diferença entre a testemunha e o manejo com 40 e 50 cm em SSP para produção média de forragem por corte (PMED) e densidade de perfilhos (PERF), respectivamente. No SSP a resposta da produção de massa seca de folhas (MSF) e da porcentagem de folhas (PFOL) foi maximizada em 39,8 e 50 cm, respectivamente. A porcentagem de material morto (PMOR) foi minimizada com desfolhações a 50 cm. A elevação da altura prolongou a duração dos ciclos de pastejo e reduziu o número de ciclos de pastejo. Os diferentes gradientes não influenciaram os teores de fibra e proteína, porém reduziram o teor de cinzas e elevaram o de carboidratos não fibrosos. O acúmulo, produção de folhas e densidade volumétrica da forragem em monocultivo é maior que no SSP, independentemente da meta de manejo utilizada. A meta de manejo de 50 cm no SSP resulta em perfilhamento semelhante ao monocultivo com menor teor de forragem morta, menor teor de cinzas e maior proporção de carboidratos não fibrosos.

Palavras-chave: composição morfológica, estrutura, manejo, produção de forragem, sombreamento, *Urochloa decumbens*

ABSTRACT: The objective with the work was to compare the response of *Urochloa decumbens* cv. Basilisk in monoculture and silvopastoral system (SSP) and define which defoliation height is the most suitable for handling in SSP. Four intermittent defoliation heights (20, 30, 40 and 50 cm) were evaluated for the forage in the SSP and a 20 cm defoliated control in full sun, in a randomized block design with 4 repetitions. All treatments were defoliated at 50% of pre-grazing height. There was no difference between the control and the 40 and 50 cm management in SSP for average forage production per cut (PMED) and tiller density (PERF), respectively. In the SSP the

response of dry leaf production (MSF) and percentage of leaves (PFOL) was maximized at 39.8 and 50 cm, respectively. The percentage of dead material (PMOR) was minimized with defoliation at 50 cm. The height increase prolonged the duration of grazing cycles and reduced the number of grazing cycles. The different gradients did not influence the fiber and protein content, however they reduced the ash content and increased the non-fibrous carbohydrates. The accumulation, leaf production and volumetric density of forage in monoculture is greater than in SSP, regardless of the management goal used. The goal of handling 50 cm in the SSP results in tillering similar to the monoculture with lower content of dead fodder, lower ash content and a higher proportion of non-fibrous carbohydrates.

Keywords: morphological composition, structure, management, forage production, shading, *Urochloa decumbens*

INTRODUÇÃO

Grande parte do avanço da atividade pecuária baseada em produção à pasto, deve-se aos estudos científicos com forrageiras tropicais, que permitiram o desenvolvimento de metas de manejo mais eficientes para as diferentes espécies. O principal resultado disso foi o aumento da produção de forragem, com melhor qualidade nutricional (EUCLIDES et al., 2014).

Dentre as tecnologias voltadas para aumento da produção e qualidade, podemos citar o sistema silvipastoril (SSP), que representa alternativa tecnológica para a produção sustentável e diversificada em estabelecimentos pecuários (PACIULLO et al., 2014). Frente à crescente adesão destes sistemas por parte dos produtores rurais, há necessidade de maiores estudos acerca do manejo mais apropriado para a planta forrageira cultivada no sub-bosque. Em condições de monocultivo, as estratégias de pastejo intermitente para gramíneas são bem definidas em função do nível de interceptação luminosa (IL) e índice de área foliar crítico. Em contrapartida, ao se considerar pastos cultivados em SSP, ainda falta um consenso sobre a melhor estratégia de desfolhação a ser adotada, uma vez que a presença do componente arbóreo modifica fatores do ambiente como a disponibilidade hídrica, temperatura e, sobretudo, a quantidade e qualidade da luz incidente (VANZELA e SANTOS, 2013; RODRIGUES et al., 2014).

Conforme relatado em pesquisas anteriores, o sombreamento de gramíneas de clima tropical, como o capim-braquiária (*Urochloa decumbens* cv. Basilisk), resulta em mudanças nos padrões morfogênicos, estruturais e morfológicos da forrageira (GOBBI et al., 2011; PACIULLO et al., 2011; COELHO et al., 2014; LOPES et al., 2017b). Estas mudanças podem ter impacto significativo na produção e qualidade forrageira. Além disso, é possível sugerir estas mudanças atuem de forma a modificar a altura de equilíbrio, onde a planta atinge o nível de 95% de interceptação luminosa. Dessa forma, torna-se importante avaliar o impacto do sombreamento por meio de diferentes metas de manejo como forma de identificar aquela que mais se aproxime da condição ideal para a forrageira.

A *Urochloa decumbens* cv. Basilisk foi uma das plantas mais cultivadas no passado (VALLE et al., 2010) e até hoje pode ser encontrada em grande parte das áreas de pastagem do país, sendo, portanto, uma das mais utilizadas em cultivos consorciados com árvores. Assim, a definição de metas de manejo intermitente para esta forrageira em sistemas consorciados com árvores tem potencial para otimizar a resposta produtiva da espécie forrageira, de modo que a mesma seja colhida no momento adequado, minimizando as perdas via senescência e favorecendo o acúmulo de forragem.

Deste modo, o objetivo com o trabalho foi comparar a resposta de pastos de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk em monocultivo e em sistema silvipastoril e definir qual altura de desfolhação é a mais indicada para manejo da forrageira em sistema silvipastoril.

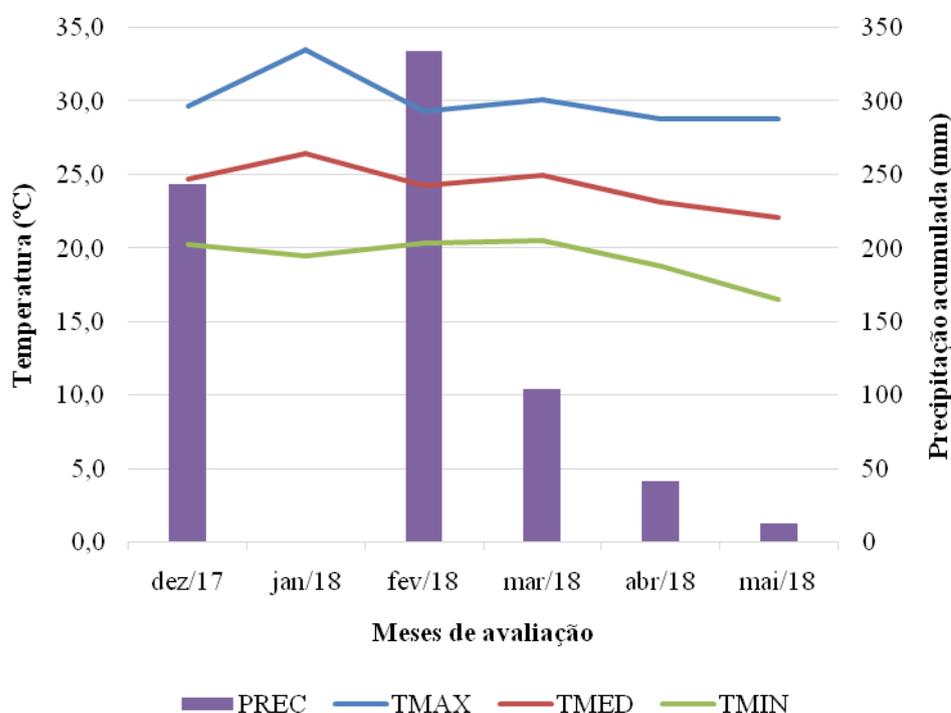
MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de 18/12/2017 a 26/04/2018, em sistema silvipastoril, com aproximadamente 6.900 m², estabelecido há 10 anos, no município de Montes Claros, nas coordenadas 16°40'3.17", de latitude Sul, 43°50'40.97", de longitude Oeste, a 598 metros de altitude. O clima do local é do tipo Aw (tropical de savana), caracterizado por temperaturas anuais elevadas e regime de chuvas marcado por verão chuvoso e inverno seco.

Os dados de precipitação e temperatura média foram armazenados durante todo o período experimental. Como observado na figura 1, o maior volume de chuvas (333,9 mm) ocorreu no mês de fevereiro e o menor volume (0 mm) em janeiro. A temperatura

média mais alta (26,5 °C) ocorreu no mês de janeiro e a mais baixa (22,1 °C) no mês de maio.

Figura 1 - Temperatura e precipitação mensal em Montes Claros - MG durante o período experimental



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2018)

O delineamento foi em blocos ao acaso com 4 repetições, onde foram avaliados 4 tratamentos e uma testemunha adicional. A testemunha correspondeu à forrageira em monocultivo, desfolhada com 20 cm, ou seja, com 95% de interceptação luminosa (BRAGA et al., 2008). Já os 4 tratamentos avaliados no sistema silvipastoril corresponderam a um gradiente de 4 alturas a partir daquela recomendada para o monocultivo (20, 30, 40 e 50 cm). Em todos os tratamentos a altura de resíduo correspondeu a 50% da altura pré-desfolhação, valor baseado na recomendação de Fonseca et al. (2012).

A forrageira foi estabelecida cerca de um ano antes do início do experimento, em parcelas de 9 x 4 m, nas entrelinhas de eucalipto. A espécie arbórea inserida na área de sistema silvipastoril, o Eucalipto (*Eucalyptus* sp. clone I144), apresenta espaçamento de 10 m entre as linhas de plantio e aproximadamente 4 m entre árvores dentro da linha.

No início do período experimental, as árvores passaram pelo processo de desrama dos galhos mais baixos para reduzir o sombreamento no sub-bosque.

As forrageiras foram submetidas a um corte de uniformização em dezembro de 2017 e, posteriormente, foram manejadas de acordo com as alturas preconizadas nos tratamentos. Para definir o momento do corte, a altura das plantas foi monitorada a cada dois dias por meio da medição de 10 pontos aleatórios em cada parcela.

A forrageira foi adubada com o correspondente a 80 kg/ha de P_2O_5 na forma de superfosfato simples, 100 kg/ha de K_2O na forma de cloreto de potássio e 100 kg/ha de nitrogênio na forma de ureia. As adubações com nitrogênio e potássio foram aplicadas em duas vezes, sendo a primeira consecutivamente ao corte de uniformização e a segunda, 60 dias após a primeira. Toda área foi mantida irrigada nos períodos críticos por meio de sistema de aspersão com taxa de 730 l/hora durante o período de 4 horas por dia.

Os cortes avaliativos foram realizados quando cada parcela atingiu a altura preconizada pelos tratamentos. Nesses momentos, a forragem foi amostrada com auxílio de moldura de 1,0 m², posicionada aleatoriamente dentro da área útil (descontando-se 1 m em cada lateral) em cada parcela. Toda forragem coletada na moldura foi pesada para determinação da produção de forragem (produção de massa fresca - PMF). Do total colhido, foram retiradas duas subamostras com cerca de 150 g cada para a determinação do teor de matéria pré-seca (%MPS) e análise bromatológica e para a separação dos componentes morfológicos folhas, colmos e material morto.

De posse da PMF e da %MPS, foi estimada a produção média de forragem por corte (PMED). A relação folha:colmo foi determinada pelo quociente entre o peso seco de folhas verdes e o peso seco de colmos verdes. Os valores de massa de forragem medidos nas molduras foram convertidos para a magnitude de kg ha⁻¹ e os componentes morfológicos expressos como proporção (%) da massa de forragem. O acúmulo de forragem (kg/ha⁻¹ de massa de forragem) foi calculado a partir da quantidade de forragem verde (folhas e colmos) acumulada acima da altura do resíduo, dividida pelo número de dias de crescimento. A produção de massa seca total do período experimental foi obtida pelo somatório da produção de todos os cortes.

A densidade populacional de perfilhos foi medida no dia do corte, por meio da contagem de perfilhos vivos presentes em moldura de 0,5 x 0,5 m, posicionada

aleatoriamente na área útil da parcela. Ao final do período o número de perfilhos foi obtido pela média da contagem observada em cada corte.

A densidade da forragem, expressa em mg/cm³ foi obtida por meio a divisão da massa seca colhida acima da altura de resíduo pelo volume em cm³ ocupado pela forragem colhida. O volume foi estimado com base na área da moldura e a altura desde a superfície do horizonte e a altura do resíduo.

