



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS UNIVERSITÁRIO DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

JOSÉ MÁRIO LOPES DA ROCHA

**ALTURA DE MANEJO DO CAPIM MOMBAÇA EM SISTEMA SILVIPASTORIL
SOB DUAS DISTÂNCIAS DO RENQUE DE ÁRVORES**

ARAGUAÍNA
2021

JOSÉ MÁRIO LOPES DA ROCHA

**ALTURA DE MANEJO DO CAPIM MOMBAÇA EM SISTEMA SILVPASTORIL
SOB DUAS DISTÂNCIAS DO RENQUE DE ÁRVORES**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciência Animal Tropical, junto ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Clementino dos Santos

Co-orientador: Prof. Dr. Raphael Pavesi Araújo

Área de Concentração: Produção Animal

ARAGUAÍNA
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- R672a Rocha, José Mário Lopes da .
Altura de manejo do capim Mombaça em sistema silvipastoril sob duas distâncias do renque de árvores. / José Mário Lopes da Rocha. –Araguaina, TO, 2021.
85 f.
- Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-Graduação (Doutorado) em Ciência Animal Tropical, 2021.
Orientador: Antônio Clementino Dos Santos
Coorientador: Raphael Pavesi Araújo
1. Forragicultura. 2. Manejo de pastagens. 3. Sistemas silvipastoris. 4. Capim Mombaça. I. Título

1 CDD 636.089

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

2 Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

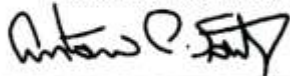
JOSÉ MÁRIO LOPES DA ROCHA

**ALTURA DE MANEJO DO CAPIM MOMBAÇA EM SISTEMA
SILVIPASTORIL SOB DUAS DISTÂNCIAS DO RENQUE DE ÁRVORES**

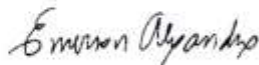
Tese apresentada como requisito para a obtenção do título de Doutor em Ciência Animal Tropical, junto ao Programa de Pós – Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

Aprovada em 20 de maio de 2021

BANCA EXAMINADORA



Prof° Dr° Antônio Clementino dos Santos
Orientador

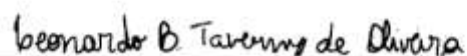


Prof° Dr° Emerson Alexandrino
Avaliador

Prof° Dr° Luciano Fernandes Sousa
Avaliador



Prof° Dr° Elcivan Bento da Nóbrega
Avaliador



Prof° Dr° Leonardo Bernardes Taverny de Oliveira
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por me proporcionar saúde e coragem para encarar essa jornada.

À minha família pelo apoio, em especial, à minha mãe, Maria Aparecida, meus avós, Maria José e Raimundo Santos, popular “seu Dêga” (*in memoriam*), a meus irmãos: Polyana, Lidiane e Edivaldo Júnior; aos meus sobrinhos: Artur, Yasmin, Catarina e Marina, e a meu filho David.

Ao meu orientador Antônio Clementino dos Santos pela compreensão, companheirismo, orientação, ensinamentos e conselhos repassados.

Aos meus co-orientadores e colegas de trabalho, Raphael Pavesi e Rossini Sôffa, pelo apoio na execução das atividades de pesquisa, companheirismo e amizade.

Aos docentes e colegas do Programa de Pós – Graduação em Ciência Animal Tropical, pelos conhecimentos repassados. Aos colegas do grupo de pesquisa, bolsistas de iniciação científica, técnicos e terceirizados pelo apoio.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), por ter me liberado integralmente para qualificação e doutoramento. Aos meus colegas de trabalho que sempre me apoiaram nessa caminhada.

Aos alunos do IFTO – campus Colinas do Tocantins, que me auxiliaram na implantação e execução dos experimentos de campo, bem como coleta de dados. A todos, muito obrigado!

*"Conhecimento sem humildade, torna – se
arrogância. Conhecimento com humildade torna
– se sabedoria."*

(Anônimo)

RESUMO

O objetivo foi avaliar características produtivas, morfoestruturais, de crescimento e composição químico - bromatológica da forrageira Mombaça, submetido a diferentes alturas de corte em sistema convencional (pleno Sol) e silvipastoril, sendo nesse em duas posições em relação ao renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha). O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, localizado na cidade de Colinas do Tocantins, em ambiente tropical, caracterizado por Neossolo Quartzarênico Órtico típico, precipitação anual média de 1800 mm, temperatura média anual de 26 °C, sendo avaliado entre os meses de dezembro e abril dos anos 2019 e 2020. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo, em esquema fatorial 3 x 4, sendo três ambientes: pleno Sol ou monocultivo, copa das árvores e meio da entrelinha, representados pelo sistema silvipastoril, respectivamente a 1 e 6 metros da linha do eucalipto, e quatro alturas de plantas no momento do corte (50, 70, 90 e 110 cm), com quatro repetições cada, totalizando 48 unidades experimentais. Os ambientes e as diferentes alturas de corte das plantas, bem como a interação de ambos, influenciaram nas características produtivas, morfoestruturais e crescimento do capim Mombaça. O intervalo entre 70 e 90 cm foi onde ocorreram as melhores proporções de folha em relação colmo e material morto no sistema convencional. No silvipastoril, a altura que proporcionou forragem com melhor estrutura foi a de 70 cm. Acima de 80 cm ocorre queda linear no perfilhamento, densidade de forragem e eficiência fotossintética nos três ambientes. A composição químico – bromatológica do capim mombaça sofreu influência dos locais de coleta para as variáveis: teor de matéria mineral, teor de fósforo e teor de magnésio, ocasionados pela concentração desses nutrientes em função de uma menor produção. As diferentes alturas de corte influenciaram em: teor de proteína bruta, fósforo e potássio, que apresentaram efeitos lineares decrescentes; teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e magnésio que apresentaram efeitos lineares crescentes. As forrageiras produzidas sob a influência da copa das árvores apresentaram maior incremento de minerais em sua composição químico – bromatológica, no entanto esses valores foram ocasionados principalmente pela concentração dos elementos, dada menor produção de massa no ambiente sombreado.

Palavras-chave: eucalipto; linha de plantio; sombreamento; produção de matéria seca

ABSTRACT

The objective was to evaluate productive, morphostructural, growth characteristics and chemical - bromatological composition of the forage Mombaça, submitted to different cutting heights in a conventional (full sun) and silvopastoral system, in two positions in relation to the row of trees (top of the trees trees and halfway between the lines). The experiment was conducted at the Federal Institute of Education, Science and Technology, located in the city of Colinas do Tocantins, in a tropical environment, characterized by a typical Ortico Quartzarênico Neosol, average annual precipitation of 1800 mm, average annual temperature of 26 °C, being evaluated between the months of December and April of the years 2019 and 2020. A completely randomized design was used, with repeated measures over time, in a 3 x 4 factorial scheme, with three environments: full sun or monoculture, treetops and middle of the rows, represented by the silvopastoral system, respectively at 1 and 6 meters from the eucalyptus line, and four plant heights at the moment of cutting (50, 70, 90 and 110 cm), with four repetitions each, totaling 48 experimental units. The environments and the different cutting heights of the plants, as well as the interaction of both, influenced the productive, morphostructural and growth characteristics of Mombaça grass. The threshold between 70 and 90 cm was where the best proportions of leaves in relation to stem and dead material occurred in the conventional system. In silvopastoral, the height that provided forage with the best structure was 70 cm. Above 80 cm there is a linear drop in tillering, forage density and photosynthetic efficiency in the three environments. The chemical-bromatological composition of mombaça grass was influenced by the collection sites for the variables: mineral matter content, phosphorus content and magnesium content, caused by the concentration of these nutrients due to a lower production. The different cutting heights influenced: crude protein, phosphorus and potassium content, which showed decreasing linear effects; neutral detergent fiber, acid detergent fiber and magnesium contents that showed increasing linear effects. The forages produced under the influence of the tree canopy showed a greater increase in minerals in their chemical-bromatological composition, however these values were mainly caused by the concentration of elements, given lower mass production in the shaded environment.

Keywords: dry matter production; eucalyptus; planting line; shading;

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Forrageiras em sistemas silvipastoris.....	14
2.1.1 Sombreamento e modificações morfoestruturais das gramíneas.....	14
2.1.2 Desempenho animal sob pastejo em sistemas silvipastoris.....	18
2.2 Componente arbóreo em sistemas silvipastoris.....	20
2.2.1 Arranjos espaciais.....	20
2.2.2 Melhorias nas características físico – químicas do solo.....	21
3.2.3 Ambiência e bem – estar animal.....	22
4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

CAPÍTULO 1 – Manejo do Mombaça em ambientes tropicais sob monocultivo ou consorciado com eucalipto

RESUMO.....	34
1. INTRODUÇÃO.....	36
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4. CONCLUSÃO.....	62
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63

CAPÍTULO 2 – Composição químico – bromatológica do capim Mombaça submetido a alturas de corte e distâncias da linha do eucalipto em sistema silvipastoril

RESUMO.....	70
1. INTRODUÇÃO.....	72
2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	74
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77
4. CONCLUSÃO.....	87
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88

LISTA DE TABELAS

CAPITULO 1

Tabela 1 – Temperaturas máximas, mínimas, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica no período experimental	38
Tabela 2 – Características químicas do solo da área experimental antes da implantação do experimento, na camada de 0-20 cm de profundidade.	39
Tabela 3 – Massa seca Total de Forragem (MSTF) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)	41
Tabela 4 – Massa Seca de Folhas (MSF) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)	43
Tabela 5 – Massa seca de Folhas (MSF) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)	45
Tabela 6 – Massa Seca de Colmos (MSC) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)	46
Tabela 7 – Massa seca de Colmos (MSC) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Sol pleno) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)	47
Tabela 8 - Massa Seca de Material Morto (MSMM) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha).....	48
Tabela 9 – Massa seca de material morto (MSMM) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Sol pleno) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha).....	49
Tabela 10 – Relação folha colmo (F/C) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Sol pleno) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha).	50
Tabela 11 – Densidade Populacional de perfilhos (DPP) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Sol pleno) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha).....	53
Tabela 12– Densidade volumétrica de forragem (DVF) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Sol pleno) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha).....	54
Tabela 13 – Índice de área foliar (IAF) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Sol pleno) e Silvipastoril	

em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha).....	55
Tabela 14 – Área foliar específica (AFE) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Sol pleno) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha).....	57
Tabela 15 – Taxa de assimilação líquida (TAL) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Sol pleno) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha).....	59
Tabela 16 – Taxa de crescimento da cultura (TCC) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Sol pleno) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha).....	60

CAPÍTULO 2

Tabela 1 – Temperaturas máximas, mínimas, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica no período experimental	74
Tabela 2 – Características químicas do solo da área experimental antes da implantação do experimento, na camada de 0-20 cm de profundidade.....	74
Tabela 3 – Teor de Matéria Seca (%) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)	77
Tabela 3 – Teor de Proteína Bruta (%) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)	78
Tabela 4 – Teor de Fibra em Detergente Neutro (%) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha).....	79
Tabela 5 – Teor de Fibra em Detergente Ácido (%) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha).....	81
Tabela 6 – Teor de Matéria Mineral (%) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)	82
Tabela 7 – Teor de Fósforo do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)	83
Tabela 8 – Teor de Potássio do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)	84
Tabela 9 – Teor de Cálcio do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)	85

Tabela 10 – Teor de Magnésio do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)86

1. INTRODUÇÃO

A atividade pecuária é considerada uma das principais causas de conflitos ambientais relacionadas ao desmatamento, compactação, erosão dos solos e a perda de biodiversidade (ABADIAS, *et al.*, 2020). As áreas destinadas aos monocultivos agrícolas e florestais também são importantes quanto aos impactos ambientais provocados, e a perda da biodiversidade, características desses sistemas. No entanto, vários estudos mostram ser possível integrar pecuária e florestas implantadas em uma mesma área, conservando o meio ambiente com o uso de componentes de multipropósito (BALBINO *et al.*, 2011).

A agricultura moderna é fundamentada principalmente em sistemas altamente tecnificados, padronizados e baseados em monocultivos. Além disso, com a expansão da fronteira agrícola e utilização de tecnologias, todas as atividades agrícolas, pecuárias e florestais passaram a ser realizadas de maneira intensificada e independente. Esse modelo da produção agropecuária impera mundo afora, entretanto, em virtude da elevada demanda por energia e por recursos naturais que o caracteriza, tem mostrado sinais de saturação (BALBINO *et al.*, 2011).

Com relação à agricultura, segundo Pariz *et al.*, (2011), a utilização de monoculturas, juntamente com práticas culturais inapropriadas, tem causado perda de produtividade, ocorrência de pragas e doenças, e degradação climática e edáfica. Nas áreas de lavouras temporárias, bem como em áreas de pastagens nativas ou cultivadas, predomina o monocultivo, realizado sem utilização de práticas agrícolas adequadas, fato este que resulta em degradação dos solos e baixa produtividade. Portanto, a associação do componente arbóreo as pastagens e as lavouras assume importante papel, principalmente em regiões agropastoris com grande fragmentação de áreas florestais naturais ou com pastagens degradadas (ASSIS, *et al.* 2015).

Dentro do atual conceito de ILPF estão contemplados as quatro combinações de componentes possíveis, quais sejam. integração Lavoura-Pecuária (agropastoril), integração Pecuária-Floresta (Silvipastoril), integração Lavoura-Floresta (agriflorestal), e integração Lavoura-Pecuária-Floresta (agrossilvipastoril).

Quando se combinam espécies anuais e perenes ocorre um efeito sinérgico na produtividade e nas condições do solo, refletindo na utilização mais eficiente dos nutrientes disponíveis, em benefícios para as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo, com redução nos riscos econômicos, frequentemente constatados na exploração isolada das espécies (MENDONÇA, *et al.* 2013; SANTOS, *et al.* 2011).

Segundo Barcellos *et al.* (2011), a integração Pecuária – Floresta, deve ser considerada como uma estratégia que visa a produção sustentável por meio da integração de atividades pecuárias e florestais, realizadas na mesma área, em cultivo consorciado, em sucessão ou rotacionado, buscando efeitos sinérgicos entre os componentes do agroecossistema contemplando a adequação ambiental, a valorização do homem e a viabilidade econômica.

Os sistemas de silvipastoris, com manejo adequado de árvores e pastagens podem proporcionar aumentos significativos na produção, principalmente em áreas degradadas (OLIVEIRA *et al.* 2015). Além disso, esses sistemas são considerados sustentáveis, principalmente por evitar a abertura de novas áreas, preservando a vegetação nativa, o solo e recursos hídricos. Com a melhoria dos processos produtivos, é possível reduzir a emissão de gases que ocasionam o efeito estufa, como o CO₂ atmosférico, sequestrado em maiores volumes pelos componentes do sistema (EUCLIDES, *et al.* 2010; ARAÚJO FILHO, 2013; TAVARES *et al.*, 2018).

O leque de aplicações é variado, servindo tanto para recuperação de pastagens degradadas em áreas com solos de baixa fertilidade, além de melhor ambiência aos animais. No que diz respeito à indústria florestal, as árvores produzem matéria prima como celulose e papel, móveis, carvão vegetal para siderurgias alimentos e borracha natural (GONÇALVES, *et al.* 2013).

A integração pecuária - floresta é uma estratégia de produção que não apresenta limitações quanto ao tamanho da propriedade ou ao nível tecnológico do produtor rural. As possibilidades de combinação entre os componentes do sistema são muitas e os ajustes se fazem necessários dependendo do interesse do produtor e dos aspectos edafoclimáticos e mercadológicos (GONTIJO NETO, *et al.* 2014)

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Forrageiras em sistemas silvipastoris

2.1.1. Sombreamento e modificações morfoestruturais das gramíneas

Os sistemas extensivos de produção predominam na pecuária brasileira sendo a alimentação dos bovinos baseadas em pastagens cultivadas. Somente na região dos Cerrados avalia-se em 49,5 milhões de ha de pastagens cultivadas em uma área total de 208 milhões (VILELA, *et al.*, 2017).

A forma extrativista de exploração pecuária vem aumentando as áreas degradadas de pastagem ou em processo de degradação. Na degradação das pastagens, a produtividade e a composição botânica podem ser substancialmente alteradas ao longo do tempo, devido ao declínio da fertilidade do solo e ao manejo inadequado das plantas forrageiras. O esgotamento da fertilidade do solo, em consequência da

ausência de adubação, tem sido apontado como uma das principais causas da degradação de pastagens cultivadas (DIAS – FILHO, 2011; DIAS – FILHO, 2013).

Nesse contexto, impera o desafio de desenvolver sistemas mais sustentáveis a fim de potencializar a produtividade das pastagens e dos animais, de forma sustentável e com baixo impacto ambiental (REIS *et al.*, 2012). Nessa sistemática inserem-se os sistemas agrossilvipastoris, que apesar de estudos mostrarem diversos benefícios como: melhorias nas características microclimáticas, qualidade do solo bem-estar - animal qualidade da forragem, mitigação de gases nocivos a atmosfera, ainda são incipientes informações inerentes ao manejo das forrageiras sob essa perspectiva.

O principal critério a ser levado em consideração, na escolha de uma espécie forrageira a ser implantada em um sistema silvipastoril é a sua tolerância ao sombreamento (FARIA *et al.*, 2018), tendo em vista que as forrageiras irão dar prioridade ao crescimento da parte aérea do dossel face ao sistema radicular, retardando o início do florescimento (GUENNI *et al.*, 2008). Segundo Lopes *et al.* (2017), uma forrageira implantada em condições de sombreamento, irá modificar sua morfofisiologia, provocando alterações morfológicas no dossel forrageiro, permitindo aumentar a interceptação de luz com menor índice de área foliar (IAF), por meio do aumento da área foliar específica.

As plantas sombreadas investem, relativamente, maior proporção de fotoassimilados no aumento da área foliar, para maximizar a captação da luz disponível. Geralmente possuem folhas delgadas, maior área foliar específica (AFE) e folhas com menor densidade e massa (LAMBERS *et al.*, 1998).

As alterações anatômicas que ocorrem nas folhas que se desenvolvem sob baixa luminosidade, tem papel importante na adaptação da planta às condições impostas pelo ambiente. Geralmente estas alterações estão relacionadas com o aumento da captação e aproveitamento da luz incidente, recurso que limita o crescimento na sombra, aumentando a eficiência fotossintética da planta (GÓMEZ, *et al.*, 2012).

A baixa incidência de luz, normalmente, reduz o crescimento das plantas, no entanto, no caso de sistemas silvipastoris, a influência das árvores nas áreas de pastagem pode promover mudanças significativas principalmente na fertilidade do solo e nas condições microclimáticas, podendo alterar as respostas esperadas (PEZZOPANE *et al.*, 2015).

Gobbi *et al.* (2011), em um trabalho com objetivo de avaliar a área foliar específica e as características anatômicas foliares da braquiária (*Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*) e do amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* cv. *Amarillo*) sob três diferentes níveis de sombreamento (0, 50 e 70%), verificou que a área foliar específica das duas espécies aumentou linearmente em função do incremento nos níveis de sombra. Na braquiária o aumento da área foliar específica foi acompanhado por redução linear na

espessura da folha com os níveis crescentes de sombra. Já a espessura das folhas de amendoim-forrageiro não sofreu alteração significativa com o sombreamento crescente. A densidade estomática nas faces adaxial e abaxial das folhas do amendoim-forrageiro e da braquiária diminuiu linearmente com o incremento nos níveis de sombra.

De um modo geral as gramíneas forrageiras são mais sensíveis ao sombreamento no estabelecimento, que na fase produtiva, devendo - se optar por um modelo que proporcione níveis moderados de sombreamento, com baixo comprometimento na produtividade (PACIULLO, *et al.*, 2017). Desse modo a produtividade das forrageiras no primeiro ano de plantio do componente arbóreo, tende dar melhores resultados em comparação àquelas árvores já bem estabelecidas.

Quanto às forrageiras leguminosas, de modo geral, elas tendem a serem menos tolerantes ao sombreamento do que gramíneas. Essas espécies tem baixa persistência em períodos de sombreamento maiores que dois anos. Dentre as medianamente tolerantes encontram-se: calopogônio (*Calopogonium mucunoides*), centrosema (*Centrosema pubescens*) e puerária (*Pueraria Phaseoloides*). O amendoim-forrageiro (*Arachis pinto*) é considerado como tolerante ao sombreamento, entretando, apresenta lento processo de estabelecimento, enquanto os estilósantes (*Stylosanthes sp*) e o siratro (*Macroptilium atropurpureum*) são considerados de baixa tolerância ao sombreamento. Geralmente leguminosas são utilizadas na fase inicial, visando melhoria da fertilidade do solo, ou em consórcio com gramíneas, visando melhor qualidade na dieta dos animais (BUNGENSTAB, *et al.*, 2012).

Andrade *et al.* (2003), analisando as espécies forrageiras (*Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*, *Brachiaria brizantha* cv. MG-4, *Brachiaria decumbens* cv. *Basilisk*, *Megathyrsus maximum* cv. *Mombaça*, *Melinis minutiflora* e *Hyparrhenia rufa*) consorciado ou não com *Stylosanthes guianensis* cv. *Mineirão* em um sistema silvipastoril, implantado com eucalipto como componente arbóreo, verificaram que as gramíneas que se destacaram em termos de produção de massa, tolerância ao sombreamento e maior cobertura do solo foram *B. brizantha* cv. *Marandu*, *B. decumbens* e *Megathyrsus maximum* cv. *Mombaça*, sendo que a leguminosa não demonstrou potencial para utilização sob essa perspectiva.

Em sistemas silvipastoris, na integração das forrageiras com árvores, a sombra e a biomassa do componente arbóreo, melhoram a qualidade da forragem. Hanisch *et al.*, (2016), verificou aumento no teor de clorofila b, proteína bruta (PB) e fósforo (P), em folhas da gramínea *Axonopus catharinensis* Valls cultivadas sombreadas em SSP. Porém, houve redução de 50% na produção de massa de forragem com o aumento do sombreamento acima de 50%.

Em um trabalho de dois anos com *B. decumbens*, em condições de pleno sol e de sombreamento, onde o sub-bosque de braquiaria recebeu, em média, 35% da radiação incidente a pleno sol (65% de sombreamento), durante o primeiro ano, e 65% (35% de sombreamento) durante o segundo ano. Paciullo *et al.*, (2007), verificaram que a densidade de perfilhos, o índice de área foliar e a massa de forragem sob sombreamento, foram maiores no segundo ano. E os teores médios de Fibra em detergente neutro (FDN) foram maiores a pleno Sol, enquanto os valores médios de proteína bruta (PB) e a digestibilidade in vitro da matéria seca foram maiores a sombra. Segundo os autores o sombreamento moderado, aumenta os teores de PB, reduz os teores de FDN e incrementa a digestibilidade da forragem de gramíneas que crescem sob a copa das árvores.

Em um sistema silvipastoril com *Brachiaria decumbens* e *Acacia mangium*, *A. angustissima*, *Mimosa artemisiana* e *Eucalyptus grandis* plantadas em renques de 30 m entre fileiras e 3 metros entre plantas, Paciullo *et al.*, (2011), avaliaram o efeito das árvores sobre as características produtivas e nutricionais da forrageira. A entrelinha dos renques, localizada entre 7 e 10 m de distância é o local onde ocorre melhor aproveitamento da sombra moderada sobre a densidade de perfilhos, massa de forragem e os acúmulos de matéria seca e de proteína bruta.

