



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO NORTE DO TOCANTINS  
CAMPUS DE ARAGUAÍNA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO INTEGRADO EM  
ZOOTECNIA NOS TRÓPICOS**

**ANTONIO PAULO WANDESSON PINHEIRO SOUSA**

**CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PRODUTIVAS DO CAPIM MOMBAÇA  
SOB SOMBREAMENTO, NA FASE DE ESTABELECIMENTO**

**ARAGUAÍNA, TO**

**2023**

Antonio Paulo Wandesson Pinheiro Sousa

Características estruturais e produtivas do Mombaça sob sombreamento, na  
fase de estabelecimento

Dissertação apresentada como requisito parcial  
para obtenção do título de Mestre, junto ao  
Programa de Pós-graduação Integrado em  
Zootecnia nos Trópicos da Universidade Federal  
do Norte do Tocantins.

Área de concentração: Produção Animal  
Linha de Pesquisa: Relação Solo x Planta x Animal

Orientador: Prof. Dr. Antonio Clementino dos  
Santos

Araguaína, TO

2023

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

---

P654c PINHEIRO SOUSA, ANTONIO PAULO WANDESSON.  
CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PRODUTIVAS DO CAPIM  
MOMBAÇA SOB SOMBREAMENTO, NA FASE DE  
ESTABELECIMENTO. / ANTONIO PAULO WANDESSON PINHEIRO  
SOUSA. – Araguaína, TO, 2023.  
55 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do  
Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína - Curso de Pós-  
Graduação (Mestrado) em Ciência Animal Tropical, 2023.

Orientador: ANTONIO CLEMENTINO DOS SANTOS

1. Silvicultura. 2. Pastagem degradada. 3. Efeito do  
sombreamento. 4. Mombaça. I. Título

**CDD 636.089**

---

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de  
qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizada 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.

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

ANTONIO PAULO WANDESSON PINHEIRO SOUSA

CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PRODUTIVAS DO MOMBAÇA SOB  
SOMBREAMENTO, NA FASE DE ESTABELECIMENTO

Dissertação apresentada ao programa de Programa de Pós-graduação Integrado em Zootecnia nos Trópicos da Universidade Federal do Norte do Tocantins, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ciência Animal Tropical, aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 17/11/23

Banca Examinadora:

---

Prof. Dr. Antonio Clementino dos Santos, Orientador, UFNT.

---

Prof. Dr. José Geraldo Donizetti dos Santos,  
Membro Interno, UFNT.

---

Dr<sup>a</sup>, Ruth de Abreu Araújo, Membro externo UEMASUL .

“O correr da vida embrulha tudo, a vida é assim: esquenta e esfria, aperta e daí afrouxa, sossega e depois desinquieta. O que ela quer da gente é coragem”

ROSA, João Guimarães.

## AGRADECIMENTOS

Nesta jornada acadêmica, muitas pessoas se fizeram presentes e contribuíram de sobremaneira para que tudo acontecesse, assim, participaram diretamente ou indiretamente dessa caminhada. Dentre elas agradeço humildemente e respeitosamente:

O inesquecível renomado Prof. Dr. Luciano Fernandes Sousa (em memória), pelas suas contribuições teóricas e imensa generosidade. Meu carinhoso reconhecimento.

Ao Prof. Dr. Antônio Clementino, por me receber nesta instituição, também por me acolher em sua residência, e por compartilhar seu valioso conhecimento. Muito grato por seu apoio e a confiança depositado em meu trabalho!

À Jeekyson Cardoso, por estar sempre atento as necessidades dos pós-graduandos, sempre disponível para sanar qualquer dúvida de maneira rápida e clara. Muito Obrigado!

Aos funcionários do Centro de Difusão Tecnológica (CDT) de Imperatriz – Maranhão, por ajudarem nos reparos da casa de vegetação e apoio durante as etapas de execução do projeto.

À prof.<sup>a</sup> Dra. Ivaneide de Oliveira Nascimento e ao Dr. Tiago Rocha por disponibilizar os laboratórios da Universidade Estadual da Região Tocantina do Maranhão. Grato!

Aos colegas de trabalho Marcus P. Freitas, Pollyana da S. Oliveira e Caroline S. dos Santos por compreender a importância deste trabalho para minha formação profissional e pessoal. Muito obrigado por todo apoio.