Após a coleta, a parcela foi uniformizada por completo com auxílio de roçadeira motorizada, de acordo com a altura de resíduo do respectivo tratamento.

Em laboratório, a amostra destinada à determinação da %MPS foi colocada em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas e processada em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm. Após essa fase as amostras foram analisadas quanto aos teores de matéria seca a 105°C, matéria mineral (MM) e proteína bruta (PB) de acordo com AOAC (2006), fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) de acordo com Van Soest et al. (1991). O teor de estrato etéreo (EE) foi quantificado usando o procedimento da AOCS Am 5-04 (2005), com extrator Marconi. O teor de carboidratos não fibrosos (CNF) foi quantificado pela equação $CNF = 100\% - (\% FDN + \% MM + \% PB + \% EE)$. Os nutrientes digestíveis totais foram quantificados de acordo com metodologia proposta por Kears (1982).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, os tratamentos foram comparados à testemunha por meio de teste Dunnett, a 5% de probabilidade. Já o efeito das alturas dentro do sistema silvipastoril foi analisado por regressão. Os modelos foram escolhidos com base na significância dos parâmetros, coeficiente de determinação e explicação biológica dos dados. Todos os dados foram analisados com auxílio do software GENES - Aplicativo Computacional em Genética e Estatística, versão 1990.2017.43 (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos comuns (alturas dentro do SSP) e a testemunha ($P < 0,05$) para produção média de forragem (PMED), massa seca total (MST), massa seca de folhas (MSF), acúmulo de forragem (ACUM), porcentagem de material morto (PMOR), densidade de perfilhos (PERF) e densidade de forragem (DENS). Já para porcentagem de folhas (PFOL), porcentagem de colmos

(PCOL), relação folha:colmo (RFC), duração de ciclo (DCI) e número de ciclos (NCI), não houve diferença entre os tratamentos comuns e a testemunha ($P>0,05$) (Tabela 1).

Para a variável PMED, apenas o tratamento colhido com 40 cm de altura não diferiu da testemunha, indicando que esta meta de manejo proporcionou maior quantidade de forragem colhida em cada um dos ciclos de pastejo. De fato, maiores alturas podem estar associadas a maiores quantidades de biomassa de forragem colhida. Dim et al. (2015), trabalhando com três alturas de manejo (30, 45 e 60 cm), observaram incremento de 29,35% na produção de massa de forragem por ciclo, à medida que se elevou a altura de desfolha do capim-piatã. Os demais tratamentos (20, 30 e 50 cm) apresentaram valores de PMED inferiores ao pleno sol, indicando que estas condições implicaram em menor horizonte de forragem colhido ou mudanças na estrutura do pasto que podem ter resultado em redução da massa presente no horizonte colhido (Tabela 1).

Foi observado efeito de alturas de manejo dentro do SSP, onde a elevação das alturas resultou em aumento linear na PMED (Tabela 1). A elevação da altura de manejo de 20 para 50 cm dentro do SSP resultou em aumento de 24,69% na massa colhida por corte. Conforme relatado anteriormente, isso se deve ao maior horizonte de folhas colhido nas maiores alturas de manejo. Carnevalli et al. (2006) também observaram aumento na massa de forragem colhida em pastos de capim-mombaça desfolhados com 95 e 100% de IL. Os pastos colhidos mais altos (100% de IL), de fato apresentaram mais massa de forragem no momento da colheita, porém a produção total não diferiu, indicando que pode haver compensação da produtividade em função do número de colheitas. Fato também observado no presente estudo.

Tabela 1 - Características produtivas e morfológicas de pastos de capim-braquiária (*Urochloa decumbens*) em monocultivo e sistema silvipastoril sob diferentes alturas de manejo.

Variável	Testemunha	Alturas				Equação de Regressão	R ²	CV (%)
		20	30	40	50			
PMED (kg/ha)	870,5	569,2*	671,76*	713,6	699,9*	$\hat{Y}=3,7353x + 379,16$	60,42	11,53
MST (kg/ha)	5222,8	2840,6*	3456,1*	3224,9*	2999,4*	$\hat{Y} = 3130,3$	-	13,77
MSF(kg/ha)	3131,6	1450,2*	2030,2*	1914,8*	1938,5*	$\hat{Y} = -168,91 + 110,8619x - 1,3910x^2$	48,62	12,74
ACUM (kg/ha.dia)	36,2	17,9*	24,5*	23,0*	22,7*	$\hat{Y} = 22,0$	-	12,98
PFOL (%)	59,81	52,06	59,90	59,13	65,16	$\hat{Y} = 0,385x + 45,57$	85,39	8,16
PCOL (%)	29,44	30,13	32,25	32,88	32,72	$\hat{Y} = 32,00$	-	6,92
PMOR (%)	10,75	17,82	7,85	7,99	2,13*	$\hat{Y} = -0,469x + 25,37$	86,49	40,81
PERF (perfilhos/m ²)	630,7	446,1*	504,2*	525,8*	563,4	$\hat{Y} = 3,735x + 379,1$	96,64	7,15
RFC	2,1	1,8	2,1	2,1	2,3	$\hat{Y} = 2,0689$	-	18,70
DENS (mg/dm ³)	0,6441	0,3404*	0,3284*	0,3206*	0,2856*	$\hat{Y} = 0,3188$	-	15,47
DCI (dias)	21,5	21,1	21,1	24,7	26,2	$\hat{Y} = 16,7387 + 0,1867x$	83,60	14,10
NCI (ciclos)	6,04	6,15	6,15	5,44	5,07	$\hat{Y} = 7,1017 - 0,03978x$	84,58	10,60

* estatisticamente diferente da testemunha pelo teste Dunnett, a 5% de probabilidade. PMED: produção média de forragem; MST: massa seca total; MSF: massa seca total de folhas; ACUM: acúmulo de forragem; PFOL: porcentagem de folhas; PCOL: porcentagem de colmo; PMOR: porcentagem de material morto; PERF: densidade de perfilhos; RFC: folha:colmo; DENS: densidade de forragem; DCI: duração de ciclo; NCI: número de ciclos.

Para a variável MST, foi observada diferença significativa entre a testemunha e a média dos tratamentos no SSP (Tabela 1). A média da testemunha foi 66,85% superior à média das diferentes alturas de manejo dentro do SSP. Ao avaliar o efeito das alturas de manejo dentro do SSP, não foi verificado efeito significativo, nem ajuste aos modelos de regressão. Nesse sentido, as diferentes metas de manejo adotadas para o capim-braquiária no SSP não foram capazes de proporcionar diferenças na produção de biomassa de forragem. Provavelmente, o nível de sombreamento proporcionado pela copa das árvores adultas e o pequeno espaçamento adotado tenham resultado em maior restrição ao crescimento e desenvolvimento do capim-braquiária que não respondeu à elevação das alturas no SSP. Pereira et al. (2015) afirmam que o aumento no adensamento das árvores em SSP, de 10x4 m para 3x2 m, é capaz de reduzir o acúmulo de forragem em pastos de *U. decumbens* em 37 e 48 % nas estações verão e outono, respectivamente.

A MSF seguiu mesma tendência da MST, onde a média da testemunha foi significativamente superior à média das diferentes alturas dentro do SSP ($p < 0,05$). Porém, ao analisar o efeito das alturas por meio de regressão, observou-se melhor ajuste ao modelo quadrático. O ponto de máxima produção de folhas ocorreu na altura estimada de 39,8 cm, cuja massa atingiu valores de 2040,0 kg/ha. É possível que as desfolhações a 20 cm tenham sido muito severas para o capim-braquiária no SSP, o que reduziu a sua produção e acúmulo. Por outro lado, a redução na MSF observada nas maiores alturas pode ser resultado do autossombreamento e do maior intervalo entre cortes. Isso evidencia que a pastagem sombreada demorou mais tempo para acumular forragem em quantidade semelhante ao tratamento sem restrição luminosa.

Segundo Lopes et al. (2017a), pastos submetidos ao sombreamento são caracterizados por menor densidade de forragem no dossel. Nesse sentido, é possível que a menor altura das plantas manejadas com 20 cm associada à baixa densidade tenha resultado em menor quantidade colhida, o que pode ter sido corrigido pela elevação da altura para valores próximos de 40 cm. Segundo Machado (2016), pastos de capim-braquiária apresentam melhor resposta à desfolhação quando manejados com alturas pré e pós desfolhação de 40 e 20 cm, respectivamente. A convergência do presente estudo com os valores observados por Machado (2012) e Machado (2016), reforçam a hipótese de que plantas forrageiras cultivadas em sistema silvipastoril apresentam altura aos 95%

de IL superiores àquelas preconizadas para o pleno sol e que pastos de *U. decumbens* cv. Basilisk devem ser desfolhados mais altos em SSP.

As médias dos tratamentos sombreados diferiram estatisticamente da testemunha quanto ao ACUM, onde o monocultivo foi superior a todas as metas de manejo em SSP (Tabela 1). Ao avaliar o efeito das alturas de manejo dentro do SSP, não foi verificada regressão significativa. Assim, independentemente da meta utilizada, o acúmulo de forragem foi de, em média, 22 kg/ha.dia, valor 40% inferior ao monocultivo. Lopes et al. (2017b) trabalhando com três níveis de sombreamento (0, 20 e 70%) e dois níveis de fertilização (presença ou ausência de nitrogênio, fósforo e potássio), observaram que o ACUM no pleno sol foi 42% superior em pastos de *U. decumbens* adubados, valor que se assemelha ao encontrado no presente estudo. Os autores não observaram variação do ACUM no maior nível de sombreamento, mesmo com a adubação. Isso corrobora a hipótese de que as árvores tenham provocado alto nível de sombreamento, pela idade avançada e porte robusto, não permitindo variação no ACUM das plantas sombreadas em todos os tratamentos no presente experimento.

A PFOL dos tratamentos comuns avaliados no SSP não diferiu da testemunha ($P>0,05$). Por outro lado, houve ajuste ao modelo linear de regressão, onde o aumento das alturas resultou em elevação da PFOL (Tabela 1). Provavelmente, a elevação da altura pré-desfolhação e, concomitantemente, da altura de resíduo resultou em remoção das partes mais altas do dossel, onde está distribuída maior parte das folhas. Segundo Molan (2004) as folhas do capim-marandu (*Urochloa brizantha*) se concentram no terço superior do dossel, independentemente da altura de manejo, o que faz com que a adoção da estratégia de desfolhação da metade superior do dossel resulte em maior participação de folhas na composição morfológica da forragem ofertada aos animais.

Já o efeito linear das alturas de desfolhação sobre a PFOL evidencia que as plantas sombreadas necessitam de ajuste na estratégia de manejo com elevação da altura de entrada e de resíduo e estágio de desenvolvimento mais avançado para obter acúmulo e composição morfológica semelhantes aos pastos de capim-braquiária em sol pleno. Barbosa et al. (2013) afirmam que a elevação da altura de pastejo em lotação contínua foi capaz de elevar a oferta de lâminas foliares verdes em capim-xaraés (*U. brizantha*), corroborando os resultados deste estudo.

A PCOL seguiu a mesma tendência da PFOL e não diferiu da testemunha ($P>0,05$) (Tabela 1). Entretanto, para essa variável não foi verificado ajuste aos modelos

de regressão estudados (Tabela 1). A PCOL dos tratamentos comuns no SSP foi de, em média 32%, enquanto no monocultivo esse valor foi de 29,44%. Estes dados não são corroborados pelos de Martuscello et al. (2009) e Martins et al. (2014) que observaram aumento da taxa de alongamento do colmo em função do aumento do sombreamento. É possível que o manejo que preconiza a colheita da metade superior do dossel tenha, de certa forma, padronizado a proporção de colmos que tendeu a não variar no monocultivo e no SSP, mesmo que em diferentes alturas de manejo.