Uma das principais problemáticas relativas a plantas forrageiras em seis ambientes sombreados é a baixa densidade e reduzida taxa de renovação dos perfilhos (PACIULLO, *et al.*, 2011; BARNES *et al.*, 2015; NEEL; BELESKY, 2017). Sob sombreamento moderado, as gramíneas podem continuar a crescer em níveis satisfatórios, com aumento da biomassa aérea e radicular, área foliar específica, alongamento das folhas, porém com redução da taxa de perfilhamento, mas aumento do peso dos perfilhos (ABRAHAM *et al.*, 2014).

Paciullo *et al.* (2008), analisando diferentes níveis de sombreamento sobre as características morfológicas, estruturais e de produtividade do capim *B. decumbens*, observaram redução na população de perfilho, evidenciando a importância da luz no surgimento de novos perfilhos, havendo uma compensação da planta com aumento nas taxas de alongamento de folhas e comprimento final das folhas, proporcionando assim, aumento na produção por área e produção total de 8,14% do tratamento submetido a 50% de sombreamento em relação ao pleno sol.

Castro *et al.*, (2009), avaliando o efeito de três porcentagens de sombreamento (0, 29 % e 45 %), proporcionado pelas leguminosas arbóreas *Acácia angustissima*, *A. mangium*, *A. auriculiformis*, *Albizia lebbek*. *Gliricidia sepium*, sobre características agrônômicas e o valor nutritivo do pasto de *Brachiária Decumbens*, durante o inverno, a primavera e o verão verificou que o sombreamento influenciou positivamente a massa de forragem na primavera e verão, sendo que no inverno a maior massa foi obtida

em pleno sol. Os teores de proteína bruta aumentaram com o sombreamento na primavera, mas não se modificaram em função das porcentagens de sombra, no inverno e no verão.

2.1.2. Desempenho animal sob pastejo em sistemas silvipastoris

O desempenho animal em sistemas silvipastoris é influenciado diretamente pelo componente forrageiro, com reflexos na produtividade individual e por área. Melhoras no teor de proteína bruta (PB) da pastagem constituem uma das principais vantagens dos sistemas silvipastoris em relação aos sistemas alicerçados em monocultivos (PACIULLO, *et al.*, 2014).

No que diz respeito ao desempenho dos animais sob essa perspectiva, Paciullo *et al.* (2009), avaliando as características do pasto e o desempenho de novilhas oriundas do cruzamento Holandes x Zebu, em sistema silvipastoril (SSP) e em monocultivo de braquiária (*Urochloa decumbens*), considerando os períodos chuva e estiagem, verificou que as características do pasto, o consumo e o ganho de peso não variaram com o sistema, porém, devido às reduções na quantidade e no valor nutritivo da forragem, apresentaram valores maiores na época chuvosa do que na época seca, respectivamente: massa de forragem pré-pastejo: 1.525 e 964 kg ha⁻¹, teores de proteína bruta na gramínea: 9,3 e 8,2%, digestibilidade in vitro da matéria seca: 56,1 e 50,3%, consumo de matéria seca: 2,3 e 1,6% do peso vivo e ganho de peso de 625 e 242 g por dia por novilha.

Garcia *et al.* (2009), ao avaliarem um sistema silvipastoril, com duas distintas espécies forrageiras (*Urochloa brizantha* cv. *humidicola* e *Megathysus maximum* cv. *Mombaça*), a fim de verificar o desempenho de bovinos de corte da raça nelore, observaram acúmulos de forragem de 5,35 ton/ha⁻¹ para o capim humidícola e 12,05 ton MS/ha⁻¹ para o Mombaça, com ganhos de peso médio diário dos animais variando de 0,87 e 1,00 kg/dia, para a humidicola e Mombaça, respectivamente. Segundo os autores, esses resultados demonstram que a utilização desses sistemas constitui uma alternativa tecnológica viável para aumento da produtividade.

Em outro trabalho, Bernardino *et al.* (2011) avaliando produção forrageira e o desempenho de bovinos de corte pastejando sub-bosque de um sistema Silvipastoril com eucalipto, adubado com fertilizante nitrogenado (0,75 e 150 kg ha⁻¹) e duas ofertas de (10% e 15% do peso vivo), observaram aumento no ganho de peso, apenas no primeiro período de avaliação, à medida que se elevaram as doses de fertilizante nitrogenado.

A variação na oferta de forragem não influenciou os ganhos médios individuais. O ganho por unidade de área aumentou à medida que foram adicionadas doses crescentes de fertilizante nitrogenado. A oferta de forragem de 15% é mais adequada quando se utilizam menores doses de nitrogênio na

pastagem. Para doses mais elevadas, a intensificação da utilização resulta em maiores ganhos por unidade de área. A fertilização do sub-bosque é eficiente e necessária para a intensificação do uso de sistemas integrados eucalipto pastagem (BERNARDINO, *et al.*, 2011).

A utilização do sistema silvipastoril tem mostrado resultados satisfatórios também na produção leiteira. Em trabalho conduzido por Oliveira *et al.* (2003), animais que tiveram acesso à sombra apresentaram um aumento de 10 a 20% na produção de leite. Resultados sobre o aumento da produção de leite em vacas que disponham de sombra também foram encontrados em estudos realizados por Domingos *et al.* (2013), principalmente na ordenha da tarde, onde as temperaturas são mais elevadas.

2.2 Componente arbóreo em sistemas silvipastoris

2.2.1 Arranjos espaciais

O componente arbóreo exerce maior dominância em relação aos demais, definindo assim, as características do sistema de produção, influenciando diretamente nas interações entre os componentes agrícola e pecuário. É constituído por espécies arbóreas perenes, plantadas em diferentes arranjos de forma a possibilitar o consórcio com o componente pecuário. Entender como a variabilidade estrutural do sistema silvipastoril afeta a distribuição dos fatores de produção tem particular aplicação para a escolha do arranjo espacial e manejo das espécies, de forma a adequar o ambiente para as características de cada uma (BOYDEN *et al.*, 2009).

Segundo Bernardo (1995), o estabelecimento de espaçamentos adequados para espécies florestais é especialmente importante para regiões onde os solos apresentam baixa fertilidade e precipitações irregulares. Segundo o autor, em uma condição de poucos recursos, o espaçamento torna-se muito relevante visto que os mais fechados podem gerar intensa competição, enquanto espaçamentos mais abertos podem resultar em menores produtividades das florestas.

A magnitude das relações existentes entre o componente arbóreo e os demais, depende da densidade, da idade e da orientação de plantio das árvores (DUFOUR *et al.*, 2013). Nesse sentido, a escolha da espécie arbórea, assume papel importante, principalmente em relação àqueles voltados ao arranjo espacial das plantas e no manejo a ser utilizado de modo que não cause redução da disponibilidade dos fatores de produção (água, oxigênio, nutrientes e luz) para a espécie do componente pecuário.

A distribuição espacial das árvores influencia na disponibilidade de luz. Espécies arbóreas plantadas em um maior espaçamento de maneira geral tendem a apresentar maior taxa de crescimento (BERTOMEU 2012), se beneficiando da maior quantidade e qualidade da luz.

Santos *et al.*, (2016), avaliando características produtivas e estruturais do capim piatã (*Brachiaria brizantha* cv. *BRS Piatã*) em diferentes sistemas: silvipastoril com sub-bosque de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) plantado em fileiras duplas com espaçamento de 2m entre plantas e 12m entre linhas (SSP12); outro com espaçamentos de 2m entre plantas e 22m entre linhas (SSP22), e uma área controle, sem árvores. Os diferentes tratamentos não influenciaram as características estruturais das plantas, sendo que a produção de matéria seca foi maior no tratamento controle, seguido por SSP22 e SSP12. A maior produção no sistema convencional está relacionada à maior radiação fotossinteticamente ativa disponível no sistema.

Bertomeu (2012) trabalhando com bagras (*Eucalyptus deglupta*) e gmelina (*Gmelina arborea*) em espaçamentos 2 x 2,5 m após aproximadamente 18 meses observou fechamento do dossel forrageiro, enquanto que, no espaçamento 1 x 10 m, em idade superior (38 meses) não ocorreu fechamento.

Em um trabalho para avaliar a radiação fotossinteticamente ativa em dois arranjos do clone urograndis (*Eucalyptus grandis*) (linhas duplas e linhas simples com espaçamento de 9 x 2 m) e dois locais de amostragem (centro da linha e sob a copa das árvores), Coelho *et al.* (2014) não observaram diferença significativa na radiação em decorrência do arranjo de linhas. No entanto, observaram maior radiação fotossinteticamente ativa na posição sob a copa das árvores e atribuíram o resultado à declinação solar e altura das plantas.

No que diz respeito à produtividade das árvores, Oliveira *et al.* (2009). avaliaram a dinâmica de crescimento e produtividade de eucalipto, sob diferentes arranjos espaciais (11 diferentes arranjos) em sistema silvipastoril considerando diferentes idades do componente florestal (18, 27, 38 e 51 meses após o plantio). Nesse trabalho, constatou-se que o volume de madeira por planta não mostrou diferença entre os distintos arranjos até 18 meses, sendo maior nos arranjos mais amplos a partir dos 27 meses. A partir de 38 meses, quanto maior a área útil por árvore, maior o diâmetro à altura do peito. Até quatro anos, os arranjos 3,33 m x 2 m, 3,33 m x 3 m e 5 m x 2 m são indicados para maior produção de madeira em termos quantitativos e os arranjos 10 m x 3 m e 10 m x 4 m, para produção de madeira com maiores dimensões.

2.2.2 Melhorias nas características físico-químicas do solo

As árvores são eficientes em captar nutrientes de camadas mais profundas do solo absorvendo os elementos (potássio, fósforo, cálcio, magnésio e micronutrientes) que muitas vezes as culturas cultivadas

no sub-bosque não conseguem acessar. Dessa forma, as árvores absorvem esses elementos das camadas mais profundas e transferem para camadas superficiais, através do aporte de matéria orgânica depositado, decomposto e mineralizado no solo (YADAV *et al.*, 2014).

Essa ciclagem de nutrientes, por via da serapilheira é de fundamental importância para manter a fertilidade do solo. Além disso, esse aporte de matéria orgânica reduz a radiação solar direta sobre o solo, favorecendo a retenção de umidade (SANTOS *et al.*, 2018).

No que diz respeito à conservação dos solos, por apresentarem desenvolvimento perene e ocuparem estrato diferente no ambiente, agem proporcionando redução do potencial erosivo, por meio da interceptação da água das chuvas pela copa e pela serapilheira depositada, agindo na estabilização física da massa do solo, seja pelo efeito de aproximação das partículas ou pela influência da adição de matéria orgânica sobre as propriedades físicas (AGUIAR, *et al.*, 2010).

Freitas *et al.* (2013), avaliando o efeito do componente arbóreo no aporte de serapilheira e de nutrientes em dois sistemas agrossilvipastoris, sendo o sistema 1: milho (*Zea mays*) + eucalipto (híbrido - *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*) + acácia (*Acacia mangium*) + braquiária (*Brachiária decumbens*); e o sistema 2 milho + eucalipto + braquiária, comparados ao monocultivo de pasto, verificou que a deposição da serapilheira da forrageira foi superior no monocultivo de pasto. No entanto, a maior deposição de serapilheira total (forrageira + componente arbóreo) foi observada em ambos os sistemas agrossilvipastoris, comprovando a influência positiva do componente arbóreo no incremento de matéria orgânica depositada sob o solo. Segundo os autores, os sistemas agrossilvipastoris, depositaram uma maior quantidade de nutrientes (com exceção do fósforo), indicando o potencial desses sistemas na recuperação ou manutenção de áreas de pastagens.

O aumento estoque de carbono no solo em sistemas silvipastoris varia em função do material depositado acima e abaixo da superfície, variando em função da espécie e das condições climáticas do local (CHEN, *et al.*, 2017).

Jobbàgy e Jackson (2000) avaliaram três tipos de coberturas vegetais, e observaram que a percentagem de carbono orgânico no solo, apresentaram teores médios de 33%, 42% e 50% no primeiro metro de profundidade, respectivamente para capoeira, pastagens e florestas. No segundo e terceiro metros, capoeira apresentou 77% de carbono orgânico, florestas e pastagens 56% e 43% respectivamente, sugerindo que os diferentes tipos de coberturas vegetais ajudam na distribuição do carbono orgânico no perfil do solo.

2.2.3. Ambiência e bem-estar animal

A mudança no microclima local, além de favorecer a qualidade da pastagem, pode aumentar o conforto térmico para os animais, proporcionando temperaturas dentro da faixa ótima de conforto dos animais, devido menor radiação incidente, fato este que acaba por influenciar também em seus desempenhos e produtividade (SILVA, *et al.*, 2010).

O efeito benéfico da disponibilidade de sombra para os animais de produção baseia-se na melhoria de suas condições fisiológicas, como: frequência respiratória, temperatura retal e batimentos cardíacos. Também podem ser observados efeitos sobre os comportamentos de consumo, ócio e ruminação do animal. Além disso, pode ocorrer depreciação sobre o desempenho produtivo animal quando a tolerância dos animais a elevadas temperaturas é menor (MARTELLO *et al.*, 2004).

Silva *et al.* (2008) trabalhando com a espécie *Acacia holosericeae*, em sombreamento natural, obtiveram resultados de até 26% de redução na carga radiante comparado ao tratamento com exposição à radiação solar direta.

Ao ser modificado pelas árvores, o microclima torna a temperatura mais amena, aumentando a umidade do ar, reduzindo a evapotranspiração das árvores e aumentando a umidade do solo. Com isso, as condições ambientais no solo e na interface solo/serapilheira contribuem para o aumento da atividade microbiológica, tendo como consequência ampliação da taxa de mineralização e disponibilização dos nutrientes (BERNARDINO; GARCIA, 2009).

A temperatura ambiente ideal para *Bos taurus* pode variar entre 0 e 16 °C, com limites críticos de -10 e 27 °C; para *Bos indicus*, entre 10 e 27 °C, com limites críticos de 0 e 35 °C; e para animais mestiços, estima-se limites de temperatura ideal entre 5 e 31°C (BAËTA; SOUZA, 2010). A sombra se faz necessária para reduzir os efeitos nas horas mais quentes do dia mesmo quando a temperatura é menor que 24 °C.

A espécie utilizada para sombra deve apresentar copa densa, não raleada, de porte grande e que projetem sombras grandes, que se adaptem bem ao clima, podendo ser nativas ou não, e que não sejam tóxicas aos animais (NICODEMO *et al.*, 2004). A disposição das árvores na pastagem pode ser na forma de cercas vivas, corredores forrageiros, bosques, em linhas (simples, duplas ou mais), quebra-vento (linhas periféricas) de forma individual, ou dispersas.

Souza *et al.* (2010), ao avaliar novilhas nelores em sistemas silvipastoris com eucalipto, verificaram que os animais permaneceram em média 47% do tempo disponível sob a sombra das árvores. Castro (2008) em estudo relativo à influência do sombreamento sobre o ambiente e os animais, testou três diferentes sistemas sombreado (pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. "Marandu" sob seringal adulto - *Hevea brasiliensis*), parcialmente sombreado (pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. "Marandu", associada

a bosque de espécies florestais nativas, cobrindo cerca de 10% da área do pasto) e a pleno sol (pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. "Marandu) verificaram que as temperaturas médias registradas nos termômetros de globo negro na pastagem sob seringal foram inferiores, com um diferencial térmico entre esses sistemas de 4.30°C. Constatando, assim que animais protegidos do calor dispensam mais tempo em pastejo, o que reduz, em média, 20% o consumo de água e proporciona melhor conversão alimentar, elevando a produção de carne e leite.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAM, E.M.; KYRIAZOPOULOS, A.P.; PARISSI, Z.M.; KOSTOPOULOU, P.; KARATASSIOU, M.; ANJALANIDOU, K.; KATSOUTA, C. Growth, dry matter production, phenotypic plasticity, and nutritive value of three natural populations of *Dactylis glomerata* L. under various shading treatments. **Agroforestry Systems**, v.88, p.287–299, 2014.
- ABADIAS, I.M.; FONSECA, P.R.B.; BARBOSA, C.H. Manejo da pecuária: uma análise sobre impactos ambientais. **Revista EDUCamazônia**. N 1, jan- jun, pág.113-125, 2020.
- AGUIAR, M.I.; MAIA, S.M.F.; XAVIER, F.A.S.; MENDONÇA, E.S.; ARAÚJO FILHO, J.A.; OLIVEIRA T.S. Sediment, nutrient and water losses by water erosion under agroforestry systems in the semi-arid region in northeastern Brazil. **Agroforestry Systems**. v.79. p.277-289, 2010.
- ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L.; PEREIRA, O.G.; SOUZA, A.L.I. Desempenho de seis gramíneas solteiras ou consorciadas com o *Stylosanthes guianensis* cv. Mineiro e eucalipto em sistema silvipastoril. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32. n.6. p. 1845-1850, 2003.
- ASSIS, P. C. R.; STONE, L.F.; MEDEIROS, J.C.; MADARI, B.E.; OLIVEIRA, J.M.; WRUCK, F.J. Atributos físicos do solo em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 19(4), 309-316. 2015.
- BALBINO, L.C.; CORDEIRO, LAM.; PORFIRIO DA SILVA, V.; MORAES, A. MARTINEZ, B.G.; ALVARENGA, R.C.; KICHEL N.A.; FONTANELI, R.S.; Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura pecuária floresta no Brasil. **Pesq. agropec. bras.** , vol.46, n. 10, 2011.
- BAÊTA, F. C.; SOUZA, F. Ambiência em edificações rurais: conforto animal. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.
- BARCELLOS, A.O.; MEDRADO, MJ.; SGRISE, M.M.; SKORUPA, L.A.; ROCHA, WS. Base conceitual, sistemas e benefícios da iLPF. In: BALBINO. L.C.; BARCELLOS, A.O.; STONE, L.F. (Ed). Marco referencial Integração Lavoura. Pecuária-Floresta Brasília/DF: EMBRAPA. 2011. p. 23-40.
- BARNES, P.; WILSON, B.R.; REID, N.; BAYERLEIN, L.; KOEN, T.B.; OLUPOT, 36 G. Examining the impact of shade on above-ground biomass and normalized difference vegetation index of C3 and C4 grass species in North-Western NSW, Australia. **Grass and Forage Science**, v.70, p.324–334, 2015.
- BERTOMEU, M. Growth and yield of maize and timber trees in smallholder agroforestry systems in Claveria, northern Mindanao, Philippines. **Agroforestry systems**. v. 84. n. 1. p. 73-87, 2012.
- BERNARDO, AL. Crescimento e eficiência nutricional de *Eucalyptus* spp. Sob diferentes espaçamentos na região do cerrado de Minas Gerais. 1995. 102 p. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG.

- BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R. TONUCCI, R.G.; ROCHA, G.C.; GOBBIK, F.; NEVES, J.C.L.; Produção de forragem e desempenho de novilhos de corte em um sistema Silvipastoril: efeito de doses de nitrogênio e oferta de forragem. **R. Bras. Zootec.** v.40, n.7. p. 1412-1419, 2011.
- BOYDEN, S.; MONTGOMERY, R.; REICH, P.B.; PALIK, B. Seeing the forest for the heterogeneous trees: stand-scale resource distributions emerge from tree-scale structure. **Ecological Applications**, v. 22. n. 5. p. 1578-1588. 2012.
- BUNGENSTAB, et al Sistemas de integração lavoura-pecuária floresta: a produção sustentável. 2 ed. Brasília, DF Embrapa, 2012.
- COELHO, J. S.; CARMO ARAUJO, S.; VIANA, M. C. M.; VILLELA, S. D. J.; FREIRE, F.M.; SANTOS BRAZ. T.G. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim braquiária em sistema silvipastoril com diferentes arranjos espaciais. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 3, p. 1487-1500 2014.
- CASTRO, A.C.; LOURENÇO JUNIOR, J.B.; SANTOS, N.E.A.; MONTEIRO, E.M.M.; ROSSETTO GARCIA, AR. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. **Ciência Rural**, v.38. n. 8, nov, 2008.
- CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; MULLER, M.D.; NASCIMENTO JR, E.R. Características Agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiária decumbens* em Sistema Silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, p. 19-25 2009.
- COSTA, K.A.P.; FAQUIN, V.; OLIVEIRA, L.P. Doses e fontes de nitrogênio na recuperação de pastagens do capim-marandu. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** Belo Horizonte, v. 62, n. 1. fev. 2010.
- CHEN, C.; LIU, W.; JIANG, X.; WU, J. Effects of rubber-based agroforestry systems on soil aggregation and associated soil organic carbon: Implications for land use. *Geoderma*, vol. 299, n. 1, p. 13-24, 2017.
- DIAS-FILHO, M. B. Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação. 4. ed. rev., atual. e ampl. Belém, PA, 2011.
- DIAS-FILHO, M. B. Recuperação de pastagens e segurança alimentar: uma abordagem histórica da pecuária na Amazônia. Bebedouro: Editora Scot Consultoria, 2013.
- DOMINGOS, H.G.T. Effect of Shade and Water Sprinkling on Physiological Responses and Milk Yields of Holstein cows in a Semi-arid, **Region**.169–174, 2013.
- DUFOUR, L.; METAY, A.; TALBOT, G.; DUPRAZ, C. Assessing light competition for cereal production in temperate agroforestry systems using experimentation and crop modeling. **Journal Agronomy and Crop Science**, v. 199, n. 3.0.217-227. 2013.
- EUCLIDES V.P.B.; VALLE, C.B.; MACEDO, M.C.M.; ALMEIDA, R.G.; MONTAGNER, D.B.; BARBOSA, M.A. Brazilian scientific progress in pasture research during the first decade of XXI century. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 39. p. 151 - 168, 2010.
- FARIA, B.M.; MORENZ, M.J.F.; PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F.; GOMIDE, C.A.M. Growth and bromatological characteristics of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria ruziziensis* under shading and nitrogen. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 49, n. 3, p. 529-536, 2018.

- FREITAS, E.C.S.; OLIVEIRA NETO, S.N.; DILERMANDO, M.F.; SANTOS, V.; LEITE, M.G.; MACHADO, H.D. Deposição de serapilheira e de nutrientes no solo em sistema agrossilvipastoril com eucalipto e acácia. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.37. n. 3. p. 409-41. 2013.
- GARCIA, AR.; ALVAREZ, W.F.M.; COSTA, N.A.; NAHUM, B.S.; QUINZEIRO NETO, T.; CASTRO, S.R.S. Avaliação do desempenho de bovinos de corte criados em sistemas silvipastoris no estado do Pará. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, v.4. n.8. p.51-62, 2009.
- GUENNI, O.; SEITER, S.; FIGUEROA, R. Growth responses of three *Brachiaria* species to light intensity and nitrogen supply. **Trop. Grassl.**, v.42, p.75-87, 2008.
- GOBBI, KF.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M.C.; GARCEZ NETO, AF.; ROCHA, GCI. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40. n.7. p. 1436-1444, 2011.
- GÓMEZ S, GUENNI O, BRAVO DE GUENNI L. Growth, leaf photosynthesis and canopy light use efficiency under differing irradiance and soil N supplies in the forage grass *Brachiaria decumbens* Stapf. **Grass Forage Sci.** 68(1):395–407, 2012.
- GONÇALVES, J.L.M.; ALVARES, ALFENAS, A.C.; STAHL, J.; BOUILLET, J. P.D. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, v. 301, p. 6-27.2013.
- HANISCH, A.L.; DALGALLO, D.; ALMEIDA, E.X.; NEGRELLE, R.R.B. Desempenho e composição química de missioneira-gigante cultivada em sistema silvipastoril tradicional em duas alturas de pastejo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 59, n. 4, p. 345-351, 2016.
- JOBBÁGY EG, JACKSON RB. The vertical distribution of soil organic carbon and its relation to climate and vegetation. **Ecological Applications**. 10:423– 436, 2000.
- LAMBERS, H.; CHAPIM, I. Plant physiological ecology. **New York: Springer**, 1998. 540p.
- 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**, 69(1), 225-233, 2017. doi: 10.1590/1678-4162-9201.
- MARTELLO, L. S.; SAVASTANO JÚNIOR, H.; SILVA, S. L.; TITTO, E. A. L. Respostas fisiológicas e produtivas de vacas holandesas em lactação submetidas a diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 33, 181-191, 2004.
- MENDONÇA, V.Z.; MELLO, L.M.M.; ANDREOTTI, M.; PEREIRA, F.C.B.L.; LIMA, R.C.; VALÉRIO FILHO, W.V.; YANO, E.H. Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras, milho em sucessão com soja em região de cerrados. **R Bras Ci Solo**.37:251-9. 2013.
- NEEL, J.P.S.; BELESKY, D.P. Herbage production, nutritive value and animal productivity within hardwood silvopasture, open and mixed pasture systems in Appalachia, United States. **Grass and Forage Science**, v.72, p.137–153, 2017.
- NICODEMO, M.L.F. Sistemas Silvipastoris – Introdução de Árvores na Pecuária do Centro-Oeste Brasileiro. 2004. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2004. 37 p; 21 cm. -- (Documentos / Embrapa Gado de Corte, ISSN1517-3747 ; 146).