Aos meus familiares que acompanham de perto toda minha trajetória, crescimento e esforço e são minhas referências de coragem, respeito, humildade e persistência. Minha mãe Selma Pinheiro e irmãos Antonio W. Paulo Pinheiro de Sousa, Camylla Pinheiro e Ana Luísa Pinheiro meus sinceros reconhecimentos de gratidão.

## RESUMO GERAL

Estima-se que mais da metade das pastagens no Brasil possui algum grau de degradação, assim, não sendo possível sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelo os animais. A pecuária brasileira é uma importante atividade para o agronegócio nacional e sabe-se que o Brasil é o maior exportador de carne bovina do mundo. Contudo, devido as práticas de manejo inadequadas (falta de correção, fertilidade do solo, escolha errada da forrageira, superlotação de animais, dentre outros), grande parte das áreas estão com algum estágio de degradação, dessa maneira, as pastagens degradadas precisam de recuperação, afim de se evitar prejuízos econômicos, sociais e ambientais. O Sistema Silvipastoril é uma alternativa tecnológica que possibilita a renovação e recuperação de pastagens degradadas. E este sistema que permite o uso intensivo do solo integra na mesma área as espécies florestais, espécies forrageiras e o animal, seus benefícios são diversos, tais como: conservação do solo, preservação dos recursos naturais, ciclagens de nutrientes, aumenta da fertilidade do solo, conforto térmico, melhorias no desempenho e bem-estar animal. A finalidade desta pesquisa foi avaliar o efeito de quatro níveis de restrição luminosa (0, 30, 50 e 70%) sobre as características produtivas e estruturais na fase de estabelecimento do capim-mombaça (*Megathyrsus maximus*), para esse intuito, foram avaliadas 11 variáveis: altura da planta – AP, comprimento de perfilho - CP, relação folha/colmo (RFC), massa seca de folha, colmo, material morto e total, densidade populacional de perfilho, peso individual de perfilho, número de folhas vivas e mortas. Nesse sentido, foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Difusão Tecnológica – CDT em Imperatriz – Ma, utilizando o Delineamento Experimental Inteiramente Casualizado. O ambiente com 50% de sombreamento proporcionou melhores produções de massa seca total (MST), porém, não foi observado efeito significativo para essa variável para os tratamentos a pleno sol e 30%. O número de perfilhos reduziu com a restrição de luminosidade, em contrapartida, houve aumento da altura do dossel forrageiro. As menores produções de massa seca total da parte aérea e menor relação folha:colmo foram encontradas no sombreamento a 70%. O mombaça apresentou melhor aclimação morfológica e estrutural na faixa de sombreamento de 30 a 50% para compensar os efeitos sob restrição de luz na fase de estabelecimento do capim. Visto a importância desse sistema de produção para pecuária nacional, torna-se imprescindível discutir os efeitos do sombreamento sobre o componente forrageiro. O presente trabalho traz uma revisão de literatura e pesquisa científica, incluindo conceitos, informações, discussões e estudo acerca dessa temática.