Houve diferença entre os tratamentos em SSP e a testemunha para a variável PMOR ($p < 0,05$), onde a meta de manejo de 50 cm foi estatisticamente inferior à testemunha (Tabela 1). A regressão da PMOR em função das alturas de manejo no SSP evidenciou ajuste ao modelo linear negativo (Tabela 1). Acredita-se que a elevação da altura de manejo resultou em menor proporção de material morto colhido, à medida que houve distanciamento do solo. Por outro lado, Fontes et al. (2014), trabalhando com quatro alturas de desfolha (de 10 a 40 cm) em pastos de capim-braquiária, não observaram variação na PMOR entre as metas de desfolhação ($p > 0,05$). É possível que os resíduos presentes nos estratos mais próximos do solo, oriundos da deposição de material morto pela forrageira tenham contribuído para a elevação do material morto nas amostras das menores alturas de manejo. Nesse sentido, também há relato de que as folhas verdes se concentram no terço superior do dossel, sendo a parte mais basal caracterizada por maior proporção de material morto (MOLAN, 2004).

A diferença significativa entre a testemunha e os tratamentos em SSP também ficou evidente ($p < 0,05$) no PERF, onde apenas o tratamento com 50 cm de altura foi estatisticamente igual à testemunha, ao passo que os demais apresentaram valores inferiores. Provavelmente o sombreamento tenha prejudicado o surgimento de novos perfilhos nos tratamentos colhidos com 20, 30 e 40 cm de altura. Segundo Paciullo et al. (2007), o sombreamento por eucalipto com espaçamento de 10 m entre linhas reduziu a densidade de perfilhos do capim-braquiária de 534 para 216 perfilhos/m². De fato, o sombreamento eleva a expansão da área foliar ao passo que reduz o perfilhamento de forrageiras do gênero *Urochloa*, evidenciando prioridade no crescimento de perfilhos existentes em detrimento do surgimento de novos perfilhos (PACIULLO et al., 2011). Alterações no perfilhamento ocorrem principalmente em função da mudança na quantidade e qualidade da luz no sub-bosque de sistemas silvipastoris, que apresentam

redução nos comprimentos de onda de maior resposta fotossintética, como as bandas do azul e vermelho (RODRIGUES et al., 2014).

Ao se avaliar o efeito das alturas dentro do SSP sobre o PERF, observou-se melhor ajuste ao modelo linear de regressão, sendo que a densidade de perfilhos aumentou em função da altura de manejo (Tabela 1). O aumento do perfilhamento com a elevação da altura do pasto vai de encontro à teoria da compensação entre tamanho e densidade de perfilhos. Segundo Sbrissia e Da Silva (2008) a manutenção de pastos de capim-marandu em menores alturas conduz a uma condição de estrutura constituída por numerosos perfilhos de tamanho pequeno, ao passo que em condições de maior altura, o número de perfilhos é reduzido, mas cada perfilho atinge maior tamanho. Acredita-se que a elevação da altura de entrada e, concomitantemente, de resíduo, tenha elevado número de gemas no resíduo mais alto. Estas gemas, por sua vez, podem ter se desenvolvido em função do seu posicionamento e compensado o efeito do sombreamento das árvores, fator não observado nos dosséis mais baixos. Santos et al. (2001), afirmaram que a elevação da altura residual do capim-elefante foi capaz de elevar o perfilhamento aéreo e a participação destes na dinâmica do pasto. Essa premissa precisa ser mais estudada para que o processo de perfilhamento aéreo em SSP seja melhor compreendido, pois pode constituir importante fonte de incremento produtivo para o dossel forrageiro. Santos et al. (2010) observaram que o perfilhamento aéreo incrementou em 76% a área foliar do perfilhamento basal em pastos de *U. decumbens*, contribuindo significativamente para o aumento da capacidade de IL.

Além disso, o manejo realizado com maior altura de entrada e maior resíduo pode ter resultado em condição mais próxima dos 95% de IL. Essa condição é importante para que as plantas consigam ter balanço energético positivo. Plantas que apresentam produção de fotoassimilados superior à demanda para respiração e crescimento de folhas e colmos, passam a armazenar estas reservas na base do colmo e raízes (SOARES FILHO et al., 2013), sendo estas reservas importantes no processo de rebrotação e produção de novos perfilhos. Dessa forma, as plantas manejadas mais baixas e com menor resíduo no SSP podem ter sido menos capazes de armazenar reservas e, conseqüentemente, podem ter passado por limitação energética, que limitou a produção de novos perfilhos.

Não houve diferença significativa entre a testemunha e os tratamentos no SSP para RFC ($p>0,05$). Da mesma forma, não houve regressão significativa entre as alturas

de manejo dentro do SSP, evidenciando que as diferentes metas de manejo adotadas e o cultivo solteiro ou consorciado não foram capazes de proporcionar diferenças na RFC do capim-braquiária (Tabela 1). A ausência de diferença significativa pode estar associada ao manejo utilizado na definição da altura de resíduo, que correspondeu a 50% da altura de entrada e implicou em colheita da parte superior do dossel, mais rica em folhas, em todos os tratamentos. Bomfim et al. (2019) não observaram diferença significativa na RFC em forrageiras do gênero *Urochloa* submetidas a diferentes níveis de sombreamento (entre 10 e 68%), em SSP. Segundo Molan (2004), a forragem apresenta maior porcentagem de folhas no terço superior do dossel e o pastejo realizado sob estas condições tende a elevar a oferta de folhas verdes para os animais. Por outro lado, Rodrigues et al. (2014) observaram elevação na RFC do capim-braquiária à medida que se elevou a densidade de árvores de eucalipto dentro do SSP. Segundo os autores, a redução do crescimento e desenvolvimento da forrageira podem ser as causas para a RFC mais elevada no sombreamento mais intenso.

A testemunha apresentou valor de DENS superior aos demais tratamentos ($P < 0,05$) (Tabela 1). Segundo Allen et al. (2011), densidade do dossel pode ser entendida como a quantidade de massa presente por unidade de volume, que no presente estudo foi expressa em mg/cm^3 . Ao analisar o efeito das alturas de corte no SSP por meio de regressão, não foi verificado ajuste aos modelos estudados (Tabela 1). A DENS média do pasto em pleno sol foi consideravelmente maior aos pastos sombreados, o que se deve a mudanças estruturais do dossel como consequência à presença do sombreamento. Segundo Lopes et al. (2017a), o aumento do sombreamento é capaz de reduzir a densidade volumétrica de pastos de capim-braquiária e comprometer sua estrutura. Assim, a existência de diferença entre o pasto no monocultivo e os pastos mantidos em SSP pode estar associada ao efeito do sombreamento na mudança da estrutura do dossel, que pode alongar mais colmos e folhas, tornando a forragem menos densa. A redução da densidade está negativamente correlacionada com o consumo de forragem pelos animais em pastejo, já que a redução da densidade pode reduzir a quantidade de massa apreendida em cada bocado. Diferenças na densidade entre o monocultivo e o SSP também foram observadas por Santos et al. (2016), que identificaram maior densidade de forragem no monocultivo e redução do seu valor com o adensamento das árvores. Para estes autores, a densidade do capim-braquiária foi de

100 kg ha⁻¹ cm (equivalente a 1,0 mg cm⁻³) no monocultivo e 39,0 kg ha⁻¹cm (equivalente a 0,39 mg cm⁻³) cm no SSP com 12 m entre linhas.

A DCI e o NCI não diferiram estatisticamente ($P>0,05$) da testemunha. Mas a regressão foi significativa e linear para ambas variáveis. Enquanto a DCI aumentou à medida que se elevou o estrato de desfolhação, o NCI regrediu nas maiores metas de manejo. Houve aumento estimado de 27,35% na duração do ciclo das plantas desfolhadas com 50 cm em relação às plantas desfolhadas com 20 cm. O aumento no tempo necessário para a colheita pode estar associado à elevação da diferença entre a altura pré e pós-desfolhação, conforme a elevação das metas de manejo preconizadas. Houve redução de 18,92% no número de ciclos de colheita em função do aumento das metas de manejo.

Em relação às características bromatológicas, foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos e a testemunha ($P<0,05$) apenas para matéria mineral (MM) (Tabela 1).

Não houve ajuste aos modelos de regressão estudados para as variáveis FDN e FDA ($p>0,05$), que apresentaram valor médio de 64,35 e 31,47%, respectivamente (Tabela 2). De fato, a elevação do pasto ocasionaria aumento na fração dos componentes estruturais de toda a planta. Mas o aumento das alturas de resíduo (50% em todos os diferentes manejos) pode ter implicado em maior participação de folhas e redução do material morto, não alterando significativamente a proporções de FDN e FDA. Reis et al. (2011), não observaram efeito do sombreamento sobre os teores de FDN e FDA em pastos de capim-marandu sombreados em SSP. De maneira semelhante Reis et al. (2013) não observaram efeito do sombreamento artificial em relação ao monocultivo sobre o teor de FDN do capim-marandu.

Os teores de PB encontrados no SSP seguiram a mesma tendência da fibra, não se diferenciando estatisticamente ($p>0,05$) do monocultivo (Tabela 2). Do mesmo modo, ao analisar a resposta da PB por meio de regressão, não foi verificada regressão significativa, nem ajuste aos modelos estudados (Tabela 2). Segundo Barros et al. (2019), o aumento do sombreamento pode promover aumento dos teores de PB do pasto. Mas, provavelmente, a idade avançada e estrutura mais robusta das árvores tenha proporcionado maior nível de competição com as forrageiras que tiveram dificuldade de absorver e assimilar o nitrogênio do solo. Segundo Martínez e Dias Filho (2012), o sombreamento pode reduzir a quantidade de raízes e limitar a absorção nutrientes,

incluindo o nitrogênio. Além disso, a redução da taxa de fotossíntese das plantas sombreadas (DIAS FILHO 2002; SOARES et al., 2016; SONAWANE et al., 2018) também pode impactar negativamente o processo de absorção e assimilação de nitrogênio.

Tabela 2 - Características bromatológicas de pastos de capim-braquiária (*Urochloa decumbens*) em monocultivo e sistema silvipastoril sob diferentes alturas de manejo

Variável	Testemunha	Alturas				Equação de Regressão	R ²	CV (%)
		20	30	40	50			
FDN	65,33	64,13	63,74	64,91	64,61	$\hat{Y} = 64,35$	-	2,11
FDA	34,24	32,20	31,08	31,62	30,97	$\hat{Y} = 31,47$	-	3,58
PB	12,26	13,76	13,97	13,23	13,64	$\hat{Y} = 13,65$	-	8,28
MM	11,63	12,45	11,98	11,38	10,07*	$\hat{Y} = 14,1770 - 0,0774x$	90,98	6,58
EE	3,65	3,96	3,81	3,40	3,42	$\hat{Y} = 3,65$	-	16,56
CNF	7,11	5,70	6,50	7,09	8,25	$\hat{Y} = 4,0006 + 0,0824x$	97,21	22,48
NDT	47,78	48,37	48,59	47,84	48,52	$\hat{Y} = 48,33$	-	2,26

FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; PB: proteína bruta; MM: matéria mineral; EE: extrato etéreo; CNF: carboidratos não fibrosos; NDT: nutrientes digestíveis totais; * Diferente da testemunha pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade.

O comportamento das plantas em relação aos teores de fibra e PB indica que mesmo que as plantas mais altas sejam mais velhas, a elevação do horizonte colhido resultou na remoção da parte mais jovem do dossel em todos tratamentos. Esse resultado reforça a afirmação de Fonseca et al. (2012) que recomenda a colheita da parte superior do dossel como forma de otimizar a resposta dos animais em pastejo.

Não houve diferença nos teores de CNF entre o monocultivo e o SSP, mas houve regressão significativa desta variável em função das alturas de manejo no SSP (Tabela 2). Nesse sentido, a elevação das alturas de manejo resultou em aumento da concentração de CNF no capim-braquiária. Esse aumento pode estar associado, também, à colheita de tecidos mais jovens na parte superior dos diferentes dosséis. O aumento do CNF também pode estar associado à redução do teor de CINZAS, já que as demais variáveis (PB, FDN e EE) se mantiveram constantes nas diferentes alturas.

As variáveis EE e NDT seguiram mesma tendência da fibra e proteína, não diferindo entre os tratamentos em SSP e a testemunha e sem ajuste aos modelos de regressão estudados.

CONCLUSÃO

O acúmulo, produção e densidade volumétrica da forragem de *Urochloa decumbens* cv. Basilisk em monocultivo é maior que em SSP, independentemente da meta de manejo utilizada.

A composição morfológica e relação folha/colmo não são afetadas pelo sistema de cultivo.