OLIVEIRA, T.K. Sugestões para Implantação de Sistema Silvopastoril. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2003. 28p. (Embrapa Acre. Documentos, 84) il.

OLIVEIRA, T.K.; MACEDO, R.LG.; NELSON VENTURIN, RLG.; HIGASHIKAWA E.M. Desempenho Silvicultural e Produtivo de Eucalipto sob Diferentes Arranjos Espaciais em Sistema Agrossilvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, Colombo. n.60, p.01-09 dez. 2009.

OLIVEIRA, F.L.R.; CABACINHA, C.D.; SANTOS, L.D.T.; BARROSO, D.G.; SANTOS JÚNIOR, A.; BRANT, M.C.; SAMPAIO, R.A. Crescimento inicial de eucalipto e acácia, em diferentes arranjos de integração lavoura-pecuária-floresta. **CERNE**, 21(2), 227-233. 2015.

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.07, p.917-923, 2008.

PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F.; MALAQUIAS, J.D.; VIANA, A.; RODRIGUEZ, N.M.; FROTA MORENZ, M.J.F.; AROEIRA, L.J.M. Características do pasto e desempenho de novilhas em sistema silvipastoril e pastagem de braquiária em monocultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n. 11, p.1528-1535, nov. 2009.

PACIULLO D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.D.; FERNANDES, P.B.; MÜLLER, M.D.; PIRES, M.D.F.; FERNANDES, E.N.; XAVIER, D.F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesq. Agropec. Bras.**46(10):1176-83, 2011.

PACIULLO DSC, PIRES MFA, AROEIRA LJM, MORENZ MJF, MAURÍCIO RM, GOMIDE CAM, SILVEIRA SR. Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass–legume pastures shaded by tropical trees. *Animal*.8(8):1264-71, 2014.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; MAURÍCIO, R. M.; FERNANDES, P. B.; MORENZ, M. J. F. Morphogenesis, biomass and nutritive value of Panicum maximum under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and forage Science**, v. 72, n. 3, p. 590-600, 2017.

PARIZ, C.M.; ANDREOTTI, M.; AZENHA, M.V.; BERGAMASCHINE, A.F.; MELLO, L.M.M.; LIMA, R.C. Produtividade de grãos de milho e massa seca de braquiárias em consórcio no sistema de integração lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, 41(5), 875-882. 2011.

PEZZOPANE, J. R. M.; BOSI, C.; NICODEMO, M. L. F.; SANTOS, P. M.; CRUZ D. P. G.; PARMEJIANI, R. S. Microclimate and soil moisture in a silvopastoral system in southeastern Brazil. **Bragantia**, v. 74, p. 110–119, 2015.

REIS, R.A; RUGGIERI, A.C; OLIVEIRA, A.A; AZENHA, M.V; CASAGRANDE, D.R. Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.642-655, 2012.

SANTOS, M.V; FONSECA, D.M; FERREIRA, L.R; OLIVEIRA NETO, S.N; TUFFI SANTOS, L.D; REIS, M.R; ALMEIDA, WB.; FABIANA; LIMA, J.G.; LOPES, C.F. Produtividade de milho grão em sistema agrossilvipastoril com diferentes arranjos e manejos de plantas daninhas. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2009. Brasília. **Anais...** Brasília: 2009.

SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; SPERA, S.T.; DREON, G. Fertilidade, teor de matéria orgânica do solo em sistemas de produção com integração lavoura, pecuária sob plantio direto. **R Bras Ci Agron**.6:474-82. 2011.

SANTOS, D. C., JÚNIOR, R. G., VILELA, L., PULROLNIK, K., BUFON, V. B. & SOUZA, A. F. F. Forage dry mass accumulation and structural characteristics of Piatã grass in silvopastoral systems in the Brazilian savannah. *Agriculture, Ecosystems e Environment*, 233, 16-24, 2016.

SANTOS, P.M.; SANTOS, A.C.; NEVES NETO, D.N.; OLIVEIRA, W.H.; SOUZA, L.F.; OLIVEIRA, L.B.T. Implementation of silvopastoral systems under nutrient cycling in secondary vegetation in the Amazon. *Journal of Agricultural Science*, Canadian, v. 10, n. 4; p. 124-137, 2018.

SILVA, A. R.; VELOSO, C.A.C.; CARVALHO, E.J.M.; ALVES, L.W.R.; AZEVEDO, C.M.B.C.; SILVEIRA FILHO, A.; OLIVEIRA JUNIOR, M.C.M., FERNANDES, P.C.C. Desenvolvimento do Componente Agrícola e da Espécie Eucalipto em Sistema de Integração Lavoura-Pecuária-Floresta no Município de Paragominas-PA. In: Workshop de Integração Lavoura-Pecuária Floresta em Rondônia. Vilhena. Embrapa, Série Documentos nº 141, 2010.

SILVA, E.V.C.; KATAYAMA, KA.; MACEDO, G.G.; RUEDA, P.M.; ABREU, U.G.P.; ZUCCARI, C.E.S.N. Efeito do manejo e de variáveis bioclimáticas sobre a taxa de gestação em vacas receptoras de embriões. *Ciência Animal Brasileira*, v. 11, n.2, p. 280-291, 2010.

SOUZA, W.; BARBOSA, R.R.; MARQUES, J.A.; GASPARINO, E.; CECATO, U.; BARBERO, L.M. Behavior of beef cattle in silvipastoral systems with eucalyptus. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 39, n. 3, p.677 - 684, 2010.

TAVARES, P.D.; SILVA, C.F.; PEREIRA, M.G.; FREO, V.A.; BIELUCZYK, W.; SILVA, E.M.R. Soil quality under agroforestry systems and traditional agriculture in the Atlantic Forest Biom. *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 31, n. 4, p. 954-962, 2018.

VILELA, W.T.C.; MINIGHIN, D.C.; GONÇALVES, L.C.; VILLANOVA, D.F.Q.; MAURICIO, R.M.; PEREIRA, R.V.G.P. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. *Pubvet*. v.11, n.10, p.1036-1045, Out, 2017.

YADAV, R. P.; SHARMA, P.; ARYA, S. L.; PANWAR, P. Acacia nilotica - based silvipastoral systems for resource conservation and improved productivity from degraded lands of the Lower Himalayas. *Agroforestry Systems*, Netherlands, v. 88, n. 1, p. 851-863, 2014.

CAPÍTULO 1- MANEJO DO MOMBAÇA EM AMBIENTES TROPICAIS SOB MONOCULTIVO OU CONSORCIADO COM EUCALIPTO

RESUMO – Em ambientes com restrição de luz, há influência do componente arbóreo sobre os componentes morfológicos do dossel forrageiro, variando conforme a distância ao renque de árvores. Objetivou – se avaliar as características produtivas, morfo - estruturais e crescimento do capim Mombaça, submetido a diferentes alturas de corte, nos sistemas convencional (pleno Sol) e silvipastoril em dois locais diferentes em relação a linha de plantio do eucalipto (copa das árvores e meio da entrelinha). O trabalho foi realizado no município de Colinas do Tocantins, no Instituto Federal do Tocantins (IFTO), entre janeiro e abril dos anos 2018/2019 e 2019/2020, sendo utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo, em fatorial 3 x 4, com três locais de coleta da forragem, representados pelos sistemas convencional (pleno Sol) e silvipastoril em duas distâncias da linha do eucalipto (copa das árvores – 1 m de distância, e meio da entrelinha – 6 m de distância). Em cada local foram efetuados quatro alturas de corte (50, 70, 90 e 110 cm), com quatro repetições cada, totalizando 48 unidades experimentais. Foram analisadas as variáveis: matéria seca total de forragem (MSTF), massa seca de folhas (MSF), massa seca de colmos (MSC), massa seca de material morto (MSMM), relação folha colmo (F/C), densidade populacional de perfilhos (DPP), densidade volumétrica de forragem (DVF), índice de área foliar (IAF), área foliar específica (AFE), taxa assimilatória líquida (TAL) e taxa de crescimento cultural (TCC) A altura de manejo de 70 cm proporcionou maior produtividade e as melhores relações folha colmo no sistema silvipastoril.

Palavras-chave: características estruturais, eucalipto, massa seca, produção, sombreamento

CHAPTER 1- MANAGEMENT OF MOMBAÇA IN TROPICAL ENVIRONMENTS UNDER MONOCULTURE OR ASSOCIATED WITH EUCALYPTUS

ABSTRACT - In light-restricted environments, there is an influence of the arboreal component on the morphological components of the forage canopy, varying according to the distance to the row of trees. The objective was to evaluate the productive, morpho-structural and growth characteristics of Mombaça grass, submitted to different cutting heights, in the conventional (full sun) and silvopastoral systems in two different

locations in relation to the eucalyptus planting line (tree crowns and middle of the line). The work was carried out in the municipality of Colinas do Tocantins, at the Federal Institute of Tocantins (IFTO), between January and April of 2018/2019 and 2019/2020, using a completely randomized experimental design, with repeated measures over time, in a factorial 3 x 4, with three forage collection sites, represented by the conventional (full sun) and silvopastoral systems at two distances from the eucalyptus line (treetops – 1 m distance, and halfway between the lines – 6 m distance). At each location, four cutting heights (50, 70, 90 and 110 cm) were performed, with four repetitions each, totaling 48 experimental units. The following variables were analyzed: total forage dry matter (MSTF), leaf dry mass (MSF), stalk dry mass (MSC), dead material dry mass (MSMM), stalk leaf ratio (F/C), population density of tillers (DPP), forage volumetric density (DVF), leaf area index (IAF), specific leaf area (AFE), net assimilation rate (TAL) and crop growth rate (TCC) The height of management of 70 cm provided higher productivity and better stalk leaf ratios in the silvopastoral system.

Keyword: eucalyptus, dry matter, production, shading, structural characteristics

INTRODUÇÃO

A busca por sistemas mais sustentáveis de produção tem sido o foco da agropecuária no mundo inteiro. Nessa perspectiva, os sistemas Silvopastoris (SSP), tem se mostrado eficientes, pois conseguem conciliar dentro de uma mesma área, produção de alimentos e preservação ambiental. No Brasil, essa sistemática de produção, surge como alternativa aos modelos migratórios e extrativistas culturalmente praticados (COUTO et al., 2017).

A integração de componentes multipropósito como árvores, forragem e animais, dentro de uma mesma área, caracterizam um sistema silvipastoril (BOSI et al., 2014). Essa interação é benéfica em diversos pontos, no entanto, a escolha de espécies não adaptadas às condições do ambiente, pode quebrar essa sinergia, inviabilizando o sistema.

O sombreamento proporcionado pelas árvores pode modificar o microclima da pastagem, alterando a quantidade e qualidade da forragem produzida (ABRAHAM et al., 2014). Segundo Gómez, Guenni e Guenni (2013), a produção de matéria seca e o valor alimentício das gramíneas forrageiras integradas com espécies arbóreas, podem ser modificados, estando essa mudança atrelada à tolerância da espécie a sombra, o grau de sombreamento e a competição entre as plantas, em relação à água, espaçamento e nutrientes.

Em ambientes com restrição de luz, há influência das árvores sobre a estrutura do dossel forrageiro, variando conforme a distância ao renque de árvores (PACIULLO et al., 2011). Diversas espécies forrageiras dos gêneros *Urochloa* e *Megathyrsus*, tem demonstrado, tolerância a níveis moderados de sombreamento, sendo observadas modificações nas características morfofisiológicas, estruturais e de crescimento da planta, em comparação a espécies não tolerantes em cultivo sob baixa luminosidade (LOPES et al., 2017; FARIA et al., 2018; GOMES et al., 2011; SANTIAGO – HERNANDES et al., 2016; PACIULLO et al., 2017).

Além disso, o conhecimento da ecofisiologia de forrageiras tropicais em sistemas silvipastoris, tem se tornado ferramenta importante de manejo, por auxiliar no entendimento das interações da planta com o meio. A adoção de alvos de manejo, como a altura do dossel tem se mostrado alternativa eficiente e prática de controle da estrutura do pasto (PAULA et al., 2012).

Adicionalmente, plantas submetidas a diferentes alturas de corte, podem sofrer modificações na dinâmica de participação dos componentes morfológicos e de crescimento, com reflexos na relação planta – animal, principalmente no tocante ao padrão de pastejo (PALHANO, et al., 2005). Em sistemas silvipastoris, essa relação entre sombreamento ocasionado pelas árvores e diferentes alturas de manejo do pasto, ainda é pouco explorada.

Assim, objetivou – se avaliar as características produtivas, morfo – estruturais e crescimento do capim Mombaça, com diferentes manejos de desfolhação, baseados na altura do dossel para orientar a desfolhação, associados a distintas condições de luminosidade nos ambientes monocultivo e silvipastoril.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *campus* Colinas do Tocantins, município de Colinas do Tocantins, localizada nas seguintes coordenadas geográficas Latitude: 8° 3' 23" Sul, Longitude: 48° 28' 38" Oeste. O clima da região é o AW-tropical com verão úmido e período de estiagem no inverno. Está sob domínio climático tropical semiúmido, com estiagem de aproximadamente 4 meses (junho a setembro) com média anual de

precipitação de 1.800 mm (Tabela 1) e altitude de 227m (KOPPEN, 1948). O solo da área experimental foi classificado como Neossolo quartzarênico órtico típico (EMBRAPA, 2013).

O local do experimento possui área de 1,92 ha, e foi implantado em Novembro de 2015, com a introdução em consórcio de milho e sorgo forrageiro, em conjunto com o capim *Megathyrsus maximus* cv. Mombaça e a espécie arbórea *Eucalyptus urophylla*. As cultivares milho e sorgo foram colhidas no primeiro ano, e utilizadas para produção de silagem, permanecendo um sistema silvipastoril com capim Mombaça e eucalipto. Em uma área paralela, foi cultivado capim Mombaça solteiro.

Tabela 1: Temperaturas máximas, mínimas, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica no período experimental

Meses	Temp. Max. média (°C)	Temp. Min. média (°C)	Umidade média (%)	Precipitação acúmulo (mm)
Dezembro 2018	25,8	24,5	84,5	47,4
Janeiro 2019	25,7	24,2	88,0	289,0
Fevereiro 2019	25,5	24,1	86,4	348,0
Março 2019	25,9	24,7	85,6	324,8
Abril 2019	26,5	24,6	86,1	257,8
Ano 1	25,9	24,4	86,1	1.267,0
Dezembro 2019	25,3	24,2	85,3	131,2
Janeiro 2020	25,5	24,3	86,2	284,0
Fevereiro 2020	25,4	24,2	87,5	371,4
Março 2020	25,8	24,5	85,9	331,6
Abril 2020	26,1	24,5	85,1	271,0
Ano 2	25,62	24,34	86,0	1.389,2

Fonte: INMET, 2020.

O trabalho teve duração de dois anos, com as avaliações da forrageira sendo realizadas entre os meses de janeiro e abril dos anos 2019 e 2020. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo, em esquema fatorial 3 x 4, sendo três ambientes: pleno Sol ou monocultivo, copa das árvores e meio da entrelinha, representados pelo sistema silvipastoril, respectivamente a 1 e 6 metros da linha do eucalipto, e quatro alturas de plantas no momento do corte (50, 70, 90 e 110 cm), com quatro repetições cada, totalizando 48 unidades experimentais. Na ocasião do início do experimento, as árvores completavam cinco anos de idade e apresentavam aproximadamente 20 metros de altura, 0,20 m de diâmetro a altura do peito, espaçadas em 12 m entre fileiras simples e 3 m entre plantas, dispostas em sentido leste – oeste.

Foram realizados cortes de uniformização da forrageira, com auxílio de roçadeira motorizada, adotando – se como resíduos pós – corte, as alturas de 25, 35, 45 e 55 cm, equivalente a 50 % da altura preconizada em cada um dos tratamentos (50, 70, 90 e 110 cm).

Com base no resultado das análises de solo (Tabela 2), em dezembro de 2018, procedeu – se às adubações, com aplicação de 60 kg/ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de Superfosfato simples e 50 kg/ha⁻¹ de K₂O na forma de Cloreto de Potássio, dividida em duas vezes. Foi realizada aplicação de 300 kg.ha⁻¹.ano⁻¹ de Nitrogênio, na forma de Ureia, sendo 50 kg/N aplicado no início do período de avaliação e o restante

parcelado ao longo dos ciclos de colheita, tendo todos os tratamentos recebido a mesma quantidade de Nitrogênio ao fim do período experimental. Não houve necessidade de calagem, haja vista saturações por base e teores de cálcio e magnésio estarem de acordo com as recomendações.

Tabela 2. Características químicas do solo da área experimental na camada de 0-20 cm de profundidade.

SILVIPASTORIL											
pH	MO	P	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTCe	M	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	-- mg dm ⁻³ --			-----		cmolc dm ⁻³	-----		--- % ---	
4,87	3,90	0,71	0,01	1,24	1,35	0,04	2,05	2,60	4,65	1,51	56,00
CONVENCIONAL (SOL PLENO)											
pH	MO	P	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTCe	M	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	-- mg dm ⁻³ --			-----		cmolc dm ⁻³	-----		--- % ---	
5,37	4,28	0,80	0,02	1,29	0,96	0,04	1,29	2,27	3,56	1,73	63,82

SB = Soma de Bases; MO = Matéria orgânica; CTCe = Capacidade de troca catiônica efetiva; m = Saturação por alumínio; V = Saturação por base.

Para determinação da altura média de cada tratamento, foram mensurados 10 pontos em cada parcela permitindo-se variação máxima de 5% entre a altura medida e aquela especificada para cada tratamento, através do auxílio do uso de régua graduada (PALHANO et al., 2005).

A massa de forragem foi determinada com auxílio de retângulo metálico de 0,5 x 1 m (0,5 m²), com coleta de duas amostras por unidade experimental. Realizou-se coleta somente do material disponível acima do resíduo, conforme o tratamento utilizado. No total, para o primeiro ano (2019), foram realizados 7 cortes para altura 50 cm, 6 cortes para altura 70 cm e 4 cortes para as alturas 90 e 110 cm. No segundo ano (2020), foram 6 cortes na altura 50 cm, 5 na altura 70 cm, e 3 cortes para as alturas 90 e 110 cm.

As amostras foram colocadas em sacos identificados e levados para pesagem em laboratório. Realizou-se sub-amostragem para se separar os componentes: lâmina foliar, colmo mais bainha foliar, material morto. Logo após, esses componentes foram acondicionados em sacos de papel, devidamente identificados e levados à estufa de circulação de ar forçada, para secagem a 55° C, por 72 horas, até massa constante.

A produção de forragem e os componentes morfológicos foram obtidos pela somatória de todos os ciclos e foram expressos em kg.ha⁻¹. Ainda os componentes morfológicos: colmo, folha e material morto, também foram expressos em porcentagem (%). Além disso, também foram medidos: densidade populacional de perfilhos (perfilhos.m⁻²); relação folha:colmo e densidade volumétrica de forragem (kg.ha⁻¹.cm¹).

As variáveis de crescimento analisadas foram: Índice de área foliar (IAF), área foliar específica (AFE), em $\text{cm}^2.\text{g}^{-1}$, taxa de assimilação líquida (TAL), em $\text{g}.\text{cm}^2.\text{dia}^{-1}$, e taxa de crescimento cultural (TCC), em $\text{kg}.\text{ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ (BENINCASA, 2004).

Para um experimento com delineamento inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo, foi utilizado o seguinte modelo (VONESSHI; CHINCHILLI, 1997):

$$Y_{ijk} = \mu + [A_j + L_k + (A_j * L_k)] + \tau_i + (\tau T)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

Y_{ijk} é a observação na i -ésimo Altura e j -ésimo Local do k -ésimo Tempo;

μ é a média geral;

A_j é o efeito da j -ésimo Altura; (50, 70, 90 e 110 cm)

L_i é o efeito da k -ésimo Local; (PS, SSP 1 e SSP 2)

$A_j * L_i$ é o efeito da interação *Altura x Local*

τ_j é o efeito do j -ésimo Tempo (Ano); (1 e 2)

T é o efeito de todos os tratamentos resultantes da combinação dos fatores A e L

ε_{ijk} é o erro aleatório e supõe-se que tenham distribuição normal, sejam independentemente distribuídos com média 0 (zero) e variância σ^2 .

As variáveis foram submetidas aos testes de normalidade (SHAPIRO- WILK, 1965) e homocedasticidade (COCHRAN, 1941). Para variáveis que apresentaram dados normais e com variâncias homogêneas foi realizada análise de variância, seguida de teste de F nos parâmetros da ANOVA. Para a comparação dos anos e locais de coleta foi realizado o teste de comparação de médias "Tukey 5%" e para as diferentes alturas de manejo de corte foi realizada análise de regressão observando os efeitos linear e quadrático, sendo a significância utilizada 5% de probabilidade do erro tipo I.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As produções de massa seca total de forragem (Tabela 3) do capim Mombaça, apresentaram interação entre sistemas e alturas de corte ($P < 0,01$).

Tabela 3: Massa seca Total de Forragem (MSTF) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Sistema	Massa Seca Total de Forragem ($\text{Kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$)					Médias	P*			CV (%)
	Altura de corte (cm)				Sistema		Altura		Sistema X Altura	
	50	70	90	110			EL	EQ		
PS	3677,1 A	9020,9 A	11386,0 A	13713,0 A	9450,3		0,01	0,01		
SSP 1	3689,9 A	4536,3 B	4935,0 C	6204,1 C	4591,3	0,01	0,01	0,01	<0,001	15,2
SSP 2	3363,4 A	8025,2 A	8404,3 B	10093,0 B	7546,5		0,01	0,01		
Médias	3576,8	7194,1	8241,8	10003,4	7196,0		0,01	0,01		

Massa Seca Total de Forragem (Kg . ha ⁻¹ . ano ¹)									
Ano	Altura de corte (cm)				Médias	P*			CV (%)
	50	70	90	110		Ano	Altura	Ano X Altura	
						EL	EQ		
Ano 1	3612,8	6925,1	8011,1	9131,2	6920,0	0,01	0,01		
Ano 2	3074,2	7463,1	8472,8	10878,1	7472,1	0,09	0,01	<0,10	20,9
Medias	3343,5	7194,1	8242,0	10004,7	6137,2	0,01	0,016		

Massa Seca Total de Forragem (Kg . ha ⁻¹ . ano ¹)									
Sistema	Ano			Médias	P*			CV (%)	
	Ano 1	Ano 2			Sistema	Ano	Sistema X Ano		
PS	7906,0 Ab	10994,5 Aa		9450,3					
SSP 1	4860,0 Ba	4323,0 Ca		4591,5	0,01	0,09	<0,01		20,9
SSP 2	7994,4 Aa	7099,0 Ba		7546,7					
Medias	6920,1	7472,2		7196,2					

PS: Convencional (pleno Sol); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; MSTF: massa seca total de forragem por hectare; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P > 0,05$), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y = 162,42x - 3543,4$ ($R^2 = 78,0\%$); SSP1: $y = 54,71x + 214,81$ ($R^2 = 82,0\%$); SSP2: $y = 98,34x - 320,96$ ($R^2 = 81,0\%$); Ano 1: $y = 88,21x - 136,51$ ($R^2 = 90,0\%$); Ano 2: $y = 122,11x - 2296,54$ ($R^2 = 78,0\%$).