**Palavras-chaves:** Sistema integrado. Pastagem degradada. *Megathyrsus maximus*. Silvipastoril.

## ABSTRACT

It is estimated that more than half of the pastures in Brazil have some degree of degradation, thus making it impossible to sustain the levels of production and quality required by the animals. Brazilian livestock farming is an important activity for national agribusiness and it is known that Brazil is the largest exporter of beef in the world. However, due to inadequate management practices (lack of correction, soil fertility, wrong choice of forage, overcrowding of animals, among others), most areas have some level of degradation, therefore, degraded pastures need to be recovered. , in order to avoid economic, social and environmental losses. The Silvopastoral System is a technological alternative that enables the renewal and recovery of degraded pastures. And this system that allows intensive use of the soil integrates forest species, forage species and animals in the same area, its benefits are diverse, such as: soil conservation, preservation of natural resources, nutrient cycling, increased soil fertility , thermal comfort, improvements in performance and animal welfare. The purpose of this research was to evaluate the effect of four levels of light restriction (0, 30, 50 and 70%) on the productive and structural characteristics in the establishment phase of Mombaça grass (*Megathyrsus maximus*), for this purpose, 11 variables were evaluated: plant height - PH, tiller length - TL, leaf/stem ratio (LSR), leaf dry mass, stem, dead and total material, tiller population density, individual tiller weight, number of leaves living and dead. In this sense, it was conducted in a greenhouse at the Technological Diffusion Center – TDC in Imperatriz – Ma, using the Completely Randomized Experimental Design. The environment with 50% shading provided better production of total dry mass (TDM), however, no significant effect was observed for this variable for the full sun and 30% treatments. The number of tillers reduced with the light restriction, on the other hand, there was an increase in the height of the forage canopy. The lowest production of total dry mass of the aerial part and the lowest leaf:stalk ratio were found in 70% shading. Mombaça showed better morphological and structural acclimatization in the shade range of 30 to 50% to compensate for the effects of light restriction during the grass establishment phase. Given the importance of this production system for national livestock, it is essential to discuss the effects of shading on the forage component. This work presents a review of literature and scientific research, including concepts, information, discussions and studies on this topic.

**Keywords:** Integrated system. Degraded pasture. *Megathyrsus maximus*. Silvopastoral.

## SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 .....	9
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	9
1 INTRODUÇÃO .....	9
1.1 Comportamento do componente forrageiro .....	10
1.2 Bem-estar animal .....	15
1.3 Conforto térmico .....	17
2 EFEITO DO SOMBREAMENTO SOBRE A PRODUÇÃO VEGETAL .....	20
3 ESTABELICIMENTO DE PASTAGEM EM SISTEMA INTEGRADO.....	23
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	26
REFERÊNCIAS.....	27
CAPÍTULO 2 .....	33
CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PRODUTIVAS DO CAPIM MOMBAÇA SOB SOMBREAMENTO, NA FASE DE ESTABELECIMENTO .....	33
RESUMO.....	34
ABSTRACT .....	35
1 INTRODUÇÃO .....	36
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
4 CONCLUSÃO.....	50
REFERÊNCIAS.....	51

## CAPÍTULO 1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores criadores de bovinos do mundo (IBGE, 2020), influenciando de maneira expressiva o Produto Interno Bruto e estima-se que a produção pecuária bovina brasileira seja aproximadamente R\$ 153 bilhões (MAPA, 2021). Por outra perspectiva, a sociedade mais consciente acerca das problemáticas ambientais, pressiona o setor a adotar boas práticas de manejo sustentável. Ao passo que, aberturas de novas áreas para pastagens não é uma prática vista com bons olhos, sendo assim, desfocar a imagem da pecuária com o desmatamento é desafiador para bovinocultura brasileira, pois, equilibrar os aspectos econômicos e ambientais exige ação integrada entre os agentes da cadeia agroindustrial e o setor do governo. Portanto, a pecuária sustentável é fundamental para conservação e melhoria da qualidade do solo e da água; evitar pastagens degradadas; preservar os recursos naturais e criar uma boa imagem ambiental do agronegócio brasileiro (OLIVEIRA & MONTEBELLO, 2014).

O Sistema Silvipastoril – SSP, modalidade do sistema agrosilvipastoril, é uma técnica de manejo de produção que integra numa mesma área: árvores, plantas forrageiras e o animal que realiza o pastejo. Esse sistema é uma alternativa de exploração agrícola que torna a produção estável e viável (GARCIA & COUTO, 1997). Em outras palavras, o SSP é um sistema de produção sustentável e socialmente justa, visto que além de promover práticas ecologicamente corretas, é praticada independentemente do tamanho da propriedade rural (BALBINO et al., 2011).