O uso da meta de 50 cm no SSP resultou em perfilhamento semelhante ao monocultivo, maior porcentagem de folhas e menor porcentagem de forragem morta, representando vantagens em relação às demais metas avaliadas.

A massa total de folhas é otimizada na altura de 40 cm.

O sistema de cultivo não afetou a composição bromatológica da forragem, mas a elevação da altura no SSP reduz o teor de cinzas e eleva os carboidratos não fibrosos.

Alturas de desfolhação entre 40 e 50 cm no SSP devem ser buscadas para otimizar a resposta do capim-braquiária.

REFERÊNCIAS

ALLEN V.G.; BATELLO, C.; BERRETTA, E.J.; HODGSON, J.; KOTHMANN, M.; LI, X.; MCIVOR, J.; MILNE, J.; MORRIS, C.; PEETERS, A.; SANDERSON, M. An international terminology for grazing lands and grazing animals. *Grass Forage Sci.*, v.66, p.2–28, 2011.

AMERICAN OIL CHEMISTS SOCIETY (AOCS). *Official Procedures of the American Oil Chemists Society, Approved Procedure Am 5-04, Rapid determination of oil/fat utilizing high temperature solvent extraction*. Urbana: The Society Urbana, 2005. 3p.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). *International Official methods of analysis*, 18 ed. Gaithersburg: ASA-SSA Inc., 2006.

BARBOSA, M.A.A.F.; CASTRO, L.M.; BARBERO, R.P.; BRITO, V.C.; MIORIN, R.L.; SILVA, L.D.F.; RIBEIRO, E.L.A.; MIZUBUTI, I.Y. Desempenho de bovinos de corte em pastos de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés manejados em diferentes alturas de pastejo. *Semina: Ciênc. Agrár.*, v.34, n.6, suplemento 2, p.4133-4144, 2013.

BARROS, J.S.; MEIRELLES, P.R.L.; GOMES, V.C.; PARIZ, C.M.; FACHIOILLI, D.F.; SANTANA, E.A.R.; GOMES, T.G.J.; COSTA, C.; CASTILHOS, A.M.; SOUZA, D.M. Valor nutritivo do capim-xaraés em três intensidades luminosas. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.71, n.5, p.1703-1711, 2019.

BOMFIM, L.N.; ALMEIDA, E.M.; ALMEIDA, R.G.; MIYAGI, E.E.; FERNANDES, P.B.; BUNGENSTAB, D.J. Variabilidade nas características do pasto de capim-piatã em sistema silvipastoril. In: 29º Congresso Brasileiro de Zootecnia, Uberaba, 2019.

BRAGA, G.J.; PORTELA, J.N.; PEDREIRA, C.G.S. et al. Crescimento de folhas e hastes durante a rebrotação de *Brachiaria decumbens* sob efeito de intensidade e frequência de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45., 2008, Lavras. Anais... Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2008. (CD-ROM).

CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O.; UEBELE, M.C.; BUENO, F.O.; HODGSON, G.N.; SILVA, G.N.; MORAIS, J.P.G. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. *Trop. Grassl.*, v. 40, n. 3, p. 165-176, 2006.

COELHO, J.S.; ARAÚJO, S.A.C.; VIANA, M.C.M.; VILLELA, S.D.J.; FREIRE, F.M.; BRAZ, T.G.S. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária em sistema silvipastoril com diferentes arranjos espaciais. *Semina: Ciênc. Agrár.*, v. 35, n. 3, p. 1487-1499, 2014.

CRUZ, C.D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta. Sci. Agron.*, v. 35. n. 3, p. 271-276, 2013.

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

DIM, V.P.; ALEXANDRINO, E.; SANTOS, A.C.; MENDES, R.S.; SILVA, D.P. Características agrônômicas, estruturais e bromatológicas do capim Piatã em lotação intermitente com período de descanso variável em função da altura do pasto. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v. 16, n. 1, p. 10-22, 2015.

EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, R.A.; NANTES, N.N. Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. *Rev. Ceres*, v. 61, Suplemento, p. 808-818, 2014.

FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C.; BREMM, C.; FILHO, R.S.A.; GONDA H.L.; CARVALHO, P.C.F. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in *Sorghum bicolor*. *Livest. Sci.*, v. 145, p. 205–211, 2012.

FONTES, J.G.G.; FAGUNDES, J.L.; BACKES, A.A.; BARBOSA, L.T.; CERQUEIRA, E.S.A.; SILVA, L.M.; MORAIS, J.A.S.; VIEIRA, J.S. Acúmulo de massa seca em cultivares de *Brachiaria brizantha* submetida a intensidades de desfolhação. *Semina: Ciênc. Agrár.*, v. 35, n. 3, p. 1425-1438, 2014.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M.C.; NETO, A.F.G.; ROCHA, G.C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. *R. Bras. Zootec.*, v. 40, n. 7, p. 1436-1444, 2011.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. *BDMEP-Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa*. 2018.

KEARL, L.C. *Nutrient requirements of ruminant in development countries*. Logan: Utah State University, 1982. 381p.

LOPES, C.M.; PACIULLO, D.S.C.; ARAÚJO, S.A.C.; GOMIDE, C.A.M.; MORENZ, M.J.F.; VILLELA, S.D.J. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. *Arq. Bras. Med. Vet. e Zootec.*, v. 69, n. 1, p. 225-233, 2017a.

LOPES, C.M.; PACIULLO, D.S.C.; ARAÚJO, S.A.C.; MORENZ, M.J.F.; GOMIDE, C.A.M.; MAURÍCIO, R.M.; BRAZ, T.G.S. Plant morphology and herbage accumulation of signal grass with or without fertilization, under different light regimes. *Ciênc. Rural*, v. 47, n. 2, 2017b.

MACHADO, V.D. Estratégias de manejo do pastejo do capim-braquiária em sistema silvipastoril. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, p. 75. 2016.

MACHADO, V.D. Pastagens de capim-braquiária em sistema silvipastoril com eucalipto. 2012. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, p. 52. 2012.

MARTÍNEZ, G.B.; DIAS FILHO, M.B. Respostas morfofisiológicas de gramíneas de várzea sob inundação e sombreamento. In: Congresso Latinoamericano de Sistemas Agroflorestais para a produção pecuária sustentável, 7., 2012, Belém, PA. Sistemas silvipastoris, o caminho para a economia verde na pecuária mundial. Belém, PA: UFPA, 2012.

MARTINS, A.D.; SOUSA, L.F.; NÓBREGA, E.B.; DONIZETTI, J.G.S.; SANTOS A.C.; SOUSA, J.T.L. Relação do nível de sombreamento artificial e da adubação sobre o desenvolvimento da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v. 15, n. 4, p. 994-1005, 2014.

MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; NETO, M.M.G.; LAURA, V.A.; CUNHA, D.N.F.V. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. *R. Bras. Zootec.*, v. 38, n. 7, p. 183-1190, 2009.

MOLAN, L.K. Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 159. 2004.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. *Pesq. Agropec. Bras.*, v. 42, n. 4, p. 573-579, 2007.

PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; SOBRINHO, F.S.; CARVALHO, C.A.B. The growth dynamics in *Brachiaria* species according to nitrogen dose and shade. *R. Bras. Zootec.*, v. 40, n. 2, p. 270-276, 2011.

PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T.; GOMIDE, C.A.M.; PIRES, M.F.A.; MÜLLER, M.D. Potencialidades e desafios de sistemas silvipastoris. In: XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2014. Anais... Vitória: XXIV Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2014.

PEREIRA, A.C.M.; ALMEIDA, J.C.C.; MOREIRA, T.G.B.; ZANELLA, P.G.; CARVALHO, C.A.B.; MORAIS, L.F.; SOARES, F.A.; LIMA, M.A. Avaliação do componente arbóreo e forrageiro de sistemas silvipastoris na mesorregião dos "Campos das Vertentes" de Minas Gerais. *Rev. Bras. Agropecu. Sustent.*, v. 5, n. 1., p. 66-77, 2015.

REIS, G.L.; LANA, A.M.Q.; MAURÍCIO, R.M.; BORGES, I.; MOREIRA, G.H.F.A.; LANA, R.M.Q.; SOUSA, L.F.; QUINZEIRO NETO, T. Influence of a silvopastoral system on forage parameters in the brazilian savanna. *Rev. Bras. Agropecu. Sustent.*, v. 1, n. 1, p. 174-184, 2011.

REIS, G.L.; LANA, A.M.Q.; EMERENCIANO NETO, J.V.; LEMOS FILHO, J.P.; BORGES, I.; LONGO, R.M. Produção e composição bromatológica do capim-marandu, sob diferentes percentuais de sombreamento e doses de nitrogênio. *Biosci. J.*, v. 29, Supplement 1, p. 1606-1615, 2013.

- RODRIGUES, C.O.D.; ARAÚJO, S.A.C.; VIANA, M.C.M.; BRAZ, T.G.S.; VILLELA, S.D.J. Light relations and performance of signal grass in silvopastoral system. *Acta Sci. Anim. Sci.*, v. 36, n. 2, p. 129-136, 2014.
- SANTOS, E.A.; SILVA, D.S.; QUEIROZ FILHO, J.L. Perfilhamento e Algumas Características Morfológicas do Capim-Elefante cv. Roxo sob Quatro Alturas de Corte em Duas Épocas do Ano. *R. Bras. Zootec.*, v. 30, n. 1, p. 24-30, 2001.
- SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; SILVA, S.P.; PIMENTEL, R.M. Morfologia de perfilhos basais e aéreos em pasto de *Brachiaria decumbens* manejado em lotação contínua. *Encicl. Biosf.*, v. 6, n. 9, 2010.
- SANTOS, D.C.; GUIMARÃES JÚNIOR, F.; VILELA, L.; PULROLNIK, K.; BUFON, V.B.; FRANÇA, A.F.S. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. *Agric. Ecosyst. Environ.*, v. 233, p. 16-24, 2016.
- SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. *R. Bras. Zootec.*, v. 37, n. 1, p. 35-47, 2008.
- SOARES FILHO, C.V.; CECATO, U.; RIBEIRO, O.L.; ROMA, C.F.C.; JOBIM, C.C.; BELONI, T.; PERRI, S.H.V. Root system and root and stem base organic reserves of pasture Tanzania grass fertilizer with nitrogen under grazing. *Semina: Ciênc. Agrár.*, v. 34, n. 5, p. 2415-2426, 2013.
- SOARES, A.B.; BERNARDON, A.; AIOLFI, R.B. Forage yield, rate of CO₂ assimilation, and quality of temperate annual forage species grown under artificial shading conditions. *Ciênc. Rural*, v. 46, n. 6, p. 1064-1069, 2016.
- SONAWANE, B.V.; SHARWOOD, R.E.; WHITNEY, S.; GHANNOUM, O. Shade compromises the photosynthetic efficiency of NADP-ME less than that of PEP-CK and NAD-ME C₄ grasses. *J. Exp. Bot.*, v. 69, n. 12, p. 3053–3068, 2018.
- VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; EUCLIDES, V.P.B.; JANK L.; RESENDE, R.M.S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. (Ed.). *Plantas Forrageiras*. Viçosa: Ed. da UFV, 2010. p.30-77.
- VANZELA, J.Y.A.; SANTOS, G.B. Sistemas silvipastoris como alternativa para o aumento da produtividade da propriedade rural: revisão. In: V Simpósio nacional de tecnologia em agronegócio. Anais... Ourinhos: V Simpósio nacional de tecnologia em agronegócio, v.1, p. 1-10, 2013.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and no starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, v. 74, n. 10, p. 3597-3597, 1991.