A altura de manejo de 50 cm, não mostrou diferença entre os sistemas avaliados, devido a planta priorizar o uso das reservas orgânicas em detrimento à área foliar sob essa altura de manejo, a fim de manter seu aparato fotossintético (BARROS *et al.*, 2017).

Na altura de corte de 70 cm, o capim Mombaça demonstrou produções similares entre PS e SSP 2, ambas superiores ao SSP 1. As alturas de corte equivalentes a 90 e 110 cm, apresentaram diferenças entre os três locais de coleta da forragem, com PS se mostrando superior ao SSP 2, que se mostrou superior ao SSP 1 (Tabela 3).

Diversos trabalhos tem demonstrado comportamento da luz ao longo da entrelinha, com maior incidência na região central do que próximo ao renque de árvores. A fotossíntese e o acúmulo de biomassa forrageira seguem os padrões de variação da radiação ao longo da entrelinha (BARROS *et al.*, 2018; RODRIGUES *et al.*, 2019).

Para as diferentes alturas de corte, os três locais se ajustaram ao modelo linear crescente ($P < 0,01$), com incremento médio, a cada 10 cm de elevação na altura de corte, na ordem de 1.594,9 kg de MS/ha, 669,7 Kg de MS/ha e 1.532,2 Kg de MS/ha, respectivamente, para PS, SSP 1 e SSP 2 (Tabela 3).

Ao avaliar diferentes alturas de manejo do capim Mombaça em sistema silvipastoril, Rodrigues, (2017), observou que a quantidade de matéria seca produzida no SSP foi 50 % inferior ao convencional. Segundo o autor, essa diferença tem relação direta com a luz incidente sobre as plantas em SPP, influenciando a velocidade de crescimento e a taxa de aparecimento de novos perfilhos. Nesse sentido, a produção de biomassa da forrageira está atrelada ao índice de área foliar e densidade de plantas.

Por outro lado, Coelho *et al.*, 2014, ao avaliarem a produção de massa seca do capim *Urochloa Decumbens*, não encontraram diferença entre copa das árvores e meio da entrelinha. Os autores creditam

essa ausência de efeito significativo, à pequena diferença de radiação incidente entre os locais de avaliação, dada as árvores serem muito jovens.

Houve interação entre sistema e ano para massa seca de forragem total (Tabela 3) ($P < 0,01$). No PS, o ano 2 apresentou maiores produções, com SSP 1 e SSP 2, não diferindo entre si ($P > 0,05$).

A massa seca de folhas do capim Mombaça, apresentou interação entre sistemas e altura de corte ($P < 0,01$) (Tabela 4). Para a altura de 50 cm, não foram observadas diferenças entre PS, SSP 1 e SSP 2. Os resultados demonstram que o manejo da planta sob essa altura, ocasionou estresse severo em função da intensidade de colheita, gerando baixos resíduos e áreas foliares remanescentes equivalentes, nos três ambientes avaliados (CUTRIM JÚNIOR, *et al.*, 2011).

No PS, a produção de massa seca de folhas, na altura de corte de 90 cm, se mostrou superior à de 70 cm, e equivalente a 110 cm ($P < 0,01$). Nos sistemas SSP 1 e SSP 2, apesar da amplitude de 20 cm entre as alturas 70 e 90 cm, não foram observadas diferenças na produção de massa seca de folhas ($P > 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4: Massa Seca de Folhas (MSF) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Massa Seca de Folhas (Kg . ha ⁻¹ . ano)									
Sistema	Altura de corte (cm)				Médias	P*			CV (%)
	50	70	90	110		Sistema	Altura		
PS	3551,0 Ac	8443,1 Ab	10124 Aa	11639 Aa	8439,5		0,01	0,01	
SSP 1	2617,9 Ac	4217,3 Bb	4354,6 Cb	5548,7 Ca	4184,6	0,01	0,01	0,01	<0,001
SSP 2	3504,8 Ac	7384,6 Ab	7403,2 Bb	8389,7 Ba	6670,6		0,01	0,01	
Médias	3224,6	6681,6	7294,0	8525,9	7196,0		0,01	0,01	

Massa Seca de Folhas (Kg . ha ⁻¹ . ano)									
Ano	Altura de corte (cm)				Médias	P*			CV (%)
	50	70	90	110		Ano	Altura		
Ano 1	3511,9	6620,9	7089,4	7993,8	6304,0 A		0,01	0,01	
Ano 2	2937,2	6742,4	7498,7	9058,1	6559,1 A	0,391	0,01	0,01	0,281
Médias	3224,6	6681,7	7294,0	8526,0	6431,5		0,01	0,01	

Massa Seca de Folhas (Kg . ha ⁻¹ . ano)									
Sistema	Ano			Médias	P*			CV (%)	
	Ano 1	Ano 2			Sistema	Ano	Sistema X Ano		
PS	7047,1 Ab	9831,9 Aa		7439,5					
SSP 1	4578,6 Ba	3790,6 Ca		4184,6	0,01	0,392	<0,01	13,8	
SSP 2	7286,3 Aa	6054,8 Bb		6670,6					
Médias	6304,0	6559,1		6098,2					

PS: Convencional (pleno Sol); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; MSTF: massa seca total de folhas por hectare; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P > 0,05$), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y = 129,73x - 1939,18$ ($R^2 = 72,0\%$); SSP1: $y = 44,65x + 612,69$ ($R^2 = 82,0\%$); SSP2: $y = 73,37x + 801,27$ ($R^2 = 70,0\%$); Ano 1: $y = 95,6x - 1088,53$ ($R^2 = 74,0\%$); Ano 2: $y = 82,58x - 175,08$ ($R^2 = 83,0\%$).

Esse resultado indica que baseado na análise morfológica dos componentes da planta, manejar o corte a 70 cm no sistema silvipastoril copa das árvores e meio da entrelinha, proporciona forragem com maior porcentagem de massa foliar em comparação a alturas mais elevadas (tabela 5); além de menores valores de colmo (Tabela 7) e material senescente (Tabela 9), fatores que influenciam na estrutura da planta, e possivelmente as interações entre planta e animal em relação ao hábito de pastejo.

Foi observada insensibilidade na produção de lâminas foliares entre as alturas 70 e 90 cm em SSP1 e SSP2, em comparação ao PS, ou seja, apesar do alongamento de 20 cm, não houve incremento na produção de folhas; ocasionada pela limitação em recursos naturais ao meio, como por exemplo: radiação solar. Alexandrino et al., (2010), observaram efeitos semelhantes no capim Marandú, adubado com doses crescente de Nitrogênio. Segundo os autores, a taxa de alongamento foliar foi sensível ao suprimento de N, no entanto, por outro lado, as taxas de senescência e aparecimento foliar, demonstraram insensibilidade, não sendo afetadas pela adubação.

Para PS, a insensibilidade na produção de folhas, foi observada a partir da altura de corte de 90 cm, dada principalmente pelo ajuste no tamanho e densidade de perfilhos, resultado do manejo de colheita mais elevado, com conseqüente diminuição da radiação na base da planta, e redução da população de perfilhos (SBRISSIA; SILVA, 2008).

Ao se decompor os efeitos das alturas de corte sobre a massa seca de folhas do capim Mombaça, os sistemas PS, SSP 1 e SSP 2, se ajustaram ao modelo linear crescente ($P < 0,01$) (Tabela 4).

Santos et al., (2016), ao trabalhar com capim Mombaça em SSP, observaram redução de 56,5 % na produção de massa seca de folhas na área sombreada em comparação ao pleno Sol. Barros et al., (2018), ao avaliarem capim Piatã em SSP disposto em diferentes espaçamentos e distâncias da copa das árvores, verificou que nos sistemas onde o espaçamento era menor, nos pontos mais próximos do raio de influência da copa, a produção de massa seca de folhas e cobertura do solo foram negativamente afetados.

Por outro lado, Andrade, (2014), trabalhando com capim Massai em SSP, sob diferentes distâncias da linha de plantio do eucalipto, não constatou diferença estatística na massa seca de folhas entre áreas sombreadas (silvipastoril) e não sombreadas (pleno Sol).

Na tabela 5, encontra – se a massa seca de folhas em porcentagem, sendo verificados maiores valores em SSP1, com PS e SSP2 não divergindo entre si ($P = 0,024$). Para as diferentes alturas de corte, os três locais se ajustaram ao modelo linear decrescente, com redução das porcentagens de lâmina foliar, relativamente ao aumento das alturas. Houve interação entre anos e sistemas, sendo observadas diferenças estatísticas nos sistemas SSP1 e SSP 2, com maiores valores para o primeiro ano de produção ($P = 0,024$).

Tabela 5: Massa seca de Folhas (MSF) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Massa seca de folhas (%)										
Sistema	Altura de corte (cm)				Médias	Sistema	P*		Sistema X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura	EL		
PS	96,61	94,18	86,62	78,08	88,87 B		0,001	0,001		
SSP 1	97,22	93,30	87,04	88,01	91,40 A	0,024	0,002	0,003	0,137	3,62
SSP 2	95,50	91,73	86,25	81,77	88,81 B		0,001	0,001		
Medias	96,43	93,07	86,64	82,62	89,69		0,001	0,016		

Massa seca de folhas (%)										
Ano	Altura de corte (cm)				Médias	Ano	P*		Ano X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura	EL		
Ano 1	97,34	95,83	88,99	88,27	92,61 A		0,001	0,003		
Ano 2	95,53	90,31	87,62	83,08	89,14 B	0,01	0,001	0,002	0,09	3,62
Medias	96,43	93,07	86,64	82,62	89,69		0,005	0,002		

Massa seca de folhas (%)									
Sistema	Ano		Médias	Sistema	P*		Sistema X Ano	CV (%)	
	Ano 1	Ano 2			Ano	EL			EQ
PS	90,97 Ba	90,75 Aa	88,87						
SSP 1	94,92 Aa	89,38 Ab	91,40	0,024	0,01	0,01	3,62		
SSP 2	91,93 Ba	87,27 Bb	88,81						
Medias	92,61	89,14	89,69						

PS: Convencional (Sol pleno); SSP1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; MSF: massa seca de folhas em porcentagem; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P > 0,05$), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y = -0,202x + 105,76$ ($R^2 = 76,0\%$); SSP1: $y = -0,138x + 103,15$ ($R^2 = 50,0\%$); SSP2: $y = -0,234 + 109,65$ ($R^2 = 74,0\%$); Ano 1: $y = -0,170x + 106,2$ ($R^2 = 78,0\%$); Ano 2: $y = -0,200x + 105,14$ ($R^2 = 73,0\%$).

A massa seca de colmos apresentou interação entre sistemas e alturas de corte ($P < 0,01$). No sistema PS, os maiores valores foram observados na altura de corte de 110 cm, seguidas por 90, 70 e 50 cm, respectivamente. Para o SSP 1 e SSP 2, os maiores incrementos de hastes, foram observados nas alturas 90 e 110 cm, seguidas pela alturas 70 e 50 cm (Tabela 6).

Palhano et al., (2005) avaliando o capim Mombaça em cinco alturas de manejo (60, 80, 100, 120 e 140 cm), sob pastejo, verificaram que ocorreu aumento linear na massa seca de colmos e material senescente, e que essa mudança na estrutura da planta, alterou o padrão de desfolhação, de maneira que os animais passaram a executar um pastejo mais periférico nas touceiras, com acesso reduzido às folhas em expansão, de melhor valor nutritivo.

Tabela 6: Massa Seca de Colmos (MSC) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Massa Seca de Colmos (Kg.ha ⁻¹ .ano)										
Sistema	Altura de corte (cm)				Médias	Sistema	P*		Sistema X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura	EL		
PS	64,3 Ad	340,1 Ac	894,6 Ab	1896,8 Aa	799,0		0,01	0,01		

Massa Seca de Colmos (Kg.ha ⁻¹ .ano)										
Ano	Altura de corte (cm)				Médias	Ano	P*		Ano X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura	EL		
SSP 1	49,8 Ac	172,2 Ab	392,9 Ba	398,8 Ca	253,5	0,01	0,01	0,01	<0,001	36,0
SSP 2	77,2 Ac	377,7 Ab	790,5 Aa	1061,1 Ba	576,6		0,01	0,01		
Medias	63,8	296,7	692,7	1118,9	7196,0		0,01	0,01		
Massa Seca de Colmos (Kg.ha ⁻¹ .ano)										
Sistema	Ano				Médias	Sistema	P*		Sistema X Ano	CV (%)
	Ano 1	Ano 2		Altura			EL	EQ		
PS	973,5 Aa	624,4 Ab		799,0						
SSP 1	180,0 Cb	326,9 Ba		253,5	0,01	0,392		<0,01		40,0
SSP 2	588,0 Ba	565,1 Aa		576,6						
Medias	580,5	505,5		543,0						

PS: Convencional (Sol pleno); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; MSC: massa seca de colmo por hectare; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P > 0,05$), pelo teste de tukey. Equações: 1 - $y = 30,26x - 1621,88$ ($R^2 = 77,0\%$); 2 - $y = 6,34x - 253,65$ ($R^2 = 52,0\%$); 3 - $y = 16,82x - 769,22$ ($R^2 = 79,0\%$); 4 - $y = 20,16x - 1028,76$ ($R^2 = 81,0\%$); 5 - $y = 15,50x - 734,4$ ($R^2 = 88,0\%$).

Entre as alturas 70 e 90 cm, houveram incrementos na ordem de 263,1 %, 228,2 % e 209,3 %, para PS, SSP 1 e SSP 2, respectivamente (Tabela 7). Esses valores nos permitem inferir que a alturas de manejo que proporcionam estrutura com melhor relação entre folhas e hastes, encontram – se nesse intervalo, independente do local onde foi coletada.

Houve efeito de interação entre sistemas e ano para massa seca de colmos do capim Mombaça ($P < 0,01$). A produção de hastes no sistema PS, foi maior para o ano 1 em relação ao ano 2; já no sistema SSP 1, ocorreu o inverso. Em relação às diferentes alturas de corte, PS, SSP 1 e SSP 2 se ajustaram ao modelo linear crescente ($P < 0,01$) (Tabela 6 e 7).

Tabela 7: Massa seca de Colmos (MSC) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Sol pleno) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Massa seca de colmos (%)										
Sistema	Altura de corte (cm)				Médias	Sistema	P*		Sistema X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura	EL		
PS	2,13 Ac	3,80 Ac	8,64 Ab	15,20 Aa	7,44		0,001	0,001		
SSP 1	2,25 Ab	3,91 Ab	7,76 Aa	7,87 Ca	5,40	0,019	0,002	0,001	0,007	35,4
SSP 2	2,25 Ab	4,72 Ab	9,39 Aa	10,50 Ba	6,71		0,001	0,001		
Medias	2,21	4,14	8,60	11,12	5,86		0,001	0,016		
Massa seca de colmos (%)										
Ano	Altura de corte (cm)				Médias	Ano	P*		Ano X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura	EL		
Ano 1	1,51	3,81	9,66	11,41	6,60 A		0,001	0,003		
Ano 2	2,91	4,47	7,53	9,90	6,20 A	0,10	0,001	0,002	0,09	35,4
Medias	2,21	4,14	8,60	11,12	5,86		0,005	0,002		

Sistema	Ano			Médias	P*			CV (%)
	Ano 1	Ano 2	Sistema		Ano	Sistema X Ano		
PS	9,84 Aa	5,04 Ab		7,44				
SSP 1	3,54 Bb	6,55 Aa		5,40	0,024	0,01	0,01	35,4
SSP 2	6,41 Cb	7,02 Aa		6,71				
Médias	6,60	6,20		5,86				

Conv¹: Convencional (Sol pleno); Silv²: Sistema silvipastoril (copa das árvores); Silv³: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; MSC: massa seca de colmos em porcentagem; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a (P>0,05), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y = 0,392x - 20,58$ ($R^2 = 88,0\%$); SSP1: $y = 0,08x - 1,32$ ($R^2 = 40,0\%$); SSP2: $y = 0,147x - 5,04$ ($R^2 = 70,0\%$); Ano 1: $y = 0,178x - 7,63$ ($R^2 = 75,0\%$); Ano 2: $y = 0,120x - 3,40$ ($R^2 = 73,0\%$);

Para massa seca de material morto, ocorreu interação entre sistemas e alturas ($P = 0,023$), com a altura de corte de 110 cm, apresentando os valores mais elevados de material senescente, seguido por 90 e 70 cm, que não divergiram entre si, mas foram superiores a 50 cm, nos sistemas PS e SSP 2. Em SSP 1, as alturas 90 e 110 cm apresentaram os maiores valores, seguidos por 70 cm, e 50 cm. Ocorreu também interação entre alturas de corte e anos ($P = 0,037$), sendo observadas diferenças significativas nas alturas 70 e 110 cm, com o ano 2 apresentando maiores incrementos de massa seca de material morto (Tabela 8).

Efeitos significativos para sistema ($P = 0,01$) e ano ($P = 0,03$), foram observados isoladamente, com PS e SSP 2, mostrando – se estatisticamente equivalentes, e superiores a SSP 1. Para o efeito de ano, o segundo período de avaliação, apresentou maiores incrementos em relação ao ano 1 (Tabela 8).

Tabela 8: Massa Seca de Material Morto (MSMM) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Massa Seca de Material Morto (Kg . ha ⁻¹ . ano)									
Sistema	Altura de corte (cm)				Médias	P*			CV (%)
	50	70	90	110		Sistema	EL	EQ	
PS	70,5 Ac	376,0 Ab	540,9 Ab	932,6 Aa	480,0		0,01	0,01	
SSP 1	26,5 Ac	164,7 Ab	265,0 Ba	274,0 Ba	182,6	0,01	0,01	0,01	<0,023
SSP 2	97,4 Ac	299,0 Ab	365,4 Ab	790,4 Aa	388,1		0,01	0,01	
Médias	64,8	279,9	390,5	665,8	350,2		0,01	0,01	

Massa Seca de Material Morto (Kg . ha ⁻¹ . ano)									
Ano	Altura de corte (cm)				Médias	P*			CV (%)
	50	70	90	110		Ano	EL	EQ	
Ano 1	80,2 A	167,7 B	369,4 A	554 B	293,0		0,01	0,01	
Ano 2	49,4 A	392,0 A	411,5 A	777 A	406,0	0,03	0,01	0,04	0,037
Médias	64,8	279,9	390,5	665,8	349,5		0,01	0,01	

Sistema	Ano			Médias	P*			CV (%)
	Ano 1	Ano 2	Sistema		Ano	Sistema X Ano		
PS	421,8	538,2		480,0 A				
SSP 1	159,6	205,5		182,6 B	0,01	0,03	0,326	52,0
SSP 2	297,5	478,8		388,2 A				
Médias	293,0 b	407,5 a		350,3				

PS: Convencional (pleno Sol); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; MSmm: massa seca material morto; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por

letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P>0,05$), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y = 13,76x - 620,5$ ($R^2 = 82,0\%$); SSP1: $y = 4,22x - 154,7$ ($R^2 = 47,0\%$); SSP2: $y = 10,73x - 473,46$ ($R^2 = 54,0\%$); Ano 1: $y = 8,12x - 356,84$ ($R^2 = 84,0\%$); Ano 2: $y = 11,01x - 473,6$ ($R^2 = 60,0\%$).

Em relação às alturas de corte, PS, SSP 1 e SSP 2, foram influenciados linear e positivamente ($P<0,01$), com aumento de material morto, proporcional a elevação da altura de manejo. De maneira geral, alturas mais elevadas de manejo, apresentaram maiores incrementos de material senescente, com acúmulo desse material na área, o que acabou gerando diferença entre os anos de avaliação.

Em relação às porcentagens de massa de material morto, foram observados efeitos significativos apenas para interação entre ano e alturas de corte ($P=0,02$), com o segundo ano de avaliação apresentando maiores porcentagens de material morto para as alturas 70 e 110 cm, com 50 e 90 cm não divergindo entre si (Tabela 9).

Tabela 9: Massa seca de material morto (MSMM) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Sol pleno) e Silvopastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Massa seca de material morto (%)										
Sistema	Altura de corte (cm)				Médias	Sistema	P*		Sistema X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura			
							EL	EQ		
PS	2,13	2,80	4,74	6,72	4,10	0,001	0,001			
SSP 1	1,00	3,53	5,20	4,32	3,51	0,150	0,001	0,001	0,366	
SSP 2	2,67	3,97	4,36	7,73	4,68		0,001	0,003		
Medias	1,93	3,43	4,77	6,26	4,09		0,002	0,001		

Massa seca de material morto (%)										
Ano	Altura de corte (cm)				Médias	Ano	P*		Ano X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura			
							EL	EQ		
Ano 1	2,16 A	2,36 B	4,63 A	5,82 B	3,74 A	0,001	0,003			
Ano 2	1,70 A	5,23 A	4,85 A	7,83 A	4,90 B	0,02	0,001	0,002	0,02	
Medias	1,93	3,79	4,74	6,42	4,22		0,005	0,002		

Massa seca de material morto (%)										
Sistema	Ano		Médias	Sistema	Ano	Sistema X Ano	CV (%)			
	Ano 1	Ano 2								
								PS	9,84	5,04
SSP 1	3,54	6,55	3,50	0,150	0,02	0,06	41,3			
SSP 2	6,41	7,02	4,68							
Medias	3,74	4,90	4,22							

Conv¹: Convencional (Sol pleno); Silv²: Sistema silvipastoril (copa das árvores); Silv³: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; MSMM: massa seca de material morto em porcentagem; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P>0,05$), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y = 0,168x - 7,14$ ($R^2 = 44,0\%$); SSP1: $y = 0,1682x - 7,14$ ($R^2 = 44,0\%$); SSP2: $y = 0,078x - 1,56$ ($R^2 = 40,0\%$); Ano 1: $y = 0,066x - 1,56$ ($R^2=71,0\%$); Ano 2: $y = 0,097x - 2,29$ ($R^2=56,0\%$);

Segundo Macedo et al., (2010), à medida que se aumenta a altura de corte, prolongando o intervalo de colheita, se amplia a parcela de material morto, devido o próprio desenvolvimento da planta. Esse processo torna a planta menos eficiente fisiologicamente, priorizando a produção de colmo, em

detrimento às folhas na distribuição de assimilados. Além disso, ocorre excesso de sombreamento das folhas baixas, desencadeando senescência e morte de tecidos foliares (SANTOS et al., 2011 (a); SANTOS et al., 2011 (b)).

Houve efeito dos sistemas sobre a variável relação F/C ($P=0,006$), com SSP 1 se mostrando superior, seguido por SSP 2 e PS, respectivamente (Tabela 10). Segundo Araújo et al., (2013), a relação F/C é uma variável bastante influenciada pelo nível de radiação incidente, podendo a variação resultar em alongamento de colmo, com redução da F/C ou aumento do tamanho de folha, ampliando a F/C.