Considerando os aspectos econômicos e sustentáveis, integrar árvores e pastagens é uma alternativa ao sistema de monocultura. Nesse sistema de produção o componente árvore contribui para aumentar a eficiência do uso dos recursos naturais, diversificar a fonte de renda e intensificar o uso da terra. O efeito mais esperado para esse tipo de sistema é o de conservação do solo, pois, as árvores através de suas copas diminuem o impacto da chuva no solo, assim evitam processos erosivos e de compactação e suas raízes densas e profundas evitam o arraste das partículas do solo e absorvem nutrientes em camadas diferentes da outra cultura em consorciação (VEIGA & TOURRANL, 2004). Outra vantagem propiciada pelo

componente árvore é a influência das variáveis de iluminância, temperatura do ar e do solo modificada pelo sombreamento, pois, as árvores interceptam a radiação solar incidente, reduzindo a carga térmica do ambiente e favorecendo um microclima adequado para o animal a pasto, ou seja, gera efeito no bem-estar animal (MILITÃO, 2017). Diferente da criação exclusivamente a pasto a radiação solar direta representa a maior fonte de calor recebida pelo animal, proporcionando desconforto térmico, estresse e queda no desempenho produtivo (GLASER, 2008). Portanto, o Sistema Silvipastoril cumpre função biológica e inter-relaciona os diversos componentes: a espécie florestal, a espécie forrageira, o solo, o animal e o microclima (GUTMANIS, 2002).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente estudo realizar uma revisão literária de modo a de fornecer uma melhor compreensão sobre os impactos em plantas forrageiras submetidas ao sombreamento, suas respostas morfofisiológicas e os efeitos do conforto térmico no bem-estar animal em Sistema Silvipastoril.

### **1.1 Comportamento do componente forrageiro**

Em sistema de pecuária e floresta, as espécies forrageiras são submetidas a níveis de sombreamento, ao passo que em diferentes condições de luz a planta consegue ajustar alguns aspectos morfológico e fisiológico, assim, o seu crescimento diário é determinado pela atividade fotossintética. Quando, exposta a determinados níveis de sombreamento a taxa de crescimento da forragem é restringida em função da limitação de energia necessária ao processo de fotossíntese. Portanto, conhecer as reações morfofisiológicas das espécies forrageiras submetidas a restrição luminosa é essencial para determinar estratégias de manejo de plantas forrageiras sombreadas, dessa maneira se faz necessário conhecer: o potencial produtivo em diferentes níveis de radiação solar; estabelecer o nível de sombreamento máximo (acima da qual não há crescimento de forragem e produção de massa seca suficiente para o bom desempenho animal); e determinar os espaçamentos e arranjos arbóreos capazes de promover o desenvolvimento adequado da planta forrageira, sem prejudicar sua produtividade, seja em qualidade ou em quantidade (VARELLA et al., 2012).

Diversos ensaios são conduzidos com sombra artificial, visto que, tem a intenção de avaliar o comportamento do componente forrageiro submetido a diferentes níveis de sombreamento, assim, é possível compreender como essa

forragem reagiria em seus aspectos morfofisiológicos dentro do sistema silvipastoril. Oliveira & Souto (2001) avaliando a produção de matéria seca da parte aérea e área foliar específica das espécies de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, Coast cross 1 e *Pennisetum purpureum* cv. Cameron submetidos a níveis de 0, 25, 50 e 75% de sombreamento, inferiu-se que as cultivares Marandu e Cameron apresentaram semelhanças estatística com o tratamento a pleno sol para variáveis supracitadas até o nível de sombreamento de 75%, desse modo, indicando que essas cultivares conseguem fazer ajuste morfológicos sob condições de restrição de luz, assim, garantindo um desenvolvimento adequado sob sombreamento mais severos. Por outro lado, a Coast Cross 1 apresentou melhores resultados a níveis de 25% de sombreamento, indicando tolerância moderada ao sombreamento. A espécie *B. brizantha*, cultivares Marandu e Xaraés em condições de sombreamento apresentaram alongamento tanto do colmo quanto da área foliar, destaca-se que tal resultado é uma estratégia da planta forrageira de expor ao máximo suas folhas a intensidade luminosa (MARTUSCELLO et al., 2009).

Outro estudo com a cultivar Xaraés submetida ao sombreamento a 50% resultou-se em maior produção de matéria seca total com maior acúmulo de biomassa no sistema radicular, em contrapartida um menor acúmulo de biomassa na parte aérea, justificada pela menor quantidade de área fotossintética nas idades de 95 e 110 dias após o cultivo da forragem, indicando maior fotoassimilados alocados para o sistema radicular. Em um sombreamento mais denso, 75%, a cultivar diminuiu a biomassa total, entretanto, houve um maior acúmulo de biomassa na parte aérea do capim, em resposta ao aumento da área fotossintética (SOUTO et al., 2009). Embora, estes trabalhos tenham sido conduzidos com sombreamento artificial, é necessário ter cautela na análise de dados, em virtude da diferença do sombreamento proporcionado pelo componente arbóreo no SSP.