5.2 Artigo II - Alturas de desfolhação para capim-marandu em sistema silvipastoril

(Normas da revista Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia)

Alturas de desfolhação para capim-marandu em sistema silvipastoril

Defoliation heights for marandu grass in silvopastoral system

RESUMO: O objetivo com o trabalho foi comparar a resposta de pastos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em monocultivo e em sistema silvipastoril (SSP), a diferentes distâncias das árvores e definir qual altura de desfolhação é a mais indicada para manejo em SSP. Foram avaliadas quatro alturas de desfolhação intermitente (25, 35, 45 e 55 cm) e duas distâncias das linhas de árvores (2,5 e 5,0 m) para a forrageira no SSP e uma testemunha desfolhada com 25 cm em pleno sol. O delineamento foi em blocos ao acaso com 3 repetições em esquema de parcelas subdivididas $4 \times 2 + 1$. Houve diferença entre a testemunha e o manejo em SSP para produção média de forragem (PMED), % de colmos (%COL), massa seca total (MST), massa seca de folhas (MSF), acúmulo de forragem (ACUM) e densidade volumétrica de forragem, onde a testemunha apresentou maior média. Já a porcentagem de folhas (%FOL), porcentagem de material morto e relação folha:colmo não diferiram da testemunha. Houve interação entre alturas de manejo e distância das árvores para densidade de perfilhos (NPERF), onde só houve resposta linear do NPERF a 2,5 m das árvores. No SSP houve aumento da MST e da %COL com o aumento das alturas, mas diminuição da %FOL. A MSF não foi influenciada pelas alturas de manejo dentro do SSP e o maior ACUM dentro do SSP foi encontrado na altura de 55 cm, que também minimizou a %MOR. A elevação da altura prolongou a duração dos ciclos de pastejo e reduziu o número de ciclos de pastejo. O acúmulo, massa seca total, massa seca de folhas e densidade volumétrica da forragem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em monocultivo é maior que no sistema silvipastoril, independentemente do manejo e da distância das árvores. A composição morfológica e relação folha colmo não são afetadas por nenhum dos fatores, exceto a 55 cm e 5,0 m das árvores. A meta de 55 cm dentro do sistema silvipastoril a 2,5 m das árvores resultou em perfilhamento semelhante ao monocultivo, mas maior teor de forragem morta.

Palavras-chave: composição morfológica, estrutura, manejo, produção de forragem, sombreamento, *Urochloa brizantha*

ABSTRACT: The objective with the work was to compare the response of *Urochloa brizantha* cv. Marandu in monoculture and in silvopastoral system (SSP) and define

which defoliation height is the most suitable for handling in SSP. Four intermittent defoliation heights (25, 35, 45 and 55 cm) and two distances from tree lines (2.5 and 5.0 m) were evaluated for the forage in the SSP and a defoliated control with 25 cm in full sun. The design was in randomized blocks with 3 replications in a $4 \times 2 + 1$ split plot scheme. There was a difference between the control and the management in SSP for average forage production (PMED), % of stalks (% COL), dry mass total (MST), dry leaf mass (MSF), forage accumulation (ACUM) and forage volumetric density, where the control showed the highest average. The percentage of leaves (% FOL), percentage of dead material and leaf: stem ratio did not differ from the control. There was an interaction between tiller density (NPERF) and tree line distances, where there was only a linear response from NPERF to 2.5 m from the trees. In the SSP there was an increase in MST and % COL with an increase in heights, but a decrease in % FOL. MSF was not influenced by the management heights within the SSP and the highest ACUM was found at a height of 55 cm, which also minimized the % MOR. The height increase prolonged the duration of grazing cycles and reduced the number of grazing cycles. The accumulation, total dry mass, leaf dry mass and volumetric density of *Urochloa brizantha* cv. Marandu in monoculture is greater than in the silvopastoral system, regardless of the management and the distance from the trees. The morphological composition and stem leaf ratio are not affected by none of the factors, except 55 cm and 5.0 m from the trees. The 55 cm target within the silvopastoral system at 2.5 m from the trees resulted in tillering similar to the monoculture, but with a higher content of dead forage.

Keywords: forage yield, management, morphological composition, shading, structure, *Urochloa brizantha*

INTRODUÇÃO

Ao longo dos anos, o manejo da pastagem tem sido alvo de investigações constantes. À medida que os crescentes avanços em pesquisas com forrageiras se consolidaram no Brasil, as metas de manejo para forrageiras em sistemas de monocultivo tornaram-se bastante estudadas e conhecidas. Esse panorama não é válido para o estudo de forrageiras em sistema silvipastoril (SSP), onde as metas e o manejo que otimize a resposta da forrageira no sub-bosque ainda não estão consolidados.

O SSP é alternativa para recuperação de áreas degradadas e intensificação de sistemas extensivos de produção. Levando em consideração o interesse crescente por parte dos produtores e os incentivos à adoção advindos de políticas públicas, observa-se a necessidade de mais pesquisas que busquem determinar metas de manejo de forrageiras consorciadas com árvores.

O montante de pesquisas envolvendo manejo da pastagem, conduziu ao entendimento de que as gramíneas devem ser manejadas utilizando como ponto de pré-pastejo o momento em que há 95% de interceptação luminosa (IL) pelo dossel forrageiro. Essa condição também é conhecida como índice de área foliar crítico (IAFC). A altura de resíduo, por sua vez, varia de acordo com diferentes autores, mas em geral é definida em torno de 50% da altura pré pastejo, pois, ao atingir esse ponto, há diminuição considerável na ingestão de forragem pelos animais (FONSECA et al., 2012). Para simplificar a metodologia, buscou-se associar a fase em que a planta atinge IAFC, com a respectiva altura do dossel. Isso facilitou a aplicação prática no campo, de maneira eficaz.

Sabe-se que as forrageiras sofrem modificações estruturais e fisiológicas quando submetidas ao sombreamento (PACIULLO et al., 2007), o que pode implicar em mudanças na altura correspondente ao índice de área foliar crítico (IAFC) em SSP, em comparação com o adotado para manejo em pleno sol. De fato, plantas sombreadas passam por condições de restrição luminosa que as fazem desencadear respostas ao sombreamento, mudanças na relação entre fonte e dreno e modificações morfológicas no seu fenótipo.

Nesse sentido, a *Urochloa brizantha* cv. Marandu, responsável por 85% das áreas de pastagem no Brasil, sendo portanto a forrageira mais utilizada no país, (MONTAGNER et al., 2013), se coloca como grande opção para utilização em SSP. Sua importância para a pecuária e presença em todo o território nacional justificam a busca de informações sobre o comportamento do capim-marandu em SSP, visando contribuir no acréscimo de informações científicas que servirão como base para responder aos questionamentos existentes.

Protocolos de manejo bem definidos e com comprovação científica são fundamentais para que o conhecimento sobre as metas de manejo das forrageiras em SSP se consolide entre os técnicos e produtores, que passarão a adotar o sistema com mais facilidade diante de resultados positivos no crescimento da forrageira.

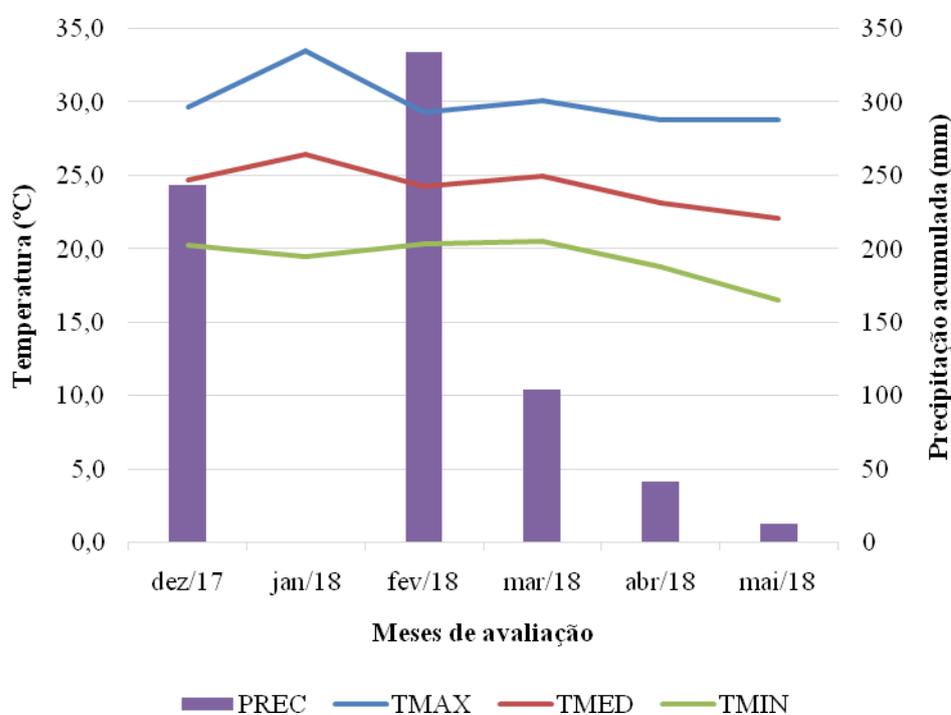
Assim, o objetivo com o trabalho foi comparar a resposta de pastos de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em monocultivo e em SSP, a diferentes distâncias das árvores, e definir qual altura de desfolhação é a mais indicada para manejo da forrageira em SSP.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de 18/12/2017 a 17/05/2018, em SSP, com aproximadamente 6.900 m², estabelecido há 10 anos, no município de Montes Claros, nas coordenadas 16°40'3.17", de latitude Sul, 43°50'40.97", de longitude Oeste, a 598 metros de altitude. O clima do local é do tipo Aw (tropical de savana), caracterizado por temperaturas anuais elevadas e regime de chuvas marcado por verão chuvoso e inverno seco.

Os dados de precipitação e temperatura média foram armazenados durante todo o período experimental. Como observado na figura 1, o maior volume de chuvas (333,9 mm) ocorreu no mês de fevereiro e o menor volume (0 mm) em janeiro. A temperatura média mais alta (26,5 °C) ocorreu no mês de janeiro e a mais baixa (22,1 °C) em maio.

Figura 1 - Temperatura e precipitação mensal em Montes Claros - MG durante o período experimental.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia - INMET (2018).

O delineamento foi em blocos ao acaso com 3 repetições, em esquema de parcelas subdivididas $4 \times 2 + 1$, onde foram avaliados 4 tratamentos, 2 distâncias das linhas das árvores e uma testemunha adicional. Nas parcelas foram alocados os 4 tratamentos e nas subparcelas as 2 distâncias das linhas das árvores. A testemunha corresponde à forrageira em monocultivo, desfolhada com 25 cm, ou seja, com 95% de interceptação luminosa (GIACOMINI et al., 2009). Os 4 tratamentos avaliados no SSP corresponderam a um gradiente de 4 alturas a partir daquela recomendada para o monocultivo (25, 35, 45 e 55 cm). As distâncias, uma a 2,5 m e outra a 5,0 m da linha das árvores, corresponderam aos pontos de amostragem nas parcelas. Em todos os tratamentos a altura de resíduo foi 50% da altura pré-desfolhação, pois Fonseca et al. (2012) afirmam que a ingestão de forragem pelos animais diminui linearmente após a remoção de 40 a 50 % da altura inicial.

A forrageira foi estabelecida cerca de um ano antes do início do experimento, em parcelas de 9 x 4 m, nas entrelinhas de eucalipto. A espécie arbórea inserida (*Eucalyptus* sp. clone I144) apresentava espaçamento de 10 m entre as linhas simples de árvores e, aproximadamente, 4 m entre árvores dentro da linha.

As forrageiras foram submetidas a um corte de uniformização em dezembro de 2017 e, posteriormente, foram manejadas de acordo com as alturas preconizadas nos tratamentos. Para definir o momento do corte, a altura das plantas foi monitorada a cada dois dias por meio da medição de 10 pontos aleatórios em cada parcela. As árvores passaram pelo processo de desrama com remoção de galhos mais baixos no início do experimento para redução do sombreamento do sub-bosque.

A pastagem foi adubada com o correspondente a 80 kg/ha de P_2O_5 na forma de superfosfato simples, 100 kg/ha de K_2O na forma de cloreto de potássio e 100 kg/ha de nitrogênio na forma de ureia. As adubações com nitrogênio e potássio foram aplicadas em duas vezes, sendo a primeira consecutivamente ao corte de uniformização e a segunda, 60 dias após a primeira. Toda área foi mantida irrigada nos períodos críticos do ano por meio de sistema de aspersão com taxa de 730 l/hora durante o período de 4 horas por dia.

Os cortes avaliativos foram realizados quando cada parcela atingiu a altura preconizada pelos tratamentos. Assim, foram coletadas duas amostras de forragem por parcela, uma a 2,5 m e outra a 5,0 m da linha das árvores, com auxílio de moldura de

1,0 m², posicionada dentro da área útil (descontando-se 1 m em cada lateral). Toda forragem coletada na moldura foi pesada para determinação da produção de forragem (produção de massa fresca - PMF). Do total colhido, foram retiradas duas subamostras com cerca de 150 g cada para a determinação do teor de matéria pré-seca (%MPS) e para a separação dos componentes morfológicos folhas, colmos e material morto.