Tabela 10: Relação folha colmo (F/C) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Relação folha colmo (F/C)										
Sistema	Altura de corte (cm)				Médias	Sistema	P*		Sistema X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura	EL		
PS	45,89	35,74	14,16	7,27	27,71 C		0,001	0,005		
SSP 1	89,28	50,16	21,47	10,22	48,13 A	0,006	0,001	0,008	0,089	55,6
SSP 2	94,52	28,75	25,45	10,22	39,74 B		0,03	0,052		
Medias	76,57	38,15	20,35	16,37	38,53		0,001	0,016		

Relação folha colmo (F/C)										
Ano	Altura de corte (cm)				Médias	Ano	P*		Ano X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura	EL		
Ano 1	117,9 Aa	45,00 Ab	26,6 Ac	23,3 Ac	52,93		0,01	0,02		
Ano 2	35,32 Ba	31,30 Ba	14,1 Bb	9,5 Bb	22,55	0,01	0,06	0,226	0,001	58,0
Medias	76,6	38,15	20,35	16,37	37,74		0,001	0,016		

Relação folha colmo (F/C)										
Sistema	Ano			Médias	Sistema	P*		Sistema X Ano	CV (%)	
	Ano 1	Ano 2				Ano	EL			EQ
PS	25,20 Ba	26,21 Aa		25,71						
SSP 1	74,93 A a	21,33 Ab		48,13	0,006	0,01		0,006	58,0	
SSP 2	59,37 Aa	20,10 Ab		39,74						
Medias	53,16	22,55		37,86						

PS: Convencional (pleno Sol); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; F/C: relação folha colmo; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P>0,05$), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y = -0,6865x - 80,63$ ($R^2 = 68,0\%$); SSP1: $y = 1,008x + 128,81$ ($R^2 = 51,0\%$); SSP2: $y = -1,28x + 142,22$ ($R^2 = 60,0\%$); Ano 1: $y = -1,51x + 173,98$ ($R^2 = 84,0\%$).

Essa variável pode ser utilizada como índice de valor nutritivo da forragem, pois, assim como a altura do pasto e disponibilidade de massa seca, facilita a apreensão de forragem pelo animal e, dessa forma o seu comportamento durante o pastejo (ARAÚJO et al., 2013).

Castro et al., (2009) verificaram aumento na relação lâmina foliar colmo do capim Mombaça, à medida que houve redução dos níveis de sombreamento. Segundo os autores, sob restrição de luz, as folhas modificam sua estrutura e se tornam maiores, mais tenras e estioladas, características adaptativas e

competitivas por radiação. Por outro lado, Veras et al., (2010) trabalhando com capim Andropon em SSP com mata nativa, reportou valores de F/C 41 % menores no SSP em comparação à monocultura.

Houveram interações entre ano e alturas de corte ($P=0,001$) e ano e sistemas ($P=0,006$) para relação F/C. No primeiro ano de avaliação, a altura de corte de 50 cm apresentou os maiores valores de F/C, seguido por 70 cm, com 90 e 110 cm se equivalendo como menores valores. No ano 2, 50 e 70 cm, foram superiores e iguais estatisticamente, e 90 e 110 cm, os menores valores, não diferindo entre si. Entre anos e sistemas, SSP 1 e SSP 2, apresentaram maiores valores no primeiro ano de avaliação em comparação ao ano 2. Em relação às alturas de corte, foi observado efeito linear decrescente para os três locais de coleta da forragem ($P<0,01$), ou seja, à medida que houve aumento da altura das plantas, com alongamento e incremento de hastes, a relação F/C foi reduzida (Tabela 10).

Ocorreu interação entre alturas de corte e sistemas para a variável densidade populacional de perfilhos ($P=0,0187$). Devido o baixo intervalo de tempo entre cortes, plantas manejadas a altura de 50 cm, apresentaram menores valores de DPP nos três locais de coleta. Dada leniência do corte, ocorreu alto índice de mortes de perfilhos por decapitação, por não haver tempo hábil de recuperação da área foliar e reservas (Tabela 11).

Em relação aos locais de coleta da forragem, de maneira geral, SSP 1 obteve os menores níveis de perfilhamento, quando comparado a PS e SSP 2, que não diferiram entre si ($P<0,01$). A Baixa densidade populacional de perfilhos observada em SSP 1, está relacionado ao menor aporte de radiação que penetra no dossel forrageiro, a qual promove a ativação de gemas axilares e basais para formação de novos perfilhos. Além disso, sob baixa irradiância, o suprimento reduzido de fotoassimilados é alocado preferencialmente para os perfilhos existentes, em detrimento às gemas axilares, inibindo a produção de novos perfilhos (ABRAHM, e al., 2014; PACIULLO et al., 2011).

No ambiente sombreado, as reservas da planta são utilizadas como compensação à restrição de luz, ocorrendo desbalanceio nas relações fonte dreno de assimilados, com reflexo negativo no aparecimento de novos perfilhos, sobrevida dos existentes, e conseqüentemente na produção de forragem (NAKAI, 2016). A produção de massa por área e a estrutura da pastagem são decorrentes da densidade de perfilhos no pasto, resultante do balanço entre as taxas de surgimento e mortalidade dos perfilhos (BITTAR, 2017).

O perfilhamento (DPP) obteve respostas quadráticas para PS, SSP 1 e SSP 2 ($P<0,01$), com número máximo de perfilhos sendo observados nas alturas 94,6 cm, 91,1 cm e 88 cm, respectivamente (Tabela 11). Segundo (SBRISSIA; SILVA, 2008) em forrageiras manejadas mais altas, a reduzida quantidade de luz que chega à base da planta, se torna empecilho à capacidade de perfilhamento, ou seja, além da restrição de luz imposta pelas árvores a altura de manejo é fator determinante.

Ribeiro (2016) ao avaliar o capim-marandu em sistema silvipastoril em diferentes alturas de manejo do pasto sob lotação rotativa, verificou que a densidade populacional de perfilhos variou conforme a altura de pastejo, estação do ano e pela interação altura de pastejo e estação. A densidade de perfilho foi menor na altura de pastejo de 45 cm, em relação às alturas de 25 e 35 cm.

Paciullo et al., (2011) avaliando as características produtivas de *Urochloa Decumbens* em sistema silvipastoril conforme distâncias do componente arbóreo, estimou em equação quadrática, número máximo de 392 perfilhos por m², a 9,1 m de distância das árvores.

Segundo os autores, o sombreamento natural proporcionado por árvores, altera tanto a intensidade quanto a qualidade da luz que incide sobre as forrageiras. A redução da relação vermelho:vermelho distante, proporcionada pelo sombreamento, apresenta efeitos sobre as características morfogênicas da planta, influenciando de forma negativa o perfilhamento (PACIULLO et al., 2011).

Ocorreram interações entre ano e alturas, e entre ano e sistemas (P<0,01). No ano 1, a altura de 50 cm se mostrou inferior às demais, que não divergiram entre si. No ano 2, 90 e 110 cm apresentaram as maiores DPP, seguidas por 70 e 50 cm, respectivamente. Já em relação aos sistemas, PS e SSP 1, apresentaram maiores valores no primeiro ano de avaliação, e SSP 2, no segundo ano (Tabela 11).

Tabela 11: Densidade Populacional de Perfilhos (DPP) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Sol pleno) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Densidade Populacional de Perfilhos (perfilhos/m ²)										
Sistema	Altura de corte (cm)				Médias	P*				CV (%)
	50	70	90	110		Sistema	Altura		Sistema X Altura	
							EL	EQ		
PS	245 Ab	299 Aa	336 Aa	330 Aa	302		0,001	0,001		
SSP 1	178 Bb	227 Ba	215 Ba	221 Ba	210	0,01	0,303	0,001	0,0187	5,3
SSP 2	241 Ab	307 Aa	326 Aa	297 Aa	293		0,127	0,001		
Medias	221	278	292	283	268		0,001	0,016		
Densidade Populacional de Perfilhos (perfilhos/m ²)										
Ano	Altura de corte (cm)				Médias	P*				CV (%)
	50	70	90	110		Ano	Altura		Ano X Altura	
							EL	EQ		
Ano 1	239 Ab	287 Aa	287 Aa	277 Aa	272		0,008	0,003		
Ano 2	203 Bc	267 Bb	298 Aa	289 Aa	265	0,01	0,003	0,001	0,001	5,3
Medias	221	278	292	283	268		0,005	0,002		
Densidade Populacional de Perfilhos (perfilhos/m ²)										
Sistema	Ano				Médias	P*				CV (%)
	Ano 1	Ano 2	Ano 1	Ano 2		Sistema	Ano	Sistema X Ano		
PS	321 Aa	283 Bb	302							
SSP 1	221 Ca	201 Cb	210	0,01	0,047	0,01				
SSP 2	275 Bb	310 Aa	293							
Medias	272	265	268							

PS: Convencional (Sol pleno); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; DPP: densidade populacional de perfilhos; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a (P>0,05), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y = -0,03783x^2 + 7,51426x - 37,34$

($R^2 = 81,0\%$); SSP1: $y = -0,02680x^2 + 4,88489x + 4,98$ ($R^2 = 51,0\%$); SSP2: $y = -0,05926x^2 + 10,42044x - 131,72$ ($R^2 = 84,0\%$); Ano 1: $y = -0,03621x^2 + 6,35085x + 16,60$ ($R^2 = 66,0\%$); Ano 2: $y = -0,04639x^2 + 8,86279x - 124,2$ ($R^2 = 90,0\%$).

A densidade volumétrica de forragem do capim mombaça, apresentou interação entre alturas de corte e sistemas ($P=0,001$). Nas alturas de corte de 50 e 70 cm, PS e SSP2, mostraram – se superiores, não divergindo entre si. Já nas alturas de 90 e 110 cm, os maiores valores foram observados em PS, seguidos por SSP2 e SSP1, respectivamente (Tabela 12).

De maneira geral, PS e SSP2, apresentaram valores de densidade volumétrica de forragem, próximos aos preconizados na literatura (GARCIA et al., 2011; PALHANO, et al., 2005; PEREIRA et al., 2011). Por outro lado, SSP1 apresentou baixos valores, ocasionado pela reduzida produção de massa de forragem, devido o sombreamento mais agressivo. Segundo Lopes et al., (2017), valores baixos de densidade volumétrica de forragem, podem influenciar no desempenho animal sob pastejo, em função de redução acentuada do tamanho do bocado, e conseqüentemente menor ingestão de forragem.

Tabela 12: Densidade volumétrica de forragem do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Densidade volumétrica de forragem (Kg.ha ⁻¹ .cm ⁻¹)										
Sistema	Altura de corte (cm)				Médias	Sistema	P*		Sistema X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura			
							EL	EQ		
PS	73,50 A	128,75 A	126,50 A	124,75 A	113,4		0,060	0,001		
SSP 1	53,63 B	64,88 B	54,88 C	56,38 C	57,44	0,001	0,900	0,520	0,001	11,9
SSP 2	73,38 A	114,63 A	93,38 B	91,63 B	93,25		0,390	0,001		
Medias	66,83	102,8	91,58	90,92	88,03		0,002	0,001		
Densidade volumétrica de forragem (Kg.ha ⁻¹ .cm ⁻¹)										
Ano	Altura de corte (cm)				Médias	Ano	P*		Ano X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura			
							EL	EQ		
Ano 1	72,25	99,00	89,08	83,00	85,83		0,363	0,001		
Ano 2	61,42	106,5	94,08	98,83	90,21	0,217	0,060	0,001	0,07	14,2
Medias	66,83	102,8	91,58	90,92	88,03		0,005	0,002		
Densidade volumétrica de forragem (Kg.ha ⁻¹ .cm ⁻¹)										
Sistema	Ano			Médias	Sistema	Ano	Sistema X Ano	CV (%)		
	Ano 1	Ano 2								
PS	96,31 Ab	130,44 Aa		113,4						
SSP 1	61,44 Ba	53,44 Ca		57,44	0,001	0,02	0,001	14,2		
SSP 2	99,75 Aa	86,75 Bb		93,25						
Medias	85,83	90,21		88,03						

PS: Convencional (Sol pleno); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; MSMM: massa seca de material morto em porcentagem; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P > 0,05$), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y = 0,0192x^2 + 3,48x + 49,79$ ($R^2 = 71,0\%$); SSP2: $y = 0,0269x^2 + 4,47x + 79,02$ ($R^2 = 48,0\%$); Ano 1: $y = 0,0204x^2 + 3,39x - 44,18$ ($R^2 = 68,0\%$); Ano 2: $y = 0,0289x^2 + 5,066x - 113,03$ ($R^2 = 56,0\%$).

Em relação às alturas de corte, PS e SSP2, apresentaram respostas quadráticas, com os valores máximos de densidade volumétrica de forragem, obtidos nas alturas de 91 cm e 83 cm, respectivamente para PS e SSP2 (Tabela 12). Alturas de corte mais elevadas sombreiam a base da planta, influenciando negativamente a densidade de perfilhos, com menor produção de massa e baixa densidade de forragem. Além disso, segundo Alexandrino et al., (2011) a escolha da altura do dossel estaria restrita àquela que corresponda à menor taxa de produção de colmo, para não comprometer a relação folha/colmo do dossel, densidade de forragem, e conseqüentemente a estrutura do pasto.

Houve interação entre sistemas e alturas de corte para o índice de área foliar (IAF) do capim Mombaça ($P < 0,01$). A altura de corte de 50 cm, não apresentou diferença significativa entre os sistemas, dado as plantas serem muito jovens e estarem em fase inicial de desenvolvimento e acúmulo de massa seca de folhas (BORGES et al., 2011). (Tabela 13).

Tabela 13: Índice de Área Foliar (IAF) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Índice de Área Foliar (IAF)										
Sistema	Altura de corte (cm)				Médias	Sistema	P*		Sistema X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura			
							EL	EQ		
PS	1,21 A	2,56 A	3,71 B	5,46 A	3,24	0,01	0,01			
SSP 1	1,05 A	1,69 B	2,57 C	3,26 B	2,14	0,01	0,01	<0,001	10,5	
SSP 2	1,32 A	2,74 A	4,31 A	5,16 A	3,38	0,01	0,01			
Médias	1,19	2,33	3,53	4,63	2,92	0,01	0,01			

Índice de Área Foliar (IAF)										
Ano	Altura de corte (cm)				Médias	Ano	P*		Ano X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura			
							EL	EQ		
Ano 1	1,17 A	2,41 A	3,31 B	4,12 B	2,75	0,01	0,01			
Ano 2	1,22 A	2,25 A	3,75 A	5,13 A	3,09	0,02	0,01	<0,01	6,9	
Médias	1,20	2,33	3,53	4,63	2,92	0,01	0,01			

Índice de Área Foliar (IAF)										
Sistema	Ano		Médias	Sistema	Ano	Sistema X Ano	CV (%)			
	Ano 1	Ano 2						P*		
								Sistema	Ano	
PS	3,03	3,44	3,24 A							
SSP 1	1,98	2,30	2,14 B	0,01	0,02	0,765	6,9			
SSP 2	3,25	3,52	3,39 A							
Médias	2,75 b	3,09 a	2,92							

PS: Convencional (Sol pleno); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); Ano 1: 2018/2019; Ano 2: 2019/2020; P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; IAF: índice de área foliar; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P > 0,05$), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y = 0,06547x - 1,86$ ($R^2 = 95,0\%$); SSP1: $y = 0,03750x - 0,859$ ($R^2 = 93,0\%$); SSP2: $y = 0,06954x - 2,33$ ($R^2 = 98,0\%$); Ano 1: $y = 0,06624x - 2,21$ ($R^2 = 98,0\%$); Ano 2: $y = 0,04880x - 1,15$ ($R^2 = 97,0\%$).

Nas alturas de corte 70 cm e 110 cm, SSP 1 se mostrou inferior a PS e SSP 2, que não divergiram entre si ($P < 0,01$). Já na altura de 90 cm, SSP 2 apresentou os maiores valores, seguidos por PS e SSP 1, respectivamente (Tabela 13).

O IAF é um parâmetro de crescimento, intimamente relacionado com o manejo da pastagem e com a capacidade de rebrota da planta; sendo considerado um dos principais fatores que determinam produtividade. Baixo IAF indica um dossel pouco denso enquanto que, alto indica dossel denso (BARBERO et al., 2013).

Considerando a média, os valores de IAF do SSP 1 foram 34 e 36,7 % inferiores a PS e SSP 2, respectivamente (Tabela 13). Segundo Belesky et al., (2011), o índice de área foliar é uma característica bastante influenciada pela radiação incidente, pelo número de folhas por perfilho e de perfilhos por planta, determinando então, o rendimento forrageiro, via interceptação e captura de energia luminosa.

Santos et al., (2016) observaram para o capim Mombaça, reduções de IAF, na ordem de 51,77 % do silvipastoril comparado ao pleno Sol. Segundo os autores, o menor perfilhamento, provocou redução na densidade de forragem e no índice de área foliar (IAF). Outra característica observada em plantas sombreadas é o alongamento das folhas, com menores espessura e largura; o que torna o dossel menos denso, com consequente diminuição do IAF (BELESKY et al., 2011).

Houve interação entre alturas de corte e anos de avaliação ($P < 0,01$), com as alturas 90 e 110 cm, apresentando os maiores valores de IAF. Foram observados efeitos para anos de avaliação ($P = 0,02$) e sistemas ($P = 0,01$). Entre sistemas, SSP 1 se mostrou inferior a PS e SSP 2, que foram similares entre si. As diferentes alturas de corte se ajustaram ao modelo linear crescente para PS, SSP 1 e SSP 2 (Tabela 13).

A área foliar específica (AFE), apresentou interação entre alturas de corte e sistemas ($P = 0,0236$), com SSP 1 apresentando maiores valores para as alturas 50 cm, 70 cm e 90 cm, respectivamente. A altura de corte de 110 cm, não apresentou diferenças entre PS, SSP 1 e SSP 2 (Tabela 14). O aumento da área foliar com o sombreamento é uma das adaptações que permitem às plantas investirem em crescimento e alongamento da superfície foliar fotossintetizante, com extrema eficiência para captar radiação fotossinteticamente ativa (LENHARD et al., 2013).

Bosi et al., (2014) avaliando um sistema silvipastoril de capim *Urochloa Decumbens* em consórcio com árvores comerciais, sob diferentes distâncias do renque, observaram maiores AFE na forragem coletada à distância de 2 m em relação às de 6 m do renque de árvores. Segundo os autores, houve influência de sombreamentos superiores a 66% na alteração da dimensão das folhas, como estratégia das plantas de absorver maior quantidade de radiação solar pela maior área específica de sua superfície foliar.

Houveram interações entre alturas de corte e anos de avaliação ($P < 0,01$), e entre sistemas e anos de avaliação ($P < 0,01$). As alturas de corte de 90 e 110 cm apresentaram maiores valores de AFE no segundo ano. Em relação aos sistemas, o ano 2 apresentou diferença significativa em relação ao primeiro ano de avaliação para PS e SSP 2 (Tabela 14).

Tabela 14: Área Foliar Específica (AFE) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Área Foliar Específica (cm ² .g ⁻¹)										
Sistema	Altura de corte (cm)				Médias	Sistema	P*		Sistema X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura			
							EL	EQ		
PS	305 B	151 B	149 B	143 A	187		0,01	0,02		
SSP 1	399 A	229 A	185 A	151 A	241	0,01	0,01	0,01	<0,0236	10,0
SSP 2	301 B	136 B	148 B	148 A	183		0,01	0,02		
Medias	335	172	161	147	204		0,01	0,01		

Área Foliar Específica (cm ² .g ⁻¹)										
Ano	Altura de corte (cm)				Médias	Ano	P*		Ano X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura			
							EL	EQ		
Ano 1	337 A	176 A	116 B	102 B	183		0,01	0,01		
Ano 2	333 A	168 A	205 A	193 A	225	0,01	0,055	0,06	<0,01	23,0
Medias	335	172	161	147	204		0,03	0,03		

Área Foliar Específica (cm ² .g ⁻¹)										
Sistema	Ano			Médias	Sistema	P*		Sistema X Ano	CV (%)	
	Ano 1	Ano 2				Ano	Ano			
							EL			EQ
PS	149 Bb	225 Aa		187						
SSP 1	239 Aa	243 Aa		241	0,01	0,01		<0,01	23,0	
SSP 2	159 Bb	207 Ba		183						
Medias	183	225		204						

PS: Convencional (Sol pleno); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); Ano 1: 2018/2019; Ano 2: 2019/2020; P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; AFE: área foliar específica; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P > 0,05$), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y = 0,00024112x + 0,03802$ ($R^2 = 50,0\%$); SSP1: $y = -0,00039725x + 0,05594$ ($R^2 = 82,0\%$); SSP2: $y = 0,86888x + 0,00177$ ($R^2 = 94,0\%$); Ano 1: $y = -0,00038138x - 0,04878$ ($R^2 = 81,0\%$).

Para as diferentes alturas de corte, PS, SSP 1 e SSP 2, se ajustaram ao modelo linear decrescente ($P < 0,01$). Isso ocorre pelo fato da planta elevar a proporção de tecidos condutores e mecânicos nas folhas, em função do avanço na maturidade, provocando redução na AFE. A redução dos valores de AFE durante o desenvolvimento das plantas reflete o crescimento das folhas relativamente à área foliar, indicando assim, aumento na espessura das folhas (SCHMIDT et al., 2017).

Gobbi et al., (2011) testando diferentes níveis de sombreamento em amendoim forrageiro e *U. Brizantha* verificaram aumento significativo e linear para AFE em função do incremento dos níveis de sombra. O aumento médio foi de 18 e 25 % nas plantas de amendoim forrageiro, e de 34 e 41 % na *U. Brizantha*, sob 50 e 70 % de sombra. Segundo Gonçalves et al. (2012) o microclima mais ameno, em ambientes sombreados, garante menor temperatura foliar e menor taxa transpiratória, assim pode ocorrer maior alocação de carbono para aumentar a superfície foliar, garantindo a captação de radiação em ambientes sombreados.

A taxa de assimilação líquida (TAL) do capim Mombaça, apresentou interação entre os sistemas e diferentes alturas de corte ($P = 0,027$). Para as alturas de corte 50 e 70 cm, SSP 1 se mostrou inferior aos

demais, que não diferiram entre si. Nas alturas 90 e 110 cm, SSP 1 apresentou os menores valores, seguidos por SSP 2 e PS (Tabela 15).

A taxa de assimilação líquida reflete a dimensão do sistema assimilador que é envolvido na produção de matéria seca, ou seja, é uma estimativa de fotossíntese líquida. É uma taxa que determina a capacidade da gramínea em expressar seu potencial de acúmulo de biomassa em função da sua superfície de captação de luz, dependendo de vários fatores ambientais, principalmente da radiação solar (BARBERO, et al., 2013).

Foram observados efeitos significativos para os sistemas ($P=0,01$) e anos ($P=0,04$), para taxa de assimilação líquida. Entre os sistemas, SSP 1, apresentou menores valores, em função do comprometimento da fotossíntese líquida do dossel, resultado da menor incidência de luz ocasionada pelas copas das árvores. Em relação aos anos, o segundo ano agrícola, apresentou maiores valores de TAL, sendo mais eficiente fotossinteticamente que o ano 1.