Para criar um sistema adequado de integração pecuária e floresta é necessário escolher uma forrageira que seja tolerante ao sombreamento, pois, nessas condições as gramíneas buscarão priorizar o crescimento da parte aérea. O estabelecimento de gramíneas forrageiras nos primeiros anos de plantio do componente arbóreo costuma ser mais efetivo, ao contrário em sistema florestal prontamente implantado, pois, o sombreamento é maior (BUNGENSTAB, 2012).

Em um estudo da qual avalia a influência do arranjo espacial do eucalipto em consorciação com a *Brachiaria Decumbens*, inferiu-se que o plantio de eucalipto dos

12 aos 16 meses após o cultivo não influenciou as características estudadas do pasto, contudo, dos 16 aos 20 meses após o plantio observou-se que o eucalipto influenciou as características produtivas e morfológicas do capim-braquiária, ou seja, o sombreamento proporcionado pelo eucalipto, no segundo ano após a implantação altera a estrutura do capim, aumentando a proporção de lâmina foliar em relação ao colmo. Além disso, verificou-se a redução da produção de massa seca independente do arranjo de plantio de eucalipto (MACHADO, 2012). O SSP influencia o comportamento de pastejo do bovino, devido às mudanças na estrutura do capim provocada pelo sombreamento do componente arbóreo (ARAÚJO, 2015).

Nesse contexto, Brito et al. (2015) estudando os teores de nutrientes e produção de biomassa da parte aérea da *Brachiaria Decumbens* em sistema silvipastoril e em monocultivo, notaram que não houve diferença entre os teores de nutrientes (nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e zinco), exceto nos teores de boro que apresentou maior concentração no consócio, porém, segundo os autores, a diferença é justificada pela adubação de boro em cova na implantação do sistema arbóreo (Tabela 01). No entanto, no sistema de monocultura houve uma maior produção de biomassa, conseqüentemente maior acúmulo de nutrientes, pois, um pasto exclusivamente de capim-braquiária não compete por água, luz e nutrientes, diferente do SSP da qual a forrageira compete com o componente arbóreo.

Tabela 1 - Teores de nutrientes da parte aérea de *Brachiaria decumbens* em sistema de Monocultivo e consórcio com *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* e *Acacia mangium*.

Nutrientes	<i>Brachiaria decumbens</i>	
	Monocultivo	Consórcio
Nitrogênio (g/kg)	10,2 ±2,2 <sup>a**</sup>	9,4±3,1 a
Fósforo (g/kg)	0,4± 0,2 a	0,5±0,3 a
Potássio (g/kg)	5,1±1,2 a	4,4±1,5 a
Cálcio (g/kg)	8,4±1,3 a	8,3±1,7 a
Magnésio (g/kg)	4,6± 1,2 a	5,2±1,3 a
Enxofre (g/kg)	1,1±0,4 a	1,4±0,5 a
Zinco (mg/kg)	11,2±3,4 a	10,4±2,7 a
Boro (mg/kg)	7,5±1,5 a	10,4±2,6 b

\*Média e intervalo de confiança estimado pelo teste de t a 5% de probabilidade.

\*\* Médias seguidas por letras iguais na linha não diferem entre si.

Fonte: Brito et al., 2015.

Entretanto, estudos demonstraram que o sombreamento moderado em capim-braquiária (35% de sombra proporcionada por faixas de 10m de árvores de *Acacia mangium*, *A. angustissima*, *Mimosa artemisiana*, *Leucaena leucocephala* x *L. diversifolia*) não reduziu os valores de massa de forragem, índice de área foliar e densidade de perfilhos em relação ao cultivo em sol pleno, ao contrário do sombreamento intenso (65% de sombra) que provocou alterações nessas variáveis estudadas (Tabela 2). Além disso, o sombreamento a 35% aumentou os valores de Proteína Bruta - PB e Fibra em Detergente Neutro - FDN (PACIULLO et al., 2007).