De posse da PMF e da %MPS, foi estimada a produção média de forragem por corte (PMED). A relação folha:colmo foi determinada pelo quociente entre o peso seco de folhas verdes e o peso seco de colmos verdes. Os valores de massa de forragem medidos nas molduras foram convertidos para a magnitude de kg/ha e os componentes morfológicos expressos como proporção (%) da massa de forragem. O acúmulo de forragem (kg/ha de massa de forragem) foi calculado a partir da quantidade de forragem acumulada acima da altura do resíduo (folhas verdes + colmos verdes), dividida pelo número de dias de crescimento. A produção de massa seca total do período experimental foi obtida pelo somatório da produção de todos os cortes.

A densidade populacional de perfilhos foi medida no dia do corte, por meio da contagem de perfilhos vivos presentes em moldura de 0,5 x 0,5 m, posicionada nos locais de avaliação em cada parcela.

A densidade da forragem, expressa em mg/cm³ foi obtida por meio a divisão da massa colhida acima da altura de resíduo pelo volume em cm³ ocupado pela forragem colhida. O volume foi estimado com base na área da moldura e a altura desde a superfície do horizonte de folhas e a altura do resíduo.

Após a coleta, a parcela foi uniformizada por completo com auxílio de roçadeira motorizada, de acordo com a altura de resíduo do respectivo tratamento. A forragem cortada, oriunda da uniformização, foi retirada e posicionada nas entrelinhas das parcelas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, os tratamentos comuns (alturas e distâncias no SSP) foram comparados à testemunha por meio de teste Dunnett, a 5% de probabilidade. O efeito das alturas dentro do SSP foi avaliado por meio de regressão, onde os modelos foram escolhidos com base na significância dos parâmetros, coeficiente de determinação e explicação biológica dos dados. A comparação entre as duas distâncias de árvores dentro do SSP foi realizado por meio de teste Tukey, a 5% probabilidade. Quando verificada interação significativa entre alturas dentro do SSP e distâncias das árvores, procedeu-se à decomposição da

interação. Todos os dados foram analisados com auxílio do software GENES - Aplicativo Computacional em Genética e Estatística, versão 1990.2017.43 (CRUZ, 2013).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa entre os tratamentos comuns e a testemunha e efeito de alturas de manejo dentro do sistema silvipastoril (SSP) para produção média por ciclo (PMED). A PMED dos tratamentos com 25 e 35 cm no SSP foi inferior à testemunha, independentemente da distância das árvores (2,5 ou 5,0 m). Já a PMED dos tratamentos com 45 e 55 cm não diferiu da testemunha, tanto a 2,5 quanto a 5,0 metros de distância (Tabela 1).

A PMED representa a quantidade de forragem colhida em cada colheita, independentemente do número de cortes realizado. Assim, ela não é capaz de representar a produtividade total do experimento.

Observou-se que valores de PMED mais altos no SSP só foram possíveis com a utilização de alturas de manejo superiores à preconizada no monocultivo. De fato, quanto maior a altura do pasto no momento da colheita, maior a quantidade de biomassa no horizonte pastejável (DIM et al., 2015), como foi visualizado no presente estudo.

Por outro lado, a massa colhida com 25 cm no monocultivo (testemunha) foi semelhante àquela colhida com 45 e 55 cm, metas de desfolha que são numericamente superiores. Isso se deve à redução na densidade volumétrica dos pastos sombreados (BERNARDINO e GARCIA, 2009; LOPES et al., 2017a), evidenciando que em SSP o capim-marandu só atinge níveis de biomassa semelhantes ao monocultivo, em cada ciclo de pastejo, se manejado com alturas superiores ao preconizado para o pleno sol.

Tabela 1– Características produtivas do capim-marandu em monocultivo (Test.) e em silvipastoril sob 4 alturas de desfolhação e a duas distâncias das árvores

Variável	Test.	Distância (m)	Alturas de manejo no silvipastoril (cm)				CV(%)
			25	35	45	55	
PMED (kg/ha.corte)	1312,7	2,5	501,6a*	831,2a*	1181,3a	1492,5a	14,85
		5,0	644,5a*	880,3a*	1201,8a	1548,0a	
%FOL (%)	81,97	2,5	80,15a	76,24a	76,13a	75,75a	6,14
		5,0	82,12a	78,61a	73,82a	73,79a	
%COL (%)	13,56	2,5	12,33a	17,56a	19,43a	22,77a	23,30
		5,0	14,15a	18,46a	24,28a	26,01a*	
%MOR (%)	4,46	2,5	7,51a	6,20a	4,44a	1,47a	58,94
		5,0	3,72b	2,93a	1,89a	0,20a	
RFC	7,50	2,5	10,73a	5,81a	4,46a	4,90a	34,18
		5,0	7,14a	5,06a	3,99a	3,32a	
MST (kg/ha)	5992,7	2,5	2903,9b*	3599,1a*	4463,2a*	4009,4a*	13,33
		5,0	3936,5a*	3789,7a*	4531,7a*	4281,2a*	
MSF (kg/ha)	4900,5	2,5	2322,8b*	2710,9a*	3412,2a*	3048,3a*	15,02
		5,0	3220,6a*	2995,5a*	3338,8a*	3091,9a*	
ACUM (kg/ha.dia)	46,9	2,5	22,0b*	27,4a*	34,9a*	32,4a*	13,08
		5,0	31,0a*	30,01a*	36,4a*	34,5a*	
DENS (mg/cm ³)	0,8863	2,5	0,3745a*	0,4641a*	0,5034a*	0,5025a*	17,02
		5,0	0,4850a*	0,4919a*	0,5156a*	0,5242a*	

* Estatisticamente diferente da testemunha pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras minúsculas na coluna, não diferem entre as distâncias de 2,5 e 5,0m pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade; PMED: produção média por ciclo; %FOL: porcentagem de folhas; %COL: porcentagem de colmos; %MOR: porcentagem de material morto; RFC: relação folha/colmo; MST: produção de massa seca total; ACUM: taxa de acúmulo de forragem; DENS: densidade de forragem; DCI: duração do ciclo de colheita; NCI: número de ciclos de colheita.

Não houve efeito de distância das árvores sobre a PMED que foi estudada isoladamente em função das alturas de manejo no SSP (Tabela 2). A PMED dos pastos de capim-marandu no SSP respondeu de forma linear e positiva à elevação das alturas de manejo. O uso de 55 cm em relação a 25cm no SSP resultou em PMED 170% superior, provavelmente em função do maior período de crescimento e do maior horizonte de forragem colhido.

A porcentagem de folhas (%FOL) dos tratamentos comuns avaliados no SSP não diferiu da testemunha, mesmo nas diferentes distância das árvores (Tabela 1). Provavelmente isso se deve à estratégia de desfolhação adotada no trabalho. Ao realizar a colheita da metade superior do dossel, independentemente da altura de pré-desfolhação, otimiza-se a participação das folhas, conforme relatado em estudos anteriores (MOLAN, 2004, ZANINI et al., 2012a, ZANINI et al., 2012b). A %FOL média do experimento foi de 77,62%, valor que pode ser considerado alto e indica que as metas de desfolhação adotadas são capazes de cumprir parcialmente o objetivo do manejo, que é aumento da participação de folhas na composição da forragem (SANTOS et al., 2011). Isso deve ser buscado pois as folhas são mais nutritivas que os colmos e facilitam a apreensão da forragem (FREITAS et al., 2012; FONSECA et al., 2012).

Não houve interação entre altura de manejo e distância das árvores para %FOL, nem ajuste aos modelos de regressão estudados. A %FOL média do SSP foi de 77,08%. A ausência de diferença não era esperada, já que houve variação nos outros componentes morfológicos da forragem (colmos e material morto).

Tabela 2 – Características produtivas do capim-marandu em monocultivo (test.) e em silvipastoril sob 4 alturas de desfolhação

Variável	Test.	Alturas de manejo no silvipastoril (cm)				Equação	R ²
		25	35	45	55		
PMED (kg/ha)	1312,7	573,1*	855,8*	1191,6	1520,2	$\hat{Y} = -235,78 + 31,7733x$	99,78
%FOL	81,97	81,14	77,43	74,98	74,78	$\hat{Y} = 77,08$	-
%COL	13,56	13,24	18,01	21,85	24,39*	$\hat{Y} = 4,4577 + 0,3728x$	97,34
%MOR	4,46	5,62	4,56	3,17	0,83	$\hat{Y} = 9,850 - 0,1576x$	94,99
RFC	7,50	8,94	5,44	4,23	4,11	$\hat{Y} = 11,9523 - 0,1568x$	71,17
MST (kg/ha)	5992,7	3420,2*	3694,4*	4497,4*	4113,8*	$\hat{Y} = 2777,97 + 28,8371x$	61,95
ACUM (kg/ha.dia)	46,9	26,5*	28,7*	35,7*	33,5*	$\hat{Y} = 19,941 + 0,2787x$	58,90
DCI (dias)	33,5	20,8*	26,6	28,5	37,8*	$\hat{Y} = -7,2806 + 0,5294x$	93,78
NCI	4,3	5,9*	4,6	4,3	3,2*	$\hat{Y} = 7,7619 - 0,0816x$	95,03

*Estatisticamente diferente da testemunha pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade; PMED: produção média por ciclo; %FOL: porcentagem de folhas; %COL: porcentagem de colmos; %MOR: porcentagem de material morto; RFC: relação folha/colmo; MST: produção de massa seca total; ACUM: taxa de acúmulo de forragem; DCI: duração do ciclo de colheita; NCI: número de ciclos de colheita.

Houve diferença significativa entre os tratamentos em SSP e a testemunha para porcentagem de colmos (%COL). Todas as metas de desfolha, independente da distância de amostragem, foram iguais à testemunha, com exceção do manejo a 55 cm com 5,0 m da linha de árvores (Tabela 1). Isso pode estar relacionado com elevação da altura de resíduo em todos os tratamentos, pois Zanini et al. (2012a) mostraram que cerca de 90% da proporção de colmos se localiza abaixo de 50% da altura de pré-pastejo. Além disso, a região a 5,0 m de distância das árvores está posicionada no centro da parcela, local onde acredita-se que a incidência luminosa seja maior e tenha contribuído para maior desenvolvimento do dossel forrageiro.

Ao se avaliar o efeito das alturas de manejo dentro do SSP, observou-se resposta linear positiva sobre a %COL, independente do distanciamento das árvores (Tabela 2). Acredita-se que o porte robusto e idade avançada das árvores (cerca de 10 anos) pode ter maximizado o sombreamento no SSP em todos os tratamentos. Plantas submetidas a sombreamento tendem a alongar colmos, buscando ampliar sua estrutura e, conseqüentemente, a interceptação de luz pelo dossel (MARTINS et al., 2014). Considerando essas premissas, é coerente que o aumento da altura de resíduo tenha resultado em maior proporção de colmos na altura de 55 cm e a 5 m de distância das árvores.

A porcentagem de material morto (%MOR) dos tratamentos dentro do SSP não diferiu da testemunha, mesmo nas diferentes distâncias (Tabela 1). Contudo ao se analisar a %MOR dos pastos manejados a 25 cm no SSP, nota-se que houve maior produção de material morto na distância de 2,5 do que na distância de 5,0 m. Provavelmente a proximidade das árvores resultou em maior sombreamento e competição que elevaram a morte por senescência da forrageira. Foi observado efeito isolado das distâncias das árvores, que tiveram que ser estudados isoladamente (Tabela 3).

Ao se avaliar a média das alturas em cada uma das distâncias das árvores, nota-se que as plantas apresentaram maior %MOR a 2,5 m. É possível depreender que, ao se aproximar das árvores, o sombreamento pode ter atingido níveis mais intensos, contribuindo para o aumento da %MOR nessa região.

A regressão da %MOR em função das alturas de manejo foi significativa, com ajuste ao modelo linear, independentemente das distância das árvores (Tabela 2). A elevação da altura de manejo resultou e menor %MOR na forragem colhida.