Plantas sombreadas apresentam redução na taxa fotossintética, devido o maior acúmulo de clorofila “b” relativamente à clorofila “a” nos cloroplastos. Essa estratégia possibilita maior captação de energia em comprimentos de onda mais longo, e transferência para uma molécula específica de clorofila a, que efetivamente toma parte das reações fotoquímicas da fotossíntese. Essa é uma característica adaptativa da planta, que a torna mais eficiente em condições ambientais de baixa intensidade de luz. As plantas sombreadas recebem radiação mais difusa e rica em vermelho extremo, o que aumentaria relativamente a clorofila b em relação à clorofila a (TAIZ, et al., 2017).

Tabela 15: Taxa de Assimilação Líquida (TAL) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Taxa de Assimilação Líquida ($\text{g.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$)										
Sistema	Altura de corte (cm)				Médias	Sistema	P*		Sistema X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura	EL		
PS	4,83 A	17,49 A	21,77 A	16,40 A	15,12	0,01	0,104	0,001	<0,027	23,0
SSP 1	0,77 B	7,85 B	10,52 C	9,39 C	7,13		0,120	0,001		
SSP 2	7,59 A	16,55 A	16,88 B	13,02 B	13,51		0,684	0,001		
Medias	4,40	13,96	16,39	12,93	11,92		0,302	0,001		

Taxa de Assimilação Líquida ($\text{g.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$)										
Ano	Altura de corte (cm)				Médias	Ano	P*		Ano X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura	EL		
Ano 1	3,68	12,68	14,73	11,04	10,53 B	0,004	0,109	0,001	0,674	18,0
Ano 2	5,11	15,24	18,05	14,82	13,31 A		0,054	0,001		
Medias	4,40	13,96	16,39	12,93	11,92		0,081	0,001		

Taxa de Assimilação Líquida ($\text{g.cm}^{-2}.\text{dia}^{-1}$)										
Sistema	Ano		Médias	Sistema	Ano	Sistema X Ano	CV (%)			
	Ano 1	Ano 2								
PS	12,78	17,46	15,12 A							

SSP 1	6,21	8,05	7,13 B	0,01	0,004	0,183	18,0
SSP 2	12,61	14,41	13,51 A				
Médias	10,53 b	13,31 a	11,92				

PS: Convencional (pleno Sol); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); Ano 1: 2018/2019; Ano 2: 2019/2020; P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; TAL: taxa de assimilação líquida; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P > 0,05$), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y = -0,01127x^2 + 1,99785x - 66,95$ ($R^2 = 80,0\%$); SSP1: $y = -0,00514x^2 + 0,9646x - 34,59$ ($R^2 = 76,0\%$); SSP2: $y = -0,00802x^2 + 1,36567x - 40,44$ ($R^2 = 86,0\%$); Ano 1: $y = -0,00793x^2 + 1,38695x - 45,91$ ($R^2 = 95,0\%$); Ano 2: $y = -0,00835x^2 + 1,49546x - 48,73$ ($R^2 = 83,0\%$).

As diferentes alturas de corte se ajustaram ao modelo quadrático ($P < 0,01$), com valores negativos de TAL, a partir das alturas: 88,6 cm, 93,8 cm e 84,5 cm, para PS, SSP 1 e SSP 2, respectivamente (Tabela 15). Segundo (ALEXANDRINO; GOMIDE e GOMIDE, 2005) a redução da TAL no decorrer da rebrota, ocorre devido à diminuição da capacidade fotossintética líquida do dossel, ocasionada pela senescência de sua área foliar, sombreamento mútuo das folhas e elevação da carga respiratória da planta.

A taxa de crescimento cultural (TCC) do capim Mombaça, sofreu efeito da interação entre sistemas e diferentes alturas de corte ($P = 0,022$). Não houve diferença entre sistemas para a altura de corte de 50 cm, devido pouca produção de matéria seca por parte da planta nessa fase inicial de desenvolvimento. Para a altura de 70 cm, SSP 1 se mostrou inferior aos demais que não divergiram entre si. Nas alturas 90 e 110 cm, SSP 1 apresentou os menores valores, seguidos por SSP 2 e PS (Tabela 16).

Tabela 16: Taxa de Crescimento Cultural (TCC) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Sol pleno) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Taxa de Crescimento Cultural (Kg .ha ⁻¹ . dia ⁻¹)										
Sistema	Altura de corte (cm)				Médias	Sistema	P*		Sistema X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura			
							EL	EQ		
PS	36,77 A	90,21 A	113,86 A	137,17 A	94,50		0,125	0,111		
SSP 1	26,90 A	45,36 B	49,35 C	62,04 C	45,91	0,01	0,471	0,475	<0,001	14,5
SSP 2	36,63 A	80,25 A	84,04 B	100,93 B	75,62		0,225	0,565		
Médias	33,43	71,94	82,42	100,05	66,00		0,274	0,383		

Taxa de Crescimento Cultural (Kg .ha ⁻¹ . dia ⁻¹)										
Ano	Altura de corte (cm)				Médias	Ano	P*		Ano X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura			
							EL	EQ		
Ano 1	36,13	69,25	80,11	91,31	69,2		0,359	0,01		
Ano 2	30,74	74,63	84,73	108,78	72,76	0,107	0,350	0,03	0,137	16,8
Médias	33,43	71,94	82,42	100,05	92,36		0,354	0,02		

Taxa de Crescimento Cultural (Kg .ha ⁻¹ . dia ⁻¹)										
Sistema	Ano		Médias	Sistema	Ano	Sistema X Ano	CV (%)			
	Ano 1	Ano 2						P*		
PS	79,06 Ab	109,95 Aa	94,50							
SSP 1	48,60 Ba	43,23 Ca	45,91	0,01	0,107	0,001	16,8			
SSP 2	79,94 Aa	71,00 Ba	75,62							
Médias	69,2	72,76	66,00							

PS: Convencional (pleno Sol); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); Ano 1: 2018/2019; Ano 2: 2019/2020; P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; TCC: taxa de crescimento cultural; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV:

coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P>0,05$), pelo teste de tukey. Equações:
Ano 1: $y = -0,01749x^2 + 2,89908x - 29,31$ ($R^2 = 65,0\%$); Ano 2: $y = -0,02006x^2 + 1,74904x - 58,66$ ($R^2 = 44,0\%$).

De modo geral, SSP 1 apresentou produção reduzida de biomassa em comparação aos demais sistemas avaliados. A TCC está diretamente ligada ao acúmulo de massa seca de forragem por dia, com reflexo direto no planejamento forrageiro e taxa de lotação. É uma variável que tende a ser menor em SSP's devido a relação negativa entre sombreamento e, perfilhamento, densidade de plantas e índice de área foliar, com consequente redução no acúmulo de matéria seca diário (MACHADO, 2016; LOPES et al., 2017; SANTOS et al., 2016).

Houve efeito do ano ($P=0,01$) e interação entre sistemas e anos ($P=0,004$), com o ano 2 apresentando maiores valores de TCC, com a média puxada principalmente pelo sistema PS. Em relação às diferentes alturas de corte, levando consideração a média dos anos, houveram efeitos quadráticos para os períodos avaliados ($P<0,01$).

O primeiro ano de produção apresentou os maiores valores de TCC na altura de 87,7 cm, enquanto o ano 2, apresentou a máxima produção sob altura de corte de 95,5 cm (Tabela 16). Segundo (CORSI; NASCIMENTO JR, 1994) a taxa de crescimento da cultura (TCC) é uma função do índice de área foliar (IAF) e da taxa assimilatória líquida (TAL). Com aumento desses índices ocasionados pela idade da planta, a produção de biomassa se eleva, no entanto em função da alta quantidade de folhas basais sombreadas, bem como de folhas velhas, menos eficientes fotossinteticamente, em um segundo momento, a produção de biomassa acaba decaindo.

CONCLUSÃO

No sistema convencional o intervalo de alturas entre 70 e 90 cm, proporcionou maior produção de matéria seca, com melhor relação entre matéria seca de lâmina foliar e hastes.

No sistema silvipastoril tanto na copa das árvores como no meio da entrelinha, a altura de corte de 70 cm, foi a que propiciou melhor produtividade, associada a maior proporção de folhas em relação a colmo e material senescente.

Alturas de corte acima de 80 cm reduzem o perfilhamento, densidade de forragem e eficiência fotossintética das plantas.

BIBLIOGRAFIA

ABRAHAM, E. M.; KYRIAZOPOULOS, A. P.; PARISSI, Z. M.; KOSTOPOULOU, P.; KARATASSIOU, M.; ANJALANIDOU, K.; KATSOUTA, C. Growth, dry matter production, phenotypic plasticity, and nutritive value of three natural populations of *Dactylis glomerata* L. under various shading treatments. **Agroforestry Systems**, 88(2), 287-299, 2014. doi: 10.1007/s10457-014-9682-9.

ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J. A.; GOMIDE, C. A. Crescimento e Desenvolvimento do Dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.34, n.6, p.2164-2173, 2005 (supl.).doi.org/10.1590/S1516-35982005000700002.

ALEXANDRINO, E.; VAZ, R.G.M.V.; SANTOS, A.C. Características da brachiaria brizantha da brachiaria brizantha cv. Marandu durante seu estabelecimento submetida a diferentes doses de Nitrogênio. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 26, n. 6, p. 886-893, Nov./Dec. 2010.

ALEXANDRINO, E.; CANDIDO, M.J.D.; GOMIDE, J.A. Fluxo de biomassa e taxa de acúmulo de forragem em capim |Mombaça mantido sob diferentes alturas. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, Salvador, v.12, n.1, p. 59-71 jan/mar, 2011.

ANDRADE, N. Massa de forragem, composição química do capim-massai e comportamento ingestivo de ovinos durante a fase de implantação do eucalipto em sistema silvipastoril. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Estadual Paulista -Jaboticabal, 55p. 2014.

ARAUJO, R.P.; ALMEIDA, J.C.C.; RIBEIRO, S.A.C.A.; PÁDUA, F.T.; CARVALHO, C.A.B.C.; BONAPARTE, T.P.; DEMINICIS, B.B.; LISTA, F.N. Produção e composição química de brachiaria decumbens cv. basilisk em sistema silvipastoril sob diferentes espaçamentos com eucalyptus urophylla s.t. blake, **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, 3(1). 2013. doi: 10.21206/rbas.v3i1.193.

BARROS, J.S.; CASTRO, L.C.Z.; SILVA, F.L.; ALVES, F.V.; ALMEIDA, R.G.S., MAMÉDIO, D.; LOURES, D.R.S. Productive and nutritional characteristics of Piatã-grass in integrated systems. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.19, n.2, p.144-156 abr./jun., 2018. doi.org/10.1590/S1519-99402018000200001.

BARROS, A.C.C.; ALMEIDA, J.C.C.; CARMARGO FILHO, S.T. et al. Root dry matter mass and distribution of Florico grass under different grazing strategies. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.52, n. 2 p. 1276-1285, 2017.

BARBERO, L.M.; PRADO, T.F.; BASSO, K.C.; LIMA, L.A.; MOTTA, K.M.; KRÜGER, B.C.; MARTINS NETO, L.R.; SILVA, G.A.S. Análise de crescimento em plantas forrageiras aplicada ao manejo de pastagens. **Vet. Not.**, Uberlândia, v.19. n.2, p.71-85 jul./dez. 2013.

BELESKY, D,P,; BERNER, D.M.; RUCKLE, J.M. Tiller production in cocksfoot (*Dactylis glomerata*) and tall fescue (*Festuca arundinacea*) growing along a light gradient. **Grass and Forage Science**, v.66, n.3, p.1-11, 2011. doi.org/10.1111/j.1365-2494.2011.00796.

BENICASA, M. M. P. **Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas)**. Jaboticabal. FUNEP. 2004. 42p.

BITTAR, D. Y. (2017). Características morfológicas e acúmulo de biomassa de forrageiras irrigadas em ambiente de domínio de cerrado. Dissertação de mestrado. IFGoiano.

BORGES, B.M.M.N.; SILVA JÚNIOR, L.C.; LUCAS, F.T.; SILVA, W.J. Relationship between luminous flux intercepted at different times in leaf area index of different forages. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1589-1594, out./dez. 2011. DOI: 10.5433/1679-0359.2011v32n4p1589.

BOSI, C.; PEZZOPANE, J. R. M.; SENTELHAS, P. C.; SANTOS, P. M.; NICODEMO, M. L. F. Produtividade e características biométricas do capim-braquiária em sistema silvipastoril. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 49(6), 449-456, 2014. doi: 10.1590/S0100-204X2014000600006.

CASTRO, C.R.T.; PACIULLO, D.S.C.; COMIDE, CAM MULLER, M.D.; NASCIMENTO JR, E.R. Características Agronômicas, massa de forragem e valor nutritivo de *Brachiária decumbens* em Sistema Silvipastoril. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n.60, p. 19-25 2009.

COUTO, W.H.; CUNHA DOS ANJOS, L.H.; PEREIRA, M.G.; GUARESCHI, R.F.; ASSUNÇÃO, S.A.; WADT, P.G.S. Carbono, nitrogênio, abundância natural de ¹³C e ¹⁵N do Solo sob sistemas agroflorestais. **Floresta e ambiente**, p.24, 2017. doi: 10.1590/2179-8087.117614.

COELHO, J.S.; ALBERTO, C.A.S.; CELUTA, M.V.A.; DELMAR, J.V.S.; FRANCISCO, M.F.; THIAGO, G.S.B. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária em sistema silvipastoril com diferentes arranjos espaciais **Semina: Ciências Agrárias**, vol. 35, núm. 3, mayo-junio, 2014, pp. 1487-1499. Doi:445744141028.

COCHRAN, W.G. The distribution of the largest of a set of estimated variances as a fraction of their total. **Annals of Human Genetics**, v.11, n.1, p.47-52, 1941.

CUTRIM JUNIOR, J.A.A.; CÂNDIDO, M.J.D.; VALENTE, B.S.M.; CARNEIRO, M.S.S.; CARNEIRO, H.A.V. Características estruturais do dossel de capim-tanzânia submetido a três frequências de desfolhação e dois resíduos pós-pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 2011, v. 40, n. 3. p. 489-497. Doi.org/10.1590/S1516-35982011000300005.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Rio de Janeiro, . 353p, 2013.

FARIA, B.M.; MORENZ, M.J.F.; PACIULLO, D.S.C.; LOPES, F.C.F.; GOMIDE, C.A.M. Growth and bromatological characteristics of *Brachiaria decumbens* and *Brachiaria ruziziensis* under shading and nitrogen. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 49, n. 3, p. 529-536, 2018. doi.org/10.5935/1806-6690.20180060.

GARCIA, C.S.; FERNANDES, A.M.; FONTES, C.A.A.; VIEIRA, R.A.M.; SANT'ANA, N.F.; PIMENTEL, V.A. Desempenho de novilhos mantidos em pastagens de capim-elefante e capim-mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40(2), 403-410, 2011. Doi.org/10.1590/S1516-35982011000200023.

GOBBI, K.F.; GARCÍA, R.; GARCEZ NETO, A.F.; PEREIRA, O.G.; ROCHA, G.C. Valor nutritivo do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.227, p.379-390, 2011. doi.org/10.1590/S1516-35982011000700006.

GOMES, M. P.; MARQUES, T. C. L. L. S.; NOGUEIRA, M. O. G.; CASTRO, E. M.; SOARES, A. M. Ecophysiology and anatomical changes due to uptake and accumulation of heavy metal in *Brachiaria decumbens*, **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, n. 5, p. 566-573, 2011. doi.org/10.1590/S0103-90162011000500009.

GÓMEZ, S.; GUENNI, O.; GUENNI, L. B. Growth, leaf photosynthesis and canopy light use efficiency under differing irradiance and soil N supplies in the forage grass *Brachiaria decumbens* Stapf. **Grass and Forage Science**, 68(3), 395-407, 2013. doi: 10.1111/gfs.12002/abstract.

GONÇALVES, J.F.C.; SILVA, C.E.M.; JUSTINO, G.C.; NINA JUNIOR, A.R. Efeito do ambiente de luz no crescimento de plantas jovens mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Scientia Forestalis**, 40:337-344, 2012.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Dados meteorológicos. <http://www.inmet.gov.br>, 2020.

KOPPEN, W. Climatologia: com um estudio de los climas de la tierra. Fondo de cultura econômica. México. 479p. 1948.

LENHARD, N.R.; PAIVA NETO, V.B.; SCALON, S.P.; ALVARENGA, A.A. Crescimento de mudas de pau-ferro sob diferentes níveis de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 43:178-186, 2013.

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**, 69(1), 225-233, 2017. doi: 10.1590/1678-4162-9201.

MACEDO, C.H.O.; ALEXANDRINO, E.; JAKELAITIS, A.; VAZ, R.G.M.V.; REIS, R.H.P.; VENDRUSCULO, J. Características agronômicas, morfogênicas e estruturais do capim *Panicum maximum* cv. Mombaça sob desfolhação intermitente. **Rev. Bras. Saúde Prod. An.**, v.11, n.4, p. 941-952 out/dez, 2010.

MACHADO, V.D. Estratégias de manejo do pastejo do capim-braquiária em sistema silvipastoril. **Tese**. (Doutorado em Zootecnia)– UFV, Viçosa, MG. p.63, 2016.

NAKAI, E. S. Quantificação da biomassa e estoque de carbono em diferentes coberturas vegetais por meio de sensoriamento remoto. **Tese doutorado**. Escola Superior Luiz de Queiroz. p. 120, 2016.

PALHANO, A.L.; CARVALHO, P.C.F.; DITTRICH, J.R.; MORAES, A.; BARRETO, M.Z.; SANTOS, M.C.F. Estrutura da pastagem e padrões de desfolhação em capim-mombaça em diferentes alturas do dossel forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34(6), 1860-1870, 2005. doi.org/10.1590/S1516-35982005000600009.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, C.A.M.; CASTRO, C.R.T.; FERNANDES, P.B.; MÜLLER, M.D.; PIRES, M.F.A.; FERNANDES, E.N.; XAVIER, D.F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 46(10), 1176-1183. 2011. doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000009.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C.A. M.; CASTRO, C. R. T.; MAURÍCIO, R. M.; FERNANDES, P. B.; MORENZ, M. J. F. Morphogenesis, biomass and nutritive value of *Panicum maximum* under different shade levels and fertilizer nitrogen rates. **Grass and forage Science**, v. 72, n. 3, p. 590-600, 2017.

PAULA, C.C. L.; EUCLIDES, V.P.B.; LEMPP, B. Acúmulo de forragem, características morfogênicas e estruturais do capim-marandu sob alturas de pastejo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.11, p.2059-2065, nov, 2012. Doi.org/10.1590/S0103-84782012005000084.

PEREIRA, V.V.; DILERMANDO, M.F.; MARTUSCELLO, J.A.; BRAZ, T.G.S.; SANTOS, M.V.; CECON, P.R. Características morfogênicas e estruturais de capim-mombaça em três densidades de cultivo adubado com nitrogênio. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.12, p.2681-2689, 2011. Doi.org/10.1590/S1516-35982011001200010

RIBEIRO, E.T. Manejo do pastejo de capim-marandu em sistema Silvipastoril na zona da mata de Minas Gerais. 2. **Tese**. (Doutorado em Zootecnia)– UFV, Viçosa, MG. F.91, 2016.

- RODRIGUES, M.O.D. Altura de manejo do capim Mombaça em sistema Silvipastoril. **Tese** (Doutorado) – Universidade Federal de Tocantins. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, f.88, 2017.
- RODRIGUES, O.D.R.; DOS SANTOS, A.C.; RODRIGUES, M.O.D.; SILVEIRA JUNIOR, O.; DE OLIVEIRA, L.B.T.; LEITE, R.L.L. Cutting height of Mombasa grass under silvopastoral and monoculture Systems. **Journal of Agricultural Science**, v.11, n.5, p.433-442, 2019.
- SANTOS, M.E.R.S.; FONSECA, D.M.F.; BRAZ, T.G.S.; SILVA, S.P.; GOMES, V.G.; 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. Doi.org/10.1590/S1516-35982011000300010.
- SANTOS, M.E.R.S.; FONSECA, D.M.F.; GOMES, V.G.; GOMIDE, C.A.M.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; QUEIROZ, D.S. Capim-braquiária sob lotação contínua e com altura única ou variável durante as estações do ano: morfogênese e dinâmica de tecidos. **R. Bras. Zootec.**, v.40, n.11, p.2323-2331, 2011. Doi.org/10.1590/S1516-35982011001100007.
- SANTOS, P.M.; SANTOS, A.C.; NEIVA, J.N.M.; NEVES NETO, D.N. Desempenho de ovinos em sistema agroflorestal alternativo no ecótono Cerrado: Amazônia. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.17, n.4, p.584-598 out./dez., 2016. doi.org/10.1590/S1519-9940201600040000.
- SANTIAGO-HERNANDEZ, F.; LOPEZ-ORTIZ, S.; AVILA-RESENDIZ, C.; JARILLORODRIGUEZ, J.; PEREZ-HERNANDEZ, P.; GUERRERO-RODRIGUEZ, J.D. Physiological and production responses of four grasses from the genera Urochloa and Megathyrsus to shade from Melia azedarach L. **Agroforestry Systems**, Netherlands v. 90, n. 1, p. 339-349, 2016.
- SBRISSIA, A.F.; SILVA, S.C. Compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.35-47, 2008. doi.org/10.1590/S1516-35982008000100005.
- SCHMIDT, D.; CARON, B.O.; PILAU, J.; NARDINO, M.; ELLI, E.F. Morfoanatomia foliar de azevém no sub-bosque de espécies arbóreas em sistemas agroflorestais. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 64, n.4, p. 368-375, jul/ago, 2017. Doi:10.1590/0034-737X201764040005.
- SHAPIRO, S. S.; WILK, M. B. An Analysis of Variance Test for Normality, (Complete Samples). **Biometrika**, v. 52, n.3/4, p. 591-611, 1965.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal. 6 ed., Porto Alegre, Artmed, 888p, 2017.
- VERAS, V.S.; OLIVEIRA, M.E.; LACERDA, M.S.B.; CARVALHO, T.B.; ALVES, A.A. Produção de biomassa e estrutura do pasto de capim-andropogon em sistema silvipastoril e monocultura. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.62, n.1, p.200-207, 2010. doi.org/10.1590/S0102-09352010000100027
- VONESH, F.E.; CHINCHILLI, V.M. **Linear and nonlinear models for the analysis of repeated measurements**. New York: Marcel Dekker, 1997.560p.

CAPÍTULO 2 - COMPOSIÇÃO QUÍMICO - BROMATOLÓGICA DO CAPIM MOMBAÇA SUBMETIDO A ALTURAS DE CORTE E DISTÂNCIAS DA LINHA DO EUCALIPTO EM SISTEMA SILVIPASTORIL

RESUMO – A determinação do valor nutritivo do alimento contribui para o entendimento da eficiência na utilização dos nutrientes pelo trato digestivo do animal. Objetivou – se avaliar a composição químico - bromatológica do capim Mombaça submetido a diferentes alturas de corte, nos sistemas convencional (pleno Sol) e silvipastoril em dois locais diferentes em relação a linha de plantio do eucalipto (copa das árvores e meio da entrelinha). O trabalho foi realizado no município de Colinas do Tocantins, estado do Tocantins, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, entre dezembro e abril de 2019, sendo utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado, com três locais de coleta da forragem, representados pelos sistemas convencional (pleno Sol) e silvipastoril em duas distâncias da linha do eucalipto (copa das árvores – 1 m de distância, e meio da entrelinha – 6 m de distância). Em cada local foram efetuados quatro cortes nas seguintes alturas: 50, 70, 90 e 110 cm, com quatro repetições cada, totalizando 48 unidades experimentais. Foram analisadas as seguintes variáveis: matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, matéria mineral, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. As diferentes alturas de manejo influenciam nas características bromatológicas e químicas do capim Mombaça, com declínio do valor nutritivo proporcional ao aumento da altura de corte.