Tabela 2 - Matéria seca de forragem verde (MSFV), índice de área foliar (IAF), e densidade populacional de perfilhos (DPP) em relvado de *Brachiaria decumbens*, de acordo com a condição de luminosidade e o ano de avaliação. Valores médios obtidos na condição de pré-pastejo<sup>(1)</sup>.

Ano de Avaliação <sup>(2)</sup>	Condição de luminosidade	
	Sol pleno	Sombreamento por árvore
MSFV (kg ha <sup>-1</sup> )		
2003	1.501aA	698bB
2004	1.260aA	1.158aA
IAF		
2003	1,52aA	0,72bB
2004	175aA	1,62aA
DPP (perfilho m <sup>2</sup> )		
2003	534aA	253bB
2004	517aA	447aA

<sup>(1)</sup> Médias seguidas por letras iguais, minúsculas na linha e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

<sup>(2)</sup> 2003: 65% de sombreamento; 2004: 35% de sombreamento.

**Fonte:** Paciullo et al., 2007.

O plantio de árvores em sistema silvilpastoril de forma mais adensada pode ocasionar queda na produção de massa seca do capim-massai (*Panicum maximum* x *Panicum infestum* cv. Massai), em contrapartida, observa-se uma melhora do bem-estar animal, devido a maior disponibilidade de sombreamento, proporcionando melhor conforto térmico animal, portanto, é imprescindível a escolha do espaçamento ideal entre as árvores, visto que o intenso sombreamento do capim diminui o acúmulo de massa da forrageira (CLEEF, 2017).

Estudos envolvendo as características morfológicas das forrageiras são importantes, pois, através dos resultados é possível determinar estratégias de manejo com a finalidade de tornar o sistema silvilpastoril mais eficiente. Dentre os aspectos morfológicos, as gramíneas submetidas à sombra alteram o comportamento do seu crescimento, principalmente folha e colmo (LOPES et al., 2017). E de fato, as forrageiras em sombreamento alocam fotoassimilados para formação de folhas com o propósito de aumentar a radiação fotossintética ativa, dessa maneira, como uma estratégia o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) sombreado alonga colmo e folhas, a fim de aumentar a exposição à radiação solar (MARTUSCELLO et al., 2009). A forrageira *B. decumbens* é uma espécie que apresenta alta plasticidade fenotípica, pois, responde bem as variações de sombreamento e condições climáticas, dessa

maneira, a tornando uma forrageira com potencial para o uso em sistema silvipastoril (PACIULLO et al., 2008).

## 1.2 Bem-estar animal

Conforme a World Organization for Animal Health, bem-estar animal significa o estado físico e mental de um animal e está estritamente relacionado com as condições na qual ele está inserido (OIE, 2021).

O bem-estar animal é um conceito multidisciplinar, estende-se a ciência, ética e a lei. De maneira prática e objetiva estabelece o grau em que as necessidades físicas, fisiológicas, sociais e ambientais de um animal são atendidas. O bem-estar de um indivíduo são as tentativas de adaptação ao ambiente (BROOM,1991). Logo, não há um consenso global no que tange a definição de bem-estar animal e definir um conceito que é complexo e multifacetado, da qual envolve questões de ordem social, ética, moral, cultural, religiosa e científica, não é tão fácil (ALVES et al, 2019).

Existem vários aspectos mensuráveis que são considerados para avaliar a qualidade do bem-estar animal, dentre eles estão: conforto térmico, comportamentos sociais, ausência de doença, fome e sede, por consequência esses critérios resultam na qualidade do bem-estar animal (BLOKHUIS, 2009).

Seguramente, independente de qual seja a linha de pensamento, as cinco liberdades desenvolvidas em 1965 e amplamente difundida são bons parâmetros para considerar o atendimento dos princípios básicos para uma boa qualidade de vida do animal, assim sendo, elas norteiam as boas práticas que garante o bem-estar animal e ficaram conhecidas como direito dos bichos, estas são: 1. Livre de fome e sede, 2. Livre de medo e angústia, 3. Livre de desconforto ou estresse térmico, 4. Livre de dor, lesão ou doença, 5. Livre para expressar padrões normais de comportamento (JUNIOR et al., 2012).