Provavelmente isso se deve ao distanciamento do solo. Carvalho et al. (2017) encontraram 18,17% de %MOR quando o resíduo foi de 30 cm e 14,50% quando se elevou para 50 cm a altura de pós pastejo. É possível inferir que nos estratos mais próximos do solo haja mais resíduos oriundos da deposição de material morto pela forrageira, o que pode ter favorecido a participação desse componente à medida que se reduziu a altura de manejo dos tratamentos. No trabalho de Molan (2004) é possível verificar que, assim como há maior concentração de folhas verdes nos estratos superiores do capim-marandu, há maior concentração de material morto nas partes mais baixas.

Tabela 3 – Taxa de acúmulo de forragem e porcentagem de material morto do capim-marandu a diferentes distâncias das árvores em sistema silvipastoril

Variável	Testemunha	Distância das árvores (m)	
		2,5	5,0
Porcentagem de morto (%)	4,5	4,90a	2,19b
Acúmulo de forragem (kg/ha.dia)	46,9	29,1b*	33,0a*

* Estatisticamente diferente da testemunha pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade; Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa da relação folha/colmo (RFC) entre o monocultivo e os tratamentos sombreados, assim como não houve efeito das distâncias em relação às árvores (Tabela 1). A ausência de diferença significativa entre os tratamentos comuns e o monocultivo pode estar relacionada à elevação das metas de desfolhação, que colheu a parte superior do dossel, com maior participação de folhas (MOLAN, 2004), em todos os tratamentos. Segundo Fonseca et al. (2012) quando os animais atingem altura entre 40 e 50% da meta pré-desfolhação, referência também preconizada no presente estudo, há queda linear da ingestão de forragem, o que pode ser explicado pela maior presença de colmos. Nesse sentido as metas de desfolhação adotadas foram capazes de proporcionar níveis de RFC satisfatórios para os animais.

Por outro lado, Rodrigues et al. (2018) observaram diferença significativa para RFC entre SSP e monocultivo e entre diferentes distâncias da linha de árvores. Os autores relatam que o capim-marandu apresentou maior média para RFC em SSP (1,32), do que em sol pleno (1,13) e maior RFC a 2,5 m da linha das árvores, do que a 5,0 m,

atribuindo o maior valor encontrado ao sombreamento mais intenso nessa região. Apesar da diferença, Rodrigues et al. (2018) avaliaram a RFC da forragem colhida rente ao solo, metodologia diferente daquela que avalia massa e características somente do horizonte pastejável.

Apesar da ausência de diferença entre o monocultivo e o SSP, a regressão da RFC em função das alturas de manejo dentro do SSP foi significativa e se ajustou ao modelo linear (Tabela 2). Houve redução de quase 60% do valor da RFC com o aumento da altura de manejo. O maior intervalo entre cortes nos tratamentos colhidos com maiores alturas, faz com que nestas metas de desfolha as plantas permaneçam mais tempo sob a influência do sombreamento, que potencializa as taxas de alongamento de colmo (PACIULLO et al., 2008; MARTINS et al., 2014; TORRES et al., 2016). Esse fato pode explicar o decréscimo na RFC à medida que se elevou a altura de colheita do capim-marandu no SSP, o que pode representar desvantagem para a qualidade do pasto ofertado aos animais.

A produção de massa seca total (MST) do monocultivo diferiu dos tratamentos no SSP, independentemente da distância das árvores (Tabela 1). A média da testemunha (5992,7 kg/ha) foi 52,12% superior à média das diferentes alturas de manejo dentro do SSP (3931,4 kg/ha). De fato, plantas C₄ como a *Urochloa brizantha* cv. Marandu apresentam elevada demanda por luminosidade e temperatura, fatores que podem ter sido limitantes no SSP.

Para a MST também foi observado efeito das diferentes distâncias da linha de árvores no SSP, na altura de 25cm. Provavelmente as desfolhações a 25 cm no SSP tenham sido muito severas para o capim-marandu, que apresentou grande redução na MST na distância de 2,5m. Esse efeito pode ter sido potencializado pelo elevado sombreamento presente na distância de 2,5 m das árvores.

A análise de regressão da MST em função das alturas de manejo no SSP evidenciou ajuste ao modelo linear crescente (Tabela 2). Assim, foi estimado aumento de 24,72% na produção de biomassa entre os tratamentos com 25 e 55 cm no SSP. Esse aumento pode estar relacionado com a maior capacidade de interceptação de luz dos pastos manejados mais altos, além da maior chance de que estas plantas tenham apresentado balanço positivo entre a produção de fotoassimilados e maior capacidade de atendimento da demanda energética para produção de biomassa. Segundo Dim et al. (2015) a elevação da altura de manejo implica em maior quantidade de biomassa

ofertada no horizonte pastejável, o que pode explicar relação entre o aumento da altura de desfolhação com a elevação da MST no SSP. Mas mesmo assim esse fato não foi capaz de proporcionar níveis de MST semelhantes à testemunha, o que pode estar relacionado com a redução da densidade de forragem provocada pelo sombreamento (BERNARDINO e GARCIA, 2009; LOPES et al., 2017a; KRAHL et al., 2017).

A massa seca de folhas (MSF) seguiu a mesma tendência da MST, onde a testemunha foi estatisticamente superior (62,39%) aos tratamentos em SSP, independentemente da distância das árvores. Também houve diferença significativa entre as distâncias das árvores, especificamente no manejo a 25 cm, onde a MSF a 2,5 m das árvores foi inferior, sugerindo que esta altura de manejo pode ter sido crítica para as plantas, refletindo em baixa produtividade de folhas. Não houve ajuste para essa variável aos modelos de regressão estudados. Isso pode ser consequência da elevação das alturas pós pastejo em todos os tratamentos. Por outro lado, o aumento da altura de manejo foi caracterizado por elevação da %COL e queda da %MOR, o que pode ter contribuído para valor constante de %FOL.

A taxa de acúmulo de forragem (ACUM) do monocultivo foi significativamente diferente dos tratamentos em SSP, com valor 50,94% superior à média dos tratamentos consorciados (31,1 kg/ha.dia) (Tabela 1). Houve efeito significativo das diferentes distâncias das árvores, dentro da meta de 25 cm em SSP, que novamente apresentou valor inferior na distância de 2,5 m (Tabela 3). Também foi observado efeito isolado das distâncias das árvores para o ACUM que foi 13,40% superior a 5,0 m em relação a 2,5m. Isso sugere que o manejo nessa condição de desfolha e proximidade das árvores pode ter sido prejudicial à forrageira, que reduziu a ACUM em função do sombreamento mais intenso. Segundo Lopez et al. (2017b) a ACUM do capim-braquiária pode ser limitado nas condições de sombreamento intenso.

Essa hipótese corrobora com a significância e ajuste ao modelo linear de regressão do ACUM em função das alturas de manejo no SSP. Os maiores valores de ACUM foram encontrados na altura de 55 cm, maior patamar de manejo do presente estudo. A diferença observada entre o acúmulo de forragem dos tratamentos com 25 e 55 cm no SSP foi de 31,06%.

Houve diferença significativa para a variável densidade volumétrica da forragem (DENS), onde o monocultivo foi superior aos tratamentos comuns do SSP (Tabela 1). Isso se deve a mudanças estruturais no dossel forrageiro, em resposta ao sombreamento

(PACIULLO et al., 2008; MARTINS et al., 2014; TORRES et al., 2016), que tende a alongar sua estrutura, influenciando na DENS. A ausência de significância entre as diferentes distâncias pode ser atribuída ao porte robusto e idade avançada das árvores, que juntamente com pequeno espaçamento adotado, pode ter restringido a luz incidente, mesmo na região central das parcelas (5,0 m de distância). A redução da DENS tem sido observada em alguns trabalhos (SANTOS et al., 2010a; SANTOS et al., 2016; LOPES et al., 2017a) e pode ser prejudicial ao consumo de forragem pelos animais em pastejo, pois os resultados de Nantes et al. (2013) evidenciaram menor ganho de peso dos animais por área em pastos de *Urochloa brizantha* cv. Piatã a medida que se elevou a altura de manejo, o que reduziu a densidade volumétrica do dossel.

Houve diferença significativa entre os tratamentos comuns e a testemunha e interação significativa entre alturas de manejo e distância das árvores dentro do SSP para DPERF. A DPERF dos tratamentos com 25 e 35 cm no SSP foi inferior à testemunha, independentemente da distância das árvores. Já no tratamento com 55 cm essa diferença só foi observada na distância de 5,0 m das árvores. Assim, a DPERF dos tratamentos com 45 nas duas distâncias e 55 cm na distância de 2,5 m não diferiu da testemunha (Tabela 4). Frente à interação significativa, a regressão do DPERF em função das alturas de manejo foi estudada separadamente para cada distância das árvores (Tabela 4).

Tabela 4 – Densidade de perfilhos do capim-marandu em monocultivo (Test.) e em silvipastoril sob 4 alturas de desfolhação e a duas distâncias das árvores

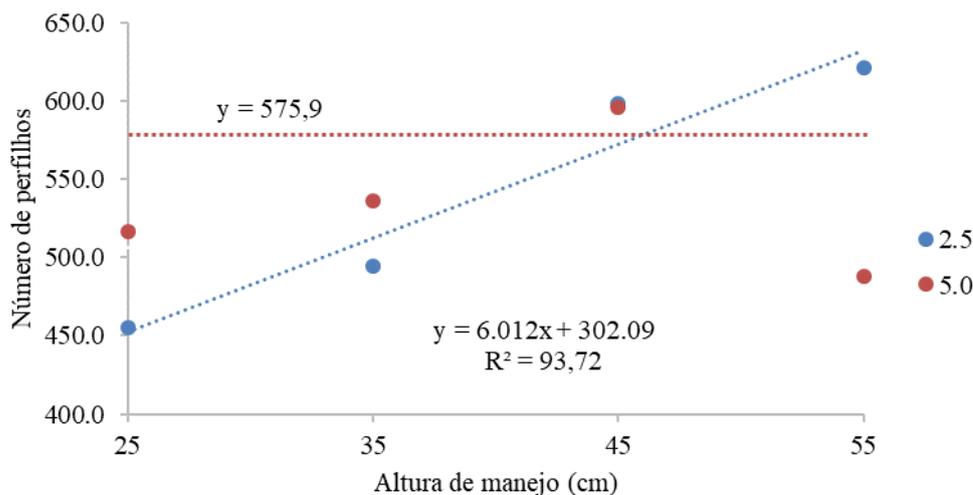
Variável	Test.	Dist. (m)	Metas de manejo (cm)				Equação de regressão	R ²	CV(%)
			25	35	45	55			
Perfilhos	676,2	2,5	455,6a*	494,7a*	598,7a	621,3a	Y = 265,015 + 4,8790x	93,72	10,30
		5,0	516,8a*	535,9a*	595,6a	488,0b*	Y = 575,9	-	

* Estatisticamente diferente da testemunha pelo teste Dunnett a 5% de probabilidade; Médias seguidas por letras minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Na distância de 2,5 m, a DPERF se ajustou ao modelo linear de regressão (Figura 2). Houve aumento da DPERF à medida que se elevou a altura de manejo. Este fato não foi observado por Rodrigues et al. (2017), em pastos de *Urochloa brizantha*

desfolhados a 2,5 e 5,0 m das árvores. Os autores não observaram diferença significativa no número de perfilhos entre as diferentes distâncias de colheita. Os resultados observados no presente estudo vão de encontro a teoria da compensação entre tamanho e densidade de perfilhos já consolidada para pastos manejados em sol pleno (Sbrissia e Da Silva, 2008). Segundo estes autores, a manutenção de pastos de capim-marandu em menores alturas resulta em numerosos perfilhos de tamanho reduzido. Já em condições de maior altura, o número de perfilhos é menor, mas cada perfilho atinge maior tamanho. É provável que a elevação das alturas de entrada e de resíduo, tenha elevado número de gemas nos resíduos mais altos. Estas gemas podem ter se desenvolvido pelo seu posicionamento mais elevado no dossel e compensado o efeito do sombreamento das árvores, que nessa região (2,5m) foi mais intenso.

Figura 2 - Número de perfilhos do capim-marandu em silvipastoril sob 4 alturas de desfolhação e a duas distâncias das árvores.