Palavras-chave: eucalipto, matéria seca, manejo, sombreamento

CHAPTER 2- CHEMICAL - BROMATOLOGICAL COMPOSITION OF MOMBAÇA GRASS MANAGED AT DIFFERENT CUTTING HEIGHTS AND DISTANCES OF THE EUCALYPTUS LINE IN SILVIPASTORIL SYSTEM

ABSTRACT - The determination of the nutritional value of the food contributes to the understanding of the efficiency in the use of these nutrients by the animal's digestive tract. The objective was to evaluate the nutritional value of Mombaça grass submitted to different cutting heights, in the conventional (full sun) and

silvopastoral systems in two different places in relation to the eucalyptus plantation line (tree tops and midline). The work was carried out in the municipality of Colinas do Tocantins, state of Tocantins, at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Tocantins, between December and April 2019, using a completely randomized experimental design, with three forage collection sites, represented through the conventional (full sun) and silvopastoral systems at two distances from the eucalyptus line (treetops - 1 m away, and halfway between the lines - 6 m away). At each site, four cuts were made at the following heights: 50, 70, 90 and 110 cm, with four repetitions each, totaling 48 experimental units. The different management heights influence the bromatological and chemical characteristics of Mombaça grass, with a decline in nutritional value proportional to the increase in cutting height.

Keyword: eucalyptus, dry matter, management, shading

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor comercial de bovinos do mundo, e as pastagens, principalmente as cultivadas, constituem a principal e mais econômica fonte nutricional desses animais (OLIVEIRA, *et al.* 2014). No entanto, grande parte das áreas utilizadas, apresenta algum grau de degradação, ocasionada principalmente pelo manejo incorreto, que vai desde a escolha da espécie ou cultivar forrageira, má formação inicial, falta de adubação de manutenção, até o manejo inadequado da pastagem (CARVALHO, *et al.* 2017).

A maioria das áreas com forrageiras cultivadas no Brasil Central é composta por gramíneas do gênero *Brachiária* (PAULA *et al.* 2012). Entretanto, visando intensificar as áreas de produção de bovinos, e diversificar as forrageiras utilizadas, diferentes alternativas vem sendo usadas em substituição a esta forrageira. Assim, o cultivo de gramíneas do gênero *Megathyrsus* vem aumentando significativamente, com destaque para o capim-Mombaça (CANTO, *et al.*, 2012).

A espécie forrageira *Megathyrsus maximum* (capim-mombaça) apresenta um dos maiores potenciais de produção de matéria seca em ambientes subtropicais e tropicais, podendo atingir produção

de matéria seca anual em torno de 33 t ha⁻¹. Contudo, é uma forrageira bastante exigente em nutrientes, e se não for manejada corretamente, perde seu potencial, reduzindo sua produção e valor nutritivo (GALINDO *et al.*, 2017).

Além dos sistemas tradicionais, o capim Mombaça vem sendo utilizado em sistemas alternativos, como os que integram pecuária e floresta (silvipastoril), dentro de uma mesma área. Nesse sentido, os sistemas silvipastoris podem ser promissores para reverter alguns problemas da pecuária, servindo como alternativa de recuperação de pastagens degradadas, com melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, refletindo em inúmeros benefícios econômicos e ambientais (PACIULLO, *et al.* 2011).

A altura do dossel forrageiro no momento de entrada e saída dos animais, assim como a intensidade de pastejo, são fatores determinantes da perenidade das pastagens e devem ser avaliados meticulosamente, tanto em sistemas convencionais, quanto em sistemas integrados. As gramíneas tropicais quando mal manejadas, podem elevar os teores de fibras, influenciando negativamente na digestibilidade e depleção do consumo voluntário pelos animais (GERON *et al.*, 2014). A determinação da composição bromatológica do alimento, contribui para o entendimento da eficiência na utilização dos nutrientes pelo trato digestivo do animal.

Segundo Van soest (1994), o estudo do valor nutritivo da forragem contribui para a identificação dos possíveis pontos que restringem o consumo de nutrientes e, conseqüentemente a produção animal.

Assim, objetivou – se avaliar a composição químico - bromatológica do capim Mombaça, com diferentes manejos de desfolhação, baseados na altura do dossel para orientar a desfolhação, associados a distintas condições de luminosidade nos ambientes monocultivo e silvipastoril.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *campus* Colinas do Tocantins, município de Colinas do Tocantins. Localizada nas seguintes coordenadas geográficas Latitude: 8° 3' 23" Sul, Longitude: 48° 28' 38" Oeste. O clima da região é o AW-tropical com verão úmido e período de estiagem no inverno. Está sob domínio climático tropical semiúmido, com estiagem de aproximadamente 4 meses (junho a setembro) com média anual de precipitação de 1.800 mm e altitude de 227m (KOPPEN, 1948). O solo da área foi classificado como Neossolo Quartzarênico Órtico típico (EMBRAPA, 2013)

Tabela 1: Temperaturas máximas, mínimas, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica no período experimental

Meses	Temp. Max. média (°C)	Temp. Min. média (°C)	Umidade média (%)	Precipitação acúmulo (mm)
Dezembro 2018	25,8	24,5	84,5	47,4
Janeiro 2019	25,7	24,2	88,0	289,0
Fevereiro 2019	25,5	24,1	86,4	348,0
Março 2019	25,9	24,7	85,6	324,8
Abril 2019	26,5	24,6	86,1	257,8
	25,9	24,4	86,1	1.267,00

Fonte: INMET, 2020.

O local do experimento possui área de 1,92 ha, e foi implantado em Novembro de 2015, com a introdução em consórcio de milho e sorgo forrageiro, em conjunto com o capim *Megathyrus maximus* cv. Mombaça e a espécie arbórea *Eucalyptus urophylla*. As cultivares milho e sorgo foram colhidas no primeiro ano, e utilizadas para produção de silagem, permanecendo um sistema silvipastoril com capim Mombaça e eucalipto. Em uma área paralela, foi cultivado capim Mombaça solteiro.

O trabalho teve duração de dois anos, com as avaliações da forrageira sendo realizadas entre os meses de janeiro e abril dos anos 2019 e 2020. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com medidas repetidas no tempo, em esquema fatorial 3 x 4, sendo três ambientes: pleno Sol ou monocultivo, copa das árvores e meio da entrelinha, representados pelo sistema silvipastoril, respectivamente a 1 e 6 metros da linha do eucalipto, e quatro alturas de plantas no momento do corte (50, 70, 90 e 110 cm), com quatro repetições cada, totalizando 48 unidades experimentais. Na ocasião do início do experimento, as árvores completavam cinco anos de idade e apresentavam aproximadamente 20 metros de altura, 0,20 m

de diâmetro a altura do peito, espaçadas em 12 m entre fileiras simples e 3 m entre plantas, dispostas em sentido leste – oeste.

Foram realizados cortes de uniformização da forrageira, com auxílio de roçadeira motorizada, adotando – se como resíduos pós – corte, as alturas de 25, 35, 45 e 55 cm, equivalente a 50 % da altura preconizada em cada um dos tratamentos (50, 70, 90 e 110 cm).

Com base no resultado das análises de solo (Tabela 2), em dezembro de 2018, procedeu – se às adubações, com aplicação de 60 kg/ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de Superfosfato simples e 50 kg/ha⁻¹ de K₂O na forma de Cloreto de Potássio, dividida em duas vezes. Foi realizada aplicação de 300 kg. ha⁻¹. ano⁻¹ de Nitrogênio, na forma de Ureia, sendo 50 kg/N aplicado no início do período de avaliação e o restante parcelado ao longo dos ciclos de colheita, tendo todos os tratamentos recebido a mesma quantidade de Nitrogênio ao fim do período experimental. Não houve necessidade de calagem, haja vista saturações por base e teores de cálcio e magnésio estarem de acordo com as recomendações.

Tabela 2. Características químicas do solo da área experimental na camada de 0-20 cm de profundidade.

SILVIPASTORIL											
pH	MO	P	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTCe	M	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	-- mg dm ⁻³ --			-----		cmolc dm ⁻³	-----		--- % ---	
4,87	3,90	0,71	0,01	1,24	1,35	0,04	2,05	2,60	4,65	1,51	56,00
CONVENCIONAL (SOL PLENO)											
pH	MO	P	K+	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	CTCe	M	V
CaCl ₂	g dm ⁻³	-- mg dm ⁻³ --			-----		cmolc dm ⁻³	-----		--- % ---	
5,37	4,28	0,80	0,02	1,29	0,96	0,04	1,29	2,27	3,56	1,73	63,82

SB = Soma de Bases; MO = Matéria orgânica; CTCe = Capacidade de troca catiônica efetiva; m = Saturação por alumínio; V = Saturação por base.

Os tratamentos foram monitorados para que o corte de cada altura meta fosse realizado na altura esperada. Para determinação da altura média de cada tratamento, foram mensurados 10 pontos em cada parcela permitindo-se variação máxima de 5% entre a altura medida e aquela especificada para cada tratamento, através do auxílio do uso de régua graduada (PALHANO *et al.*, 2005).

A produção da forrageira foi determinada com auxílio de quadro metálico de 0,5 x 1 m (0,5 m²), com coleta de duas amostras por unidade experimental. Realizou – se coleta somente do material disponível acima do resíduo, conforme o tratamento utilizado.

Das amostras colhidas na dupla amostragem foi realizada a separação dos componentes estruturais (lâmina foliar e colmo) e armazenadas em sacos de papel, devidamente identificados e pesados. Em seguida, foram secadas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, e moídas em

peneira de 1 mm em moinho tipo Willey, para realização das análises de composição química - bromatológica.

A matéria seca (MS) definitiva foi determinada conforme Silva; Queiroz, (2002). Para determinação dos teores de Nitrogênio (N), foi utilizado o método de Kjeldahl, multiplicando – se os valores encontrados por 6,25, determinando assim, os teores de Proteína Bruta. A determinação da matéria mineral (MM) foi realizada seguindo os procedimentos padrões da AOAC (1997). As análises de fibra detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) conforme Van Soest *et al.* (1991). Os teores de Fósforo (P) foram determinados por colorimetria com azul de molibdênio, o Potássio (K), através de fotômetro de chama, Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), por meio de titulação, todos em g.Kg^{-1} de MS, conforme metodologia da Embrapa (2013).

Os dados atenderam aos pressupostos de normalidade pelo teste Kolmogorov-Smirnov, e homocedasticidade pelo teste Levene. Os resultados foram submetidos à análise de variância, considerando como fontes de variação os locais de coleta da forragem (Convencional – pleno Sol, Silvipastoril – copa das árvores e Silvipastoril – meio da entrelinha), as alturas de corte e a interação local de coleta x alturas de corte, testados por Tukey a 5% de probabilidade. A interação foi desdobrada, ou não, de acordo com a significância e o efeito das alturas de corte foi avaliado por análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa para o teor de matéria seca do capim Mombaça ($P=0,914$) entre PS e SSP 1 e SSP 2 (Tabela 3). Para as alturas de corte, apenas PS, apresentou efeito linear crescente ($P<0,05$).

Tabela 3: Teor de Matéria Seca (%) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Sistema	MS (%)					Médias	P*			CV (%)
	Altura de corte (cm)				Sistema		Altura		Sistema X Altura	
	50	70	90	110			EL	EQ		
PS	20,86	24,40	25,65	25,30	24,1	0,914	0,01	0,06	0,24	15,1
SSP 1	23,19	21,05	27,28	22,85	23,6	0,65	0,67			
SSP 2	25,42	23,13	23,10	24,66	24,1	0,76	0,27			
Médias	23,16	22,86	25,47	24,27	23,9	0,47	0,33			

PS: Convencional (pleno Sol); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; MS: matéria seca; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P>0,05$), pelo teste de tukey. Equações: PS: $Y = 0,07278 x + 18,23$ ($R^2 = 46 \%$).

Em relação aos teores de Proteína bruta (PB) do capim Mombaça, não houve diferença significativa ($P=0,393$) entre PS, SSP 1 e SSP 2 (Tabela 4). Em gramíneas forrageiras tropicais, teores de PB inferiores a 7% na MS, reduzem o consumo animal. Os níveis de PB da gramínea Mombaça, variaram de 8,91 % no sistema convencional a 9,36 % no sistema silvipastoril com a forragem produzida sob influência da copa das árvores, e estão adequados para bom funcionamento da microbiota ruminal e alimentação de ruminantes (VAN SOEST, 1994).

Os resultados encontrados divergem de outros trabalhos, que mostram que forrageiras submetidas a um maior nível de sombreamento, tendem apresentar maiores conteúdos de proteína em relação àquelas que não possuem restrição de luminosidade. Araújo *et al.*, (2016), ao avaliar o valor nutritivo do capim Brachiária sob condições de sombreamento natural e sol pleno, verificou que o valor médio de PB foi 31% maior na sombra que a pleno sol.

Tabela 4: Teor de Proteína Bruta (%) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Sistema	PB (%)					Médias	P*			CV (%)
	Altura de corte (cm)				Sistema		Altura		Sistema X Altura	
	50	70	90	110			EL	EQ		
PS	11,11	8,54	8,30	7,69	8,91	0,3933	0,01	0,04	0,380	10,2
SSP 1	12,23	9,69	7,57	7,93	9,36	0,01	0,05			
SSP 2	11,46	9,11	7,37	8,05	9,00	0,01	0,01			
Médias	11,6	9,12	7,75	7,91	9,09		0,01	0,03		

PS: Convencional (pleno Sol); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; PB: proteína bruta; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P>0,05$), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y=-0,06x + 13,8$ ($R^2 = 60\%$); SSP1: $y = -0,07515x + 15,36$ ($R^2 = 71\%$); SSP2: $y = -0,05138x + 13,04$ ($R^2 = 55\%$).

Santos *et al.*, (2016), trabalhando com capim Mombaça, encontraram valores médios de 13,5 e 10,8 % para os sistemas silvipastoril e sol pleno, respectivamente. Em média houve aumento de 20% no teor de PB no ambiente sombreado, e essa menor produção do sistema convencional em relação ao silvipastoril, se deu pelo fato de haver uma maior mineralização e ciclagem de N na integração, assim, boa parte do benefício da sombra, nos teores de PB, está associada à melhoria da fertilidade do solo (NASCIMENTO *et al.*, 2019).

Segundo Moreira Filho *et al.*, (2013), maiores teores de PB nas plantas sombreadas estão ligados ao maior tamanho das células dessas plantas, o que resulta em maior conteúdo celular e, consequentemente, maiores teores de PB.

Neste trabalho, o nível de sombreamento proporcionado pelo sistema silvipastoril, tanto na copa das árvores, quanto no meio da entrelinha, não foi o bastante para interferir no valor proteico da forrageira, no entanto a maior produção de MS relacionada ao aumento da altura de corte da planta, ocasionou efeito

de diluição do N no tecido da planta (GOBBI *et al.*, 2010), demonstrando uma relação linear decrescente ($P < 0,05$) entre altura de corte e conteúdo de proteína bruta, ou seja, para cada 10 cm de elevação da altura do manejo de corte, houve uma redução nos teores de PB da planta na ordem de 0,62, 0,90 e 0,72 %, para PS, SSP 1 e SSP 2, respectivamente (Tabela 4). Segundo Lopes *et al.*, (2017), isso ocorre em razão do rápido desenvolvimento dessas plantas, que, a partir de determinado estado fisiológico, deixam de acumular nutrientes altamente nutritivos, ou seja, conteúdo celular, para acumular componentes de menor digestibilidade, representados pela fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido em detrimento da PB.

Tabela 5: Teor de Fibra em detergente neutro (%) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Sistema	FDN (%)					Médias	P*			CV (%)
	Altura de corte (cm)				Sistema		Altura		Sistema X Altura	
	50	70	90	110			EL	EQ		
PS	62,25	64,33	65,52	65,00	64,1		0,01	0,23		
SSP 1	61,64	64,44	65,97	63,76	64,2	0,230	0,16	0,06	0,54	2,6
SSP 2	61,08	64,25	63,22	64,38	63,2		0,08	0,38		
Médias	61,8	64,5	64,6	64,4	63,8		0,08	0,207		

PS: Convencional (pleno Sol); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; FDN: fibra em detergente neutro; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P > 0,05$), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y = 0,004255x + 60,64$ ($R^2 = 36\%$);

Em relação à Fibra em Detergente Neutro (FDN), observa-se na tabela 5, que não houve diferença ($P = 0,230$) para essa variável entre PS, SSP 1 e SSP 2. Os valores variaram de 63,23 a 64,17 % de FDN, para as forragens produzidas sob o raio da copa das árvores e meio da entrelinha, respectivamente. Pacheco (2019), avaliando o capim Mombaça adubado com diferentes doses de fósforo, verificou valores médios de 65,12 e 67,21 % de FDN, para os sistemas convencional e silvipastoril, não sendo observada diferença para essa variável entre os sistemas de cultivo.

Geron *et al.*, (2014), trabalhando com três diferentes métodos de avaliação da FDN em plantas forrageiras, encontrou valores mínimos e máximos de 72,86 e 76,39 % ao analisar o capim Mombaça. Em cultivares de *Megathyrsus* valores de FDN inferiores a 55% são incomuns. Teores superiores a 65% são comuns em tecidos novos e valores entre 75 e 80% são encontrados em materiais de maturidade avançada (VALADARES FILHO, 2010). A FDN apresenta uma relação inversamente proporcional ao consumo voluntário do pasto, ou seja, menores valores de FDN implicam maior consumo da forrageira por parte dos animais.

Ao se decompor o efeito das alturas sobre o teor de FDN do capim Mombaça, foi observado efeito linear positivo ($P < 0,05$) para o sistema convencional de produção (Tabela 5). Segundo Mochel filho *et al.*,

(2016), aumento da altura de corte da planta, implica em aumento da massa de forragem, elevando a deposição de compostos na parede celular para manter a sustentação da planta e, conseqüentemente, maiores valores de fibra.

De acordo com Gommers *et al.*, (2013), espécies intolerantes ao sombreamento exibem esta síndrome através de mudanças nas suas características morfogenéticas, alocando carbono para o alongamento de colmo, de modo a escapar da sombra, o que acaba permitindo o posicionamento das folhas nas camadas superiores do dossel forrageiro.

Embora os efeitos do sombreamento nos teores de fibra e na digestibilidade da matéria seca (MS) sejam variáveis, há tendência de haver menores teores de fibra, decorrente da menor quantidade de fotoassimilados em condições de sombra. Contudo, as variações positivas esperadas no valor nutritivo em forrageiras sombreadas dependem da espécie, nível de sombreamento, fertilidade do solo, estação do ano, entre outros (PACIULLO *et al.*, 2011).

O teor de Fibra em detergente ácido (FDA), não apresentou diferença significativa ($P=0,257$) entre PS, SSP 1 e SSP 2 (Tabela 6). Os teores médios de FDA variaram de 54,92 % no silvipastoril copa das árvores a 56,62 % no convencional. Segundo Nussio *et al.*, (1998), forragens com valores de FDA acima de 50 %, podem apresentar baixa digestibilidade, e conseqüentemente baixo consumo. Os valores que foram observados no trabalho mostraram - se um pouco elevados em relação ao que é preconizado na literatura. Isso se deve ao fato, das análises terem sido realizadas em planta inteira (lâmina foliar e colmo), havendo influência direta dos componentes da parede celular, advindo das hastes, nos resultados.

Reis *et al.*, (2013), avaliando capim Marandu em diferentes condições de sombreamento e doses de Nitrogênio, encontraram valores de FDA variando de 33,45 de mínimo a 37,85 % para os maiores valores. Santos *et al.*, (2016), trabalhando com capim Mombaça, ao analisar apenas lâminas foliares, observaram teores de FDA entre 36,7 e 37,3 %, para os sistemas silvipastoril e convencional, respectivamente. Já Garcia *et al.*, (2009) ao testar o capim Mombaça sob diferentes alturas de entrada e saída em sistema silvipastoril, verificou valores de FDA oscilando entre 51,63 a 60,4 %.

Tabela 6: Teor de Fibra em detergente ácido (%) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Sistema	FDA (%)					Médias	P*			CV (%)
	Altura de corte (cm)				Sistema		Altura		Sistema X Altura	
	50	70	90	110			EL	EQ		
PS	53,62	54,34	59,63	58,88	56,6	0,01	0,41			
SSP 1	55,07	54,92	53,34	56,36	54,9	0,257	0,54	0,06	0,09	5,1
SSP 2	53,9	56,6	54,12	57,82	55,6		0,01	0,85		
Médias	54,2	55,3	55,7	55,7	55,7		0,19	0,44		

PS: Convencional (pleno Sol); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; FDA: fibra em detergente ácido; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras

maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P>0,05$), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y= 0,10533 x + 48,19$ ($R^2 = 41 \%$); SSP2: $y= 0,004697 x + 51,86$ ($R^2 = 85 \%$).

As alturas de corte influenciaram de forma linear positiva ($P<0,05$) os teores de FDA do capim Mombaça nos sistemas PS e SSP 2 (Tabela 6). Nessas duas situações, onde não há restrição severa de luz, as plantas intensificaram o processo de fotossíntese, e conseqüentemente a produção de matéria seca. Segundo Galindo *et al.*, (2018), os incrementos nos teores de FDA, decorreram das alterações nos componentes estruturais da planta resultantes da variação de estádios de maturidade, que foi acelerada pelos fatores ambientais favoráveis.

Os teores de matéria mineral (MM) foram significativamente diferentes ($P=0,004$) entre PS, SSP 1 e SSP 2. O sistema silvipastoril com influência da copa das árvores mostrou - se superior ($P=0,004$) ao silvipastoril meio da entrelinha, apresentando teores de matéria mineral no tecido das plantas, na ordem de 7,38 e 6,94 %, respectivamente. Já o sistema convencional, apresentou valores médios de 6,48 %, inferior aos demais (Tabela 7). Bulegon *et al.*, (2016), avaliando o efeito residual da adubação fosfatada sobre a composição bromatológica do capim Mombaça, encontrou teores médios de matéria mineral no tecido da planta, variando de 9,91 a 12,2 %.

Os teores de matéria mineral ajustaram - se ao modelo quadrático ($P<0,05$), para SSP 1 e SSP 2 (Tabela 7). Os menores valores de MM foram observados nas alturas de corte de 84,1 e 79,3 cm, na forragem sob a copa das árvores e meio da entrelinha, respectivamente.

Tabela 7: Teor de matéria mineral (%) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Solo pleno) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Sistema	MM (%)					Médias	P*			CV (%)
	Altura de corte (cm)				Sistema		Altura		Sistema X Altura	
	50	70	90	110			EL	EQ		
PS	7,06	6,33	6,83	5,71	6,48 C		0,12	0,70		
SSP 1	7,93	7,21	6,81	7,56	7,38 A	0,004	0,29	0,01	0,09	10,2
SSP 2	7,22	7,74	6,39	6,42	6,94 B		0,87	0,02		
Médias	7,4	6,76	6,68	6,56	6,93		0,43	0,24		

PS: Convencional (pleno Sol); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; MM: matéria mineral; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P>0,05$), pelo teste de tukey. Equações: SSP1: $y= 0,00092188 x^2 - 0,15513x + 13,43$ ($R^2 = 46 \%$); SSP2: $y= 0,00094219 x^2 - 0,14944x + 12,39$ ($R^2 = 34 \%$).