O Brasil, país de clima tropical e com amplo destaque na criação de gado vem cada vez mais transformando o sistema de produção, adotando práticas agropecuárias que incluem o bem-estar animal como estratégia para melhorar o desempenho animal e que sejam sustentáveis e economicamente viável. Além do mais, essas estratégias são cada vez mais atrativas para conquistar mercado no exterior que estão cada vez mais exigentes. Contudo, um país como o Brasil, vasto e com multiplicidade de sistema de produção, inserir o bem-estar animal no manejo de

produção é um desafio a mais para o produtor brasileiro, pois, demanda mudanças no modo produtivo já existente (ALVES et al, 2019).

Compreender o comportamento dos bovinos e oferecer condições adequadas é uma eficaz ferramenta para melhorar o manejo de produção, que vão desde a alimentação, instalações adequadas até o conforto térmico que estão perfeitamente relacionadas ao bem-estar animal (LIMA et al., 2012). Dessa maneira, os fatores climáticos, como umidade relativa do ar e a temperatura, interferem no comportamento animal, em consequência, influencia diretamente o consumo alimentar, reatividade e produtividade. Portanto, temperaturas elevadas influenciam na produção pecuária, por motivo do efeito do estresse térmico afetar o bem-estar animal, em consequência disso perdas econômicas ao produtor, pois, o estresse pelo calor é considerado o principal agente que contribui negativamente para um bom desempenho animal de alta produção (KADZERE et al. 2002).

Um estudo para avaliar o efeito do temperamento animal da raça Angus mantidos em sistema silvipastoril e em pastagem aberta, demonstrou que os animais mantidos em sistema floresta-pecuária obtiveram melhores pontuações de escore de reatividade, ou seja, as respostas desses animais ao ambiente foram comportamentos menos agressivos. Os animais foram observados após a entrada no curral, imediatamente os portões eram fechados e 5 segundos depois mensurados seu escore de reatividade, que consideram o estado geral do animal (movimento dos membros, cabeça, cauda e sinais de estresse). Dessa maneira, os animais em pastagem aberta apresentaram maiores escorem de reatividade no curral, maiores alterações de temperamento, quando comparada aos animais em sistema de pecuária-floresta (MARTIN et al., 2022).

Devido a elevadas temperaturas em regiões tropicais o uso do componente arbóreo é essencial para fuga dos animais em busca de sombreamento, a sombra de árvore pode influenciar significativamente no comportamento de consumo, dado que Balisceli et al. 2012 afirmaram que sistema silvipastoril reduz a temperatura local proporcionando um microclima adequado para o bem-estar animal em comparação com sistema sem sombra, dessa maneira influenciando no comportamento ingestivo do animal. O microclima é caracterizado pelas diferentes combinações de temperatura e umidade relativa do ar, velocidade do vento, radiação solar e precipitação, influenciada pela topografia e vegetação (BROWN & GILLESPIE, 1995).

Em regiões tropicas a contribuição do sistema silvipastoril para o bem-estar animal é bem reconhecida, visto que nessas regiões que possuem temperaturas elevadas o gado Zebu se beneficia com microclima proporcionado pelo componente arbóreo, pois, percebe-se um conforto térmico advindo do sistema, dessa maneira, melhorias no desempenho produtivo animal. Huertas et al. (2021) com a finalidade de obter informações, avaliaram o bem-estar animal em zona de clima temperada, especificamente no Uruguai, selecionaram 130 bovinos de corte da raça europeia e dividiram em grupos que ficaram em Sistema de Pastagem Aberta - SPA e em SSP. Ao longo do ano foram avaliados os pesos corporais individuais e vários indicadores específicos de bem-estar animal como claudicação, tosse, respiração dificultado ou alteração tegumentar. O estudo concluiu que não houve prejuízo no desempenho ou bem-estar em nenhum dos sistemas. O autor destaca que devido ao clima ser temperado e no SPA possuir poucas árvores dispersa pelo pasto (conferindo abrigo para dias mais quentes) favoreceu o bem-estar animal. No entanto, ressalta-se que o SSP oferece aos animais um ambiente sustentável, mais rico e renda adicional proporcionado pela produção de madeira.