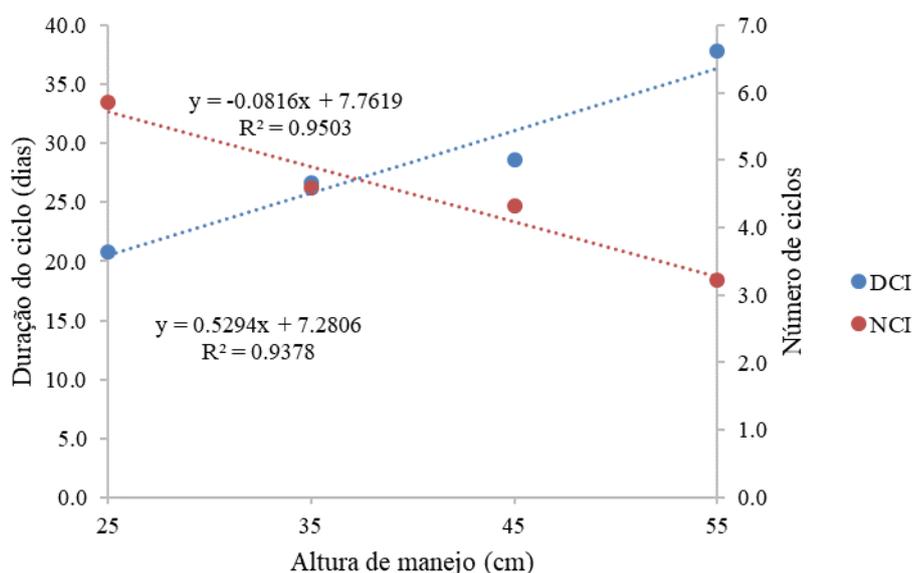
Assim, acredita-se que o aumento do perfilhamento com a elevação da altura a 2,5m de distância se deveu principalmente ao perfilhamento aéreo do capim-marandu nos pastos desfolhados mais altos e, conseqüentemente, com maior resíduo. Santos et al. (2001), trabalhando com capim-elefante, também observaram elevação no perfilhamento aéreo à medida que se elevou a altura de colheita da forragem. Entretanto, é necessário que esse achado no presente estudo seja estudado para compreender melhor o perfilhamento aéreo em SSP. O perfilhamento aéreo pode representar importante fonte produtiva para a forragem. Santos et al. (2010b) afirmam

que o perfilhamento aéreo aumenta em 76% a área foliar do perfilhamento basal em pastos de *U. decumbens*, o que aumenta a interceptação luminosa do dossel forrageiro.

Por outro lado, na distância de 5,0 m a DPERF não se ajustou aos modelos de regressão estudados, apresentando média de 575,9 perfilhos/m².

Para as variáveis DCI e NCI observou-se diferença significativa entre a testemunha e os tratamentos em SSP (Tabela 2). Para ambas, os tratamentos 35 e 45 cm não diferiram do monocultivo. As variáveis se ajustaram ao modelo linear de regressão. Mas enquanto a DCI aumentou com a elevação das alturas, o NCI reduziu (Figura 3).

Figura 3 – Duração do ciclo e número de ciclos de colheita do capim-marandu em sistema silvipastoril sob diferentes alturas de manejo.



Houve aumento estimado de 77,56% na duração do ciclo das plantas desfolhadas com 55 cm em relação às plantas desfolhadas com 25 cm. O aumento no tempo necessário para a colheita (cerca de 16 dias à mais) pode estar associado à elevação da diferença entre a altura pré e pós-desfolhação, com a elevação das metas de manejo. Houve redução de 74,92% no número de ciclos de colheita em função do aumento das metas de manejo. Na altura de 25 cm, foram estimados 5,72 ciclos, ao passo que na altura de 55 cm foram estimados 3,27 ciclos, durante o período de avaliação.

CONCLUSÃO

O acúmulo, massa seca total, massa seca de folhas e densidade volumétrica da forragem de *Urochloa brizantha* cv. Marandu em monocultivo é maior que no sistema silvipastoril, independentemente da meta de manejo e da distância das árvores.

A elevação das alturas de manejo dentro do SSP resulta em aumento da porcentagem de colmos e redução da porcentagem de material morto.

A composição morfológica e relação folha colmo da forragem do capim-marandu não são afetadas pelo sistema de cultivo e pelas metas de manejo em SSP, exceto quando manejado a 55 cm e a 5,0 m das árvores, onde a proporção de colmos é maior.

O uso da meta de manejo de 55 cm dentro do sistema silvipastoril a 2,5 m das árvores resulta em perfilhamento semelhante ao monocultivo.

A meta de 55 cm foi caracterizada por maior produção de biomassa de forragem e maior acúmulo, sendo portanto a altura recomendada.

REFERÊNCIAS

- BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R. Sistemas Silvopastoris. *Pesq. Flor. Bras.*, n.60, edição especial, p.77-87, 2010.
- CARVALHO, A.L.S.; MARTUSCELLO, J.A.; ALMEIDA, O.G.; BRAZ, T.G.S.; CUNHA, D.N.F.V.; JANK, L. Production and quality of Mombaça grass forage under different residual heights. *Acta Sci. Anim. Sci.*, v.39, n.2, p.143-148, 2017.
- CASAGRANDE, D.R.; RUGGIERI, A.C.; JANUSCKIEWICZ, E.R.; GOMIDE, J.A.; REIS, R.A.; VALENTE, A.L.S. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu manejado sob pastejo intermitente com diferentes ofertas de forragem. *R. Bras. Zootec.*, v.39, n.10, p.2108-2115, 2010.
- CRUZ, C.D. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta. Sci. Agron.*, v.35, n.3, p.271-276, 2013.
- DIM, V.P.; ALEXANDRINO, E.; SANTOS, A.C.; MENDES, R.S.; SILVA, D.P. Características agrônômicas, estruturais e bromatológicas do capim Piatã em lotação intermitente com período de descanso variável em função da altura do pasto. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.16, n.1, p.10-22, 2015.
- FONSECA, L.; MEZZALIRA, J.C.; BREMM, C.; FILHO, R.S.A.; GONDA H.L.; CARVALHO, P.C.F. Management targets for maximising the short-term herbage intake rate of cattle grazing in *Sorghum bicolor*. *Livest. Sci.*, v.145, p.205–211, 2012.

FREITAS, F.P.; FONSECA, D.M.; BRAZ, T.G.S.; MARTUSCELLO, J.A.; SANTOS, M.E.R. Forage yield and nutritive value of Tanzania grass under nitrogen supplies and plant densities. *R. Bras. Zootec.*, v.41, n.4, p.864-872, 2012 .

GIACOMINI, A. A.; DA SILVA, S. C.; SARMENTO, D. O. L.; ZEFERINO, C. V.; SOUZA JR., S. J.; TRINDADE, J. K.; GUARDA, V. A.; NASCIMENTO JÚNIOR., D. Growth of marandu palisade grass subjected to strategies of intermitente stocking. *Sci. Agric.*, v.66, n.6, p.733-741, 2009.

KRAHL, G.; RIBEIRO FILHO, H.M. N.; PINTO, C.E.; GARAGORRY, F.C.; BIASIOLO, R.; BALDISSERA, T.C. Pastagem de Missioneira-gigante submetida a alturas de corte e severidades de desfolha em pleno sol e com restrição de luminosidade. In: I Congresso Brasileiro de Sistemas Integrados de Produção Agropecuária, 1, 2017, Cascavel, PR. Anais (on-line).

LOPES, C.M.; PACIULLO, D.S.C.; ARAÚJO, S.A.C.; GOMIDE, C.A.M.; MORENZ, M.J.F.; VILLELA, S.D.J. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.69, n.1, p.225-233, 2017a.

LOPES, C.M.; PACIULLO, D.S.C.; ARAÚJO, S.A.C.; MORENZ, M.J.F.; GOMIDE, C.A.M.; MAURÍCIO, R.M.; BRAZ, T.G.S. Plant morphology and herbage accumulation of signal grass with or without fertilization, under different light regimes. *Ciênc. Rural*, v.47, n.2, 2017b.

MARTINS, A.D.; SOUSA, L.F.; NÓBREGA, E.B.; DONIZETTI, J.G.S.; SANTOS A.C.; SOUSA, J.T.L. Relação do nível de sombreamento artificial e da adubação sobre o desenvolvimento da forrageira *Urochloa brizantha* cv. Marandu. *Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.*, v.15, n.4, p.994-1005, 2014.

MOLAN, L.K. Estrutura do dossel, interceptação luminosa e acúmulo de forragem em pastos de capim-marandu submetidos a alturas de pastejo por meio de lotação contínua. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo. Piracicaba, p. 159. 2004.

MONTAGNER, D.B.; EUCLIDES, V.P.B.; GENRO, T.C.M; NATES, N.N. Dry matter intake by beef steers on Piatã palisadegrass (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã) pasture. *Trop. Grassl.-Forrajes Trop.*, v.1, n.1, p.106 -108, 2013.

NANTES, N.N.; EUCLIDES, V.P.B.; MONTAGNER, D.B.; LEMPP, B.; BARBOSA, R.A.; GOIS, P.O. Desempenho animal e características de pastos de capim-piatã submetidos a diferentes intensidades de pastejo. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.48, n.1, p.114-121, 2013.

PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; MORENZ, M.J.F.; LOPES, F.C.F.; ROSSIELLO, R.O.P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.42, n.4, p.573-579, 2007.

PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; TAVELA, R.C.; ROSSIELLO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.43, n.7, p.917-923, 2008.

RODRIGUES, B.M.; BRAZ, T.G.S.; FRAZÃO, L.A.; ALMEIDA, B.Q.; ALVES, M.A.; SILVA, A.C.C.V.; OLIVEIRA, M.E.M.; VIEIRA, T.R. Consorciação de estilosantes campo grande e capim-marandu em sistema silvipastoril e sol pleno durante a fase de estabelecimento. *Bol. Ind. Anim.*, v.75, p.1-11, 2018.

SANTOS, E.A.; SILVA, D.S.; QUEIROZ FILHO, J.L. Perfilhamento e algumas características morfológicas do capim-elefante cv. roxo sob quatro alturas de corte em duas épocas do ano. *R. Bras. Zootec.*, v.30, n.1, p.24-30, 2001.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; SILVA, G.P.; PIMENTEL, R.M.; CARVALHO, V.V.; SILVA, S.P. Estrutura do pasto de capim-braquiária com variação de alturas. *R. Bras. Zootec.*, v.39, n.10, p.2125-2131, 2010a.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; GOMES, V.M.; SILVA, S.P.; PIMENTEL, R.M. Morfologia de perfilhos basais e aéreos em pasto de *Brachiaria decumbens* manejado em lotação contínua. *Encicl. Biosf.*, v.6, n.9, 2010b.

SANTOS, M.E.R.; FONSECA, D.M.; BRAZ, T.G.S.; SILVA, S.P.; GOMES, V.M.; SILVA, G.P. Características morfogênicas e estruturais de perfilhos de capim-braquiária em locais do pasto com alturas variáveis. *R. Bras. Zootec.*, v.40, n.3, p.535-542, 2011.

SANTOS, D.C.; GUIMARÃES JÚNIOR, F.; VILELA, L.; PULROLNIK, K.; BUFON, V.B.; FRANÇA, A.F.S. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. *Agric. Ecosyst. Environ.*, v.233, p.16-24, 2016.

SBRISSIA, A.F.; DA SILVA, S.C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.1, p.35-47, 2008.

Torres, A.F.F.; Gonçalves, C.N.; Sousa, J.R.; Vera, G.S.; Azar, G.S. Capim marandu em diferentes substratos e níveis de sombreamento. In: 1º Congresso Internacional da Diversidade do Semiárido - Conidis, 1, 2016, Campina Grande, PB. Anais (on-line).

ZANINI, G.D.; SANTOS, G.T.; SCHMITT, D.; PADILHA, D.A.; SBRISSIA, A.F. Distribuição de colmo na estrutura vertical de pastos de capim Aruana e azevém anual submetidos a pastejo intermitente por ovinos. *Ciênc. Rural*, v.42, n.5, p.882-887, 2012a.

ZANINI, G.D.; SANTOS, G.T.; SBRISSIA, A.F. Frequencies and intensities of defoliation in Aruana Guineagrass swards: accumulation and morphological composition of forage. *R. Bras. Zootec.*, v.41, p.905-913, 2012b.