Segundo Reis *et al.*, (2013), o fato de forrageiras sombreadas serem mais jovens fisiologicamente que plantas a pleno sol, parece ser o principal motivo de um maior incremento, dado que plantas mais jovens têm maior atividade metabólica e conseqüentemente necessitam de mais nutrientes. Ainda segundo os autores, apesar da luz não atuar diretamente na absorção de elementos

minerais pelas plantas, influencia em diversos processos biológicos como respiração, transpiração e fotossíntese, que alteram os teores desses elementos no tecido vegetal.

Os teores de P observados variaram de 11,8 a 14,6 g.kg⁻¹ na forragem produzida nos sistemas PS e SSP 1 (Tabela 8). Silva *et al.*, (2012), avaliando o capim Mombaça sob diferentes doses de efluente de esgotamento sanitário tratados, encontrou valores oscilando entre 3,50 e 17,8 g.kg⁻¹. Segundo Malavolta *et al.*, (1997), são adequados teores foliares de P, variando entre 1,6 e 11,0 g.kg⁻¹, estando os resultados encontrados no trabalho, próximos aos preconizados.

A análise de variância mostrou que houve interação (P=0,04), entre os sistemas e as alturas de corte na concentração de fósforo (P) do capim Mombaça. As alturas de manejo correspondentes a 70 e 110 cm, no sistema SSP 1, apresentaram concentrações de P superiores, aos sistemas PS e SSP 2 (Tabela 8).

Tabela 8: Teor de Fósforo (P) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Sol pleno) e Silvopastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Sistema	P (g.kg ⁻¹)					Médias	P*			CV (%)
	Altura de corte (cm)				Sistema		Altura		Sistema X Altura	
	50	70	90	110			EL	EQ		
PS	13,7 A	10,7 B	12,0 A	10,8 B	11,8	0,001	0,01	0,41	0,04	15,4
SSP 1	15,0 A	17,1 A	10,5 A	16,0 A	14,6		0,65	0,34		
SSP 2	14,7 A	12,8 B	12,8 A	11,8 B	13,1		0,05	0,73		
Médias	11,6	9,12	7,7	7,9	13,2		0,24	0,49		

PS: Convencional (pleno Sol); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; P: fósforo; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a (P>0,05), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y = -0,01830x + 16,10$ (R² = 68 %); SSP2: $y = -0,04375x + 16,60$ (R² = 25 %).

De maneira geral, a forragem produzida nos sistemas com a presença do componente arbóreo, apresentaram em seu tecido, valores mais notáveis em relação ao elemento mineral P (Tabela 8). Segundo Hanisch *et al.*, (2016), esse aumento de P em áreas sombreadas, pode estar relacionado a uma maior dinâmica da mobilização do elemento no solo, mediante maior atividade da microbiota, elevando sua disponibilidade. Tem sido observado aumento da degradação da matéria orgânica do solo em condições de sombreamento natural que afetam positivamente a dinâmica dos nutrientes para as plantas (PACIULLO *et al.*, 2011). Ainda segundo os autores, outro mecanismo que pode ter contribuído, está relacionado ao desenvolvimento ontogenético mais lento de plantas cultivadas à sombra mais intensa. Neste contexto, as forrageiras tendem a ser mais jovens fisiologicamente, ampliando a fase vegetativa juvenil, permitindo assim, manutenção do metabolismo elevado por mais tempo.

Ao se decompor o efeito das alturas de corte sobre os teores de P, foram verificados que PS e SSP 2, se ajustaram ao modelo linear ($P < 0,05$), com as concentrações de fósforo, apresentando decréscimo em seus valores face à elevação das alturas de manejo da planta (Tabela 8). As plantas submetidas a maiores níveis de luminosidade, e conseqüentemente maiores produções de MS podem apresentar diluição dos minerais (GOBBI, *et al.*, 2010), assim como ocorre nos níveis de PB da planta. Silva *et al.*, (2012), ao avaliar a composição química do capim Mombaça, verificaram que houve decréscimo nos teores de P à medida que a planta envelhecia.

Os teores de Potássio (K), não apresentaram diferença estatística entre sistemas ($P = 0,830$), e em relação ao efeito das alturas de corte, apenas SSP 1 se ajustou ao modelo linear decrescente ($P < 0,05$) (Tabela 9). Os valores médios pouco variaram entre os sistemas (15,5 a 15,9 g.kg^{-1}) e tratamentos estudados (15,16 a 16,49 g.kg^{-1}), e estão dentro dos valores citados por Malavolta *et al.*, (1997), como referência para o capim Mombaça (14,3 a 18,4 g.kg^{-1}).

Brito *et al.*, (2015), ao avaliar Brachiária Decumbens nos sistemas convencional e silvipastoril, encontraram teores de 4,4 e 5,1 g.kg^{-1} respectivamente, não sendo observada diferença estatística entre as duas formas de cultivo. Já Freitas *et al.*, (2011), ao trabalhar com diferentes doses de adubação orgânica e mineral no capim Mombaça, observaram variação entre 14 e 18,9 g.kg^{-1} nos tecidos da planta, sendo observadas diferença entre os tratamentos. Segundo os autores, pelo fato do K atuar em diversas reações fisiológicas vitais às plantas, é um elemento absorvido em elevadas quantidades, e sua concentração no tecido é proporcional às doses e fontes utilizadas.

Tabela 9: Teor de Potássio (K) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Sistema	K (g.kg^{-1})					Médias	P*			CV (%)
	Altura de corte (cm)				Sistema		Altura		Sistema X Altura	
	50	70	90	110			EL	EQ		
PS	14,50	14,89	16,65	15,79	15,5	0,830	0,19	0,52	0,08	11,9
SSP 1	17,95	16,54	14,32	14,61	15,9		0,01	0,38		
SSP 2	17,01	15,52	15,16	15,07	15,7		0,13	0,43		
Médias	16,49	15,65	15,38	15,2	15,7		0,11	0,44		

PS: Convencional (pleno Sol); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; K: potássio; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P > 0,05$), pelo teste de tukey. Equações: SSP1: $y = -0,06137x + 20,77$ ($R^2 = 38\%$).

As concentrações de Cálcio (Ca) entre os sistemas apresentaram variações de 2,58 g.kg^{-1} , para o silvipastoril meio da entrelinha a 2,74 g.kg^{-1} , para o silvipastoril copa das árvores, não sendo verificada diferença estatística ($P = 0,543$) entre si (Tabela 10).

Os teores de Ca foram influenciados pelas alturas de corte, nos sistemas SSP 1 e SSP 2, com ambos se ajustando ao modelo quadrático ($P < 0,05$), com as menores concentrações, sendo observadas nas alturas de corte de 79,28 e 69,2 cm, respectivamente (Tabela 10).

Tabela 10: Teor de Cálcio (Ca) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (pleno Sol) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Ca (g.kg^{-1})										
Sistema	Altura de corte (cm)				Médias	Sistema	P*		Sistema X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			EL	EQ		
PS	2,75	2,49	2,50	2,80	2,63		0,90	0,28		
SSP 1	3,05	2,28	2,64	3,00	2,74	0,543	0,85	0,01	0,51	15,5
SSP 2	2,45	2,28	2,47	3,13	2,58		0,02	0,02		
Médias	2,75	2,35	2,53	2,98	2,65		0,59	0,10		

PS: Convencional (pleno Sol); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; Ca: cálcio; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P > 0,05$), pelo teste de tukey. Equações: SSP1: $y = 0,00070156 x^2 - 0,11124 x + 6,80$ ($R^2 = 43 \%$); SSP2: $y = 0,00051563 x^2 - 0,07135 x + 4,73$ ($R^2 = 56 \%$).

Os dados diferem dos resultados encontrados por Silveira Júnior, (2016), que ao avaliar o capim Mombaça em sistema silvipastoril sob diferentes alturas de corte e doses de N, observou os maiores valores de Ca nas plantas manejadas sob as alturas 70 ($4,94 \text{ g.kg}^{-1}$) e 90 cm ($4,71 \text{ g.kg}^{-1}$), respectivamente.

Segundo o autor, os teores encontrados, estão abaixo dos valores de referência para um crescimento satisfatório das plantas ($6,25 \text{ g.kg}^{-1}$ na MS), indicando que a possível causa dessa baixa concentração, é oriunda da competição nos sítios de absorção entre K e Ca, havendo uma maior absorção de K em detrimento de Ca, dado que plantas forrageiras são mais eficientes na absorção de cátions de menor valência.

Os teores de Magnésio (Mg) do capim Mombaça, foram estatisticamente diferentes ($P = 0,001$) entre os sistemas SSP 1 ($3,88 \text{ g.kg}^{-1}$), SSP 2 ($3,64 \text{ g.kg}^{-1}$) e PS ($3,33 \text{ g.kg}^{-1}$) (Tabela 11). Nota – se que os maiores valores de Mg foram encontrados no sistema silvipastoril, com presença de árvores, e maior sombreamento em relação ao sistema sob sol pleno.

Uma função importante do Mg refere - se à sua presença na clorofila, molécula responsável pela maior parte dos processos fotossintéticos. Em sistemas onde não há restrição de luz (Sol pleno), devido a elevada atividade fotossintética, as plantas conseguem atingir facilmente a máxima concentração de clorofila, passando a ter efeito de diluição do Mg presente nesse pigmento, com aumento da produção de matéria seca (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Tabela 11: Teor de Magnésio (Mg) do capim Mombaça, manejado sob diferentes alturas de corte em sistema Convencional (Sol pleno) e Silvipastoril em duas distâncias do renque de árvores (copa das árvores e meio da entrelinha)

Mg (g.kg ⁻¹)										
Sistema	Altura de corte (cm)				Médias	Sistema	P*		Sistema X Altura	CV (%)
	50	70	90	110			Altura	EL		
PS	3,12	2,92	3,40	3,89	3,33 C		0,01	0,14		
SSP 1	4,02	3,37	3,72	4,42	3,88 A	0,001	0,34	0,07	0,79	15,5
SSP 2	3,27	3,24	3,84	4,21	3,64 B		0,03	0,37		
Médias	3,47	3,18	3,66	4,18	3,62		0,13	0,19		

PS: Convencional (pleno Sol); SSP 1: Sistema silvipastoril (copa das árvores); SSP 2: Sistema silvipastoril (meio da entrelinha); P*: Probabilidade de erro tipo I; Altura de corte em centímetros; Mg: magnésio; EL: Efeito linear; EQ: Efeito quadrático; CV: coeficiente de variação; médias seguidas por letras maiúsculas distintas nas colunas e minúsculas nas linhas diferem a ($P > 0,05$), pelo teste de tukey. Equações: PS: $y = 0,01385 x + 2,23$ ($R^2 = 35\%$); SSP2: $y = 0,01714 x + 2,27$ ($R^2 = 50\%$).

Por outro lado, em sistemas silvipastoris, onde as condições de luz em quantidade e qualidade são limitadas, as plantas acabam elevando os teores de clorofila estrategicamente, a fim de contornar o estresse (TAIZ, *et al.*, 2017).

Os sistemas PS e SSP 2, apresentaram efeito linear positivo ($P < 0,05$) para as concentrações de Mg no tecido da planta (Tabela 11). As plantas sob um espectro maior de radiação solar, com a intensificação da fotossíntese, ao aumentarem a produção de matéria seca, ampliam não só a produção de folhas, mas também o crescimento de caule, e apesar do Mg se concentrar mais nas folhas, é acumulado em maior quantidade nos caules em crescimento e nas raízes (TAIZ; ZEIGER, 2017).

CONCLUSÃO

As diferentes alturas de manejo influenciam nas características bromatológicas e químicas do capim Mombaça, com declínio do valor nutritivo proporcional ao aumento da altura de corte.

A forragem produzida no sistema silvipastoril sob influência do sombreamento ocasionado pelo eucalipto, apresentou maior teor de minerais em relação às plantas do meio da entrelinha e pleno Sol, indicando que o valor nutritivo da forragem apresenta diferença entre cultivos, e heterogeneidade dentro de um mesmo sistema de cultivo.

BIBLIOGRAFIA

AOAC-Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis. 16. ed. 3rd Revision, Washington, D.C.: AOAC, method 991.36. 1997.

ARAÚJO, R.A.; RODRIGUES, R.C.; COSTA, C.S.; SANTOS, Francisco, N.S.C.; Francivaldo, O.; LIMA, A.J.T.; SILVA, I.R.; RODRIGUES, M.M. Composição químico-bromatológica e degradabilidade in situ de capim- Marandu em sistemas silvipastoris formados por babaçu e em monocultivo. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.17, n.3, p.401-412 jul./set., 2016. Doi.org/10.1590/S1519-99402016000300007.

BULEGON, L.G.; ZOZ, T.; CASTAGNARA, D.D; KRUTZMANN, A.; MESQUITA, E.E.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P.S.R.O.; TAFFAREL, L.E. Residual effect of phosphorus fertilization on productivity and bromatologic composition of tropical forages. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.15, n.1, p.16-23, 2016. Doi.org/10.5965/223811711512016016.

CANTO, M.W.; BARTH, N.A.; PANCERA, J.E.J.; GASPARINO, E.B.; VINÍCIUS, S. Produção e qualidade de sementes do capim-mombaça em função da adubação nitrogenada. **Bragantia**, 71(3), 430-437. Epub October 26, 2012. Doi.org/10.1590/S0006-87052012005000032

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Rio de Janeiro, 2013. 353p.

FREITAS, K.R.; ROSA, B.; NASCIMENTO, J.L.; BORGES, R.T.; BARBOSA, M.M.; SANTOS, D.C. Composição química do capim-mombaça (*panicum maximum jacq.*) submetido à adubação orgânica e mineral. **Ci. Anim. Bras.**, Goiânia, v.12, n.3, p. 407-414, jul./set. 2011. DOI: 10.5216/cab.v12i3.3309.

GALINDO, F.S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; DUPAS, E.; LUDKIEWICZ, M.G.Z. Application of different nitrogen doses to increase nitrogen efficiency in Mombasa guinegrass (*Panicum maximum cv. mombasa*) at dry and rainy seasons. **Australian Journal of Crop Science**, vol. 11, n. 12, p. 1657-1664, 2017. Doi: 10.21475/ajcs.17.11.12.pne907.

GALINDO, F.S.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; DUPAS, E.; LUDKIEWICZ, M.G.Z. Manejo da adubação nitrogenada no capim-mombaça em função de fontes e doses de nitrogênio. **Revista de Ciências Agrárias**, 41(4): 900-913, 2018. Doi.org/10.19084/RCA18131.

GERON, L.J.V.; CABRAL, L.S.C.; MACHADO, R.J.T.; ZEOULA, L.M.Z.; OLIVEIRA, E.B.; GARCIA, J.; GONÇALVES, M.R.G.; AGUIAR, R.P.S.A. Avaliação do teor de fibra em detergente neutro e ácido por meio de diferentes procedimentos aplicados às plantas forrageiras, **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1533-1542, maio/jun. 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n3p1533.

GOBBI, K.F.; GARCÍA, R.; GARCEZ NETO, A.F.; PEREIRA, O.G.; ROCHA, G.C. Valor nutritivo do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n.227, p.379-390, 2010. Id=49518784006.

GOMMERS, C. M. M.; VISSER, E. J. W.; ONGE, K. R. S.; VOESENEK, L. A. C. J.; PIERIK, R. Shade tolerance: when growing tall is not an option. **Trends in Plant Science**, v. 18, n. 2, p. 1360-1385, Feb. 2013. Doi.org/10.1016/j.tplants.2012.09.008.

HANISCH, A.L.; DALGALLO, D.; ALMEIDA, E.X.; NEGRELLE, R.R.B. Desempenho e composição química de missioneira-gigante cultivada em sistema silvipastoril tradicional em duas alturas de pastejo. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 59, n. 4, p. 345-351, out./dez. 2016. Doi.org/10.4322/rca.2421.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. Dados meteorológicos. <http://www.inmet.gov.br>, 2020.

KOPPEN, W. Climatologia: com um estudio de los climas de la tierra. Fondo de cultura econômica. México. 479p. 1948.

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, 2017. ID: vti-690974.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional de plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997, 319 p.

MOCHEL FILHO, W.J.E.; CARNEIRO, M.S.S.C.; ANDRADE, A.C.; PEREIRA, E.S.; ANDRADE, A.P.A.; CÂNDIDO, D.S.M.; MAGALHÃES, J.A.M.; RODRIGUES, B.H.N.; SANTOS, F.J.S.; COSTA, N.L. Produtividade e composição bromatológica de *Panicum maximum cv. Mombaça* sob irrigação e adubação azotada. **Revista de Ciências Agrárias**, 39(1): 81-88, 2016. Doi.org/10.19084/RCA14154.

MOREIRA FILHO, M.A.; ALVES, A.A.; VALE, G.E.S.; MOREIRA, A.L.; ROGÉRIO, M.C.P. Valor nutritivo do feno de restolho da cultura do milho amonizado com ureia. **Revisa Ciência Agronômica**, v.44, n.4, p.893-901, 2013.

NASCIMENTO, H. L. B.; PEDREIRA, B. C.; SOLLENBERGER, L. E.; PEREIRA, D. H.; MAGALHÃES, C. D. S.; CHIZZOTTI, F. H. M. Physiological characteristics and forage accumulation of grazed Marandu palisade grass (*Brachiaria brizantha*) growing in monoculture and in silvopasture with *Eucalyptus urograndis*. **Crop and Pasture Science**, v. 70, n. 4, p. 384-394, 2019. Doi.org/10.1071/CP18403.

NUSSIO, L.G., MANZANO, R.P. E PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: 15º Simpósio Sobre Manejo da Pastagem. Piracicaba, Brasil. Piracicaba: FEALQ, p. 203-242, 1998.

OLIVEIRA, E.R.O.; MONÇÃO, F.P.; MOURA, L.V.; GABRIEL, A.M.A.; GÓES, R.H.T.B.; LEMPP, B.; NASCIMENTO, F.A. Valor nutricional de silagem de capim-mombaça com aditivos agroindustriais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1543-1556, maio/jun. 2014. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n3p1543.

PALHANO, A.L.; CARVALHO, P.C.F.; DITTRICH, J.R.; MORAES, A.; BARRETO, M.Z.; SANTOS, M.C.F. Estrutura da pastagem e padrões de desfolhação em capim-mombaça em diferentes alturas do dossel forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 34(6), 1860-1870, 2005. Doi.org/10.1590/S1516-35982005000600009.

PACIULLO, D.S.C.; CASTRO, C.R.T.; GOMIDE, C.A.M.; MAURÍCIO, R.M.; PIRES, M.F.A.; MÜLLER, M.D.; XAVIER, D.F. Performance of dairy heifers in a silvopastoral system. **Livestock Science**, v.10, n.5, p.1-12, 2011. Doi.org/10.1016/j.livsci.2011.05.012.

PAULA, C.C.L.; EUCLIDES, V.P.B.; LEMPP, B.; BARBOSA, R.A.; MONTAGNER, D.B.; CARLOTO, M.N. Acúmulo de forragem, características morfogênicas e estruturais do capimmarandu sob alturas de pastejo. **Ciência Rural**, v. 42, n. 11, p. 2.059-2.065, 2012. Doi.org/10.1590/S0103-84782012005000084.

PACHECO, T.V.S.S. Adubação fosfatada na implantação de sistema silvipastoril com eucalipto e capim Mombaça em Neossolo Quartzarênico em ecótono Amazônia/Cerrado. **Tese (Doutorado)** - Universidade Federal do Tocantins. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, 67 f, 2019.

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.**, Uberlândia, v. 29, Supplement 1, p. 1606-1615, Nov. 2013. ID: biblio-967349.

SANTOS, P.M.; SANTOS, A.C.; NEIVA, J.N.M.; NEVES NETO, D.N. Desempenho de ovinos em sistema agroflorestal alternativo no ecótono Cerrado: Amazônia. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, Salvador, v.17, n.4, p.584-598 out./dez., 2016. doi.org/10.1590/S1519-9940201600040000.

SILVEIRA JÚNIOR, O. Manejo da altura de corte e adubação nitrogenada como estratégia para aumento da produção e qualidade do capim Mombaça em sistemas integrados. **Tese (Doutorado)** – Universidade Federal de Tocantins. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, f.99, 2016.

SILVA, J.G.D.; MATOS, A.T.M.; BORGES, A.C.; PREVIERO, A.C. Composição químico-bromatológica e produtividade do capim-mombaça cultivado em diferentes lâminas de efluente do tratamento primário de esgoto sanitário. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 59, n.5, p. 606-613, set/out, 2012. Handle/123456789/20510.

WELLYNGTON, T.V.C.; DUARTE, C.M.; GONÇALVES, L.C.; VILLANOVA, D.F.Q.; MAURICIO, R.M.; PEREIRA, R.V.G.P. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. **PUBVET**. v.11, n.10, p.1036-1045, Out, 2017. Doi.org/10.22 256/pubvet.v11n10.1036 - 1045.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia Vegetal. 5a ed. Porto Alegre, Artmed. 918p, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal. 6 ed., Porto Alegre, Artmed, 888p, 2017.

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JUNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. 3. ed. Viçosa, MG:UFV/DZO, 2010. 520 p.

VAN SOEST, P.J. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polyssacarides in relation to animal nutrition. **J. Dairy Sci.**, Savoy, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991. Doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

VAN SOEST, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2. ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CÂMPUS DE ARAGUAÍNA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL

BR 153, Km 112, Zona Rural | CEP: 77804-970 | Araguaína/TO
 (63) 341612-5424 | www.uft.edu.br | pgsat@uft.edu.br



ATA DE DEFESA

Ata de defesa da tese: "**Altura de manejo do capim Mombaça em sistema Silvopastoril sob duas distâncias do renque de árvores**"- defendida no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical (PPGCat) da Universidade Federal do Tocantins, (UFT) -Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMVZ). Assim, às 08h00min do dia 20 de maio de 2021- pelo Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL- esteve reunida a banca de defesa do doutorando: **JOSÉ MÁRIO LOPES DA ROCHA**, constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. **Antonio Clementino dos Santos**, Prof. Dr. **Luciano Fernandes Sousa**, Prof. Dr. **Elcivan Bento da Nóbrega**, Prof. Dr. **Emerson Alexandrino** e o Dr. em Ciência Animal Tropical **Leonardo Bernardes Taverny de Oliveira**. Cabe ressaltar e constar em ata que os membros realizaram os trabalhos a distância por meio da tecnologia da informação, via internet.

Após finalizar os trabalhos o doutorando foi APROVADO e os membros presentes assinaram a ata de defesa.

Observações para o doutorando:

- () Aprovado.
 () Reprovado.
 (x) Aprovado com correções a serem conferidas pela banca.
 () Aprovado com correções a serem conferidas pelo orientador.

MEMBROS DA BANCA	FUNÇÃO PRECÍPUA	ASSINATURAS
Prof. Dr. Antônio Clementino dos Santos	Presidente da banca e orientador	<i>Antonio Clementino dos Santos</i>
Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa	Avaliador	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe – UFT Nº 09, DE 14 DE MARÇO DE 2018. <i>Antonio Clementino dos Santos</i> Presidente da banca e orientador
Prof. Dr. Elcivan Bento da Nóbrega	Avaliador	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe – UFT Nº 09, DE 14 DE MARÇO DE 2018. <i>Antonio Clementino dos Santos</i> Presidente da banca e orientador
Prof. Dr. Emerson Alexandrino	Avaliador	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe – UFT Nº 09, DE 14 DE MARÇO DE 2018. <i>Antonio Clementino dos Santos</i> Presidente da banca e orientador
Dr. em Ciência Animal Tropical Leonardo Bernardes Taverny de Oliveira	Avaliador	Participação a distância de acordo com Resolução do Consepe – UFT Nº 09, DE 14 DE MARÇO DE 2018. <i>Antonio Clementino dos Santos</i> Presidente da banca e orientador

60 dias

Prazo para entrega da tese corrigida: _____