### **1.3 Conforto térmico**

Fica evidente que a presença de sombra na pastagem evita alteração fisiológica e comportamental do animal. O sombreamento proporciona um conforto térmico, evitando estresse pelo calor e um melhor bem-estar animal (FERREIRA, 2010). Cabe ressaltar que conforto térmico não é sinônimo de bem-estar animal, embora estejam intimamente ligadas entre si (ALVES et al., 2019).

O índice que relaciona temperatura e umidade (ITU) foi originalmente desenvolvido por Thom (1959), este índice combina um único valor, os efeitos da temperatura e umidade relativa do ar concomitantemente, sobre o bem-estar animal, ou seja, avaliar o nível de conforto térmico dos animais em relação ao ambiente. É amplamente utilizado na avaliação do estresse por calor e pode ser calculador por diversas fórmulas (LIMA et al., 2019).

A radiação solar direta, temperatura ambiental e umidade do ar são as principais responsáveis por causarem estresse térmico aos animais, assim, desencadeando estratégias fisiológicas que fazem os animais promoverem mudanças comportamentais com intenção de buscar o seu conforto térmico. Portanto, conforto

térmico pode ser definido como calor produzido pelo animal mais o calor que ele recebe do ambiente, ao passo que seja igual ao calor dissipado para o meio ambiente, ou seja, balanço térmico nulo (NETO, 2014).

Os bovinos são animais homeotérmicos, ou seja, eles tentam manter a temperatura corporal constante, embora, ocorra variações do ambiente (SILANIKOVE, 2000). Quando, o animal está em homeostase, seu sistema de termorregulação é quase inutilizável, havendo menor gasto energético, isto posto, profere que o animal está na faixa de conforto térmico, isto é, ele aproveitará ao máximo os nutrientes da dieta, por conseguinte aumento de produtividade de carne e leite (SILVA, 2000). Assim, os animais por mecanismos anatomofisiológicos de adaptação as condições climáticas produzem calor para aumentar sua temperatura corporal em situação de frio e perdem calor em situação de estresse calórico (PINHEIRO et al., 2015).

Temperaturas elevadas influenciam no desempenho animal, pois, o estresse térmico desencadeia estratégias fisiológicas para diminuir a produção de calor metabólico, dessa maneira reduzindo o consumo alimentar do bovino (MITLÖHNER et al., 2002). Portanto, em países tropicais o efeito do clima sobre os animais, afeta diretamente o bem-estar animal, assim sendo, práticas de manejo que proporciona o sombreamento devem ser incluídas de modo a evitar que os animais sofram com excesso do calor provinda do ambiente, dessa maneira evitando perdas econômicas, pois, a redução da ingestão de alimento provoca perdas do ganho de peso dos bovinos. Nesse sentido, Souza et al. (2010) indicaram que o sombreamento, independente da categoria bovina, é imprescindível para garantir o conforto térmico, maiores produtividades e bem-estar.

O sistema silvipastoril proporciona menores temperatura do ar e de globo, quando comparada ao sistema de pecuária convencional. O componente arbóreo no sistema pecuária-floresta funciona como um “guarda-sol” que protege os animais da radiação solar direta, portanto, nesse sistema de produção as árvores garantem um melhor conforto térmico, de acordo com Júnior e colaboradores (2009) esse método de criação, contribuiu para um melhor ganho de peso dos animais e redução do estresse térmico. Logo, dos diversos efeitos que a disposição adequada de árvores em pastagens poderá proporcionar sobre os animais o mais importante, sem dúvida, é o reflexo no seu bem-estar animal, pois, quando, ela é incluída nas pastagens

possibilita proteção ao animal contra variações climáticas, influenciando positivamente na saúde e desempenho produtivo animal.

Segundo Aranha e colaboradores (2019) avaliando o conforto térmico de bovinos Nelore na fase de terminação em sistemas integrados de produção agropecuária com duas densidades de árvores (ILPF-1L= 196 árvores ha<sup>-1</sup> e ILPF-3L=448 árvores ha<sup>-1</sup>), obtiveram resultados que demonstraram que os tratamentos com sombra apresentaram melhores condições de conforto térmico aos animais, pois, a temperatura do globo negro reduziu em até 6,4 °C em relação aos animais que ficaram em sistema em pleno sol, constatou-se que o componente arbóreo pode amenizar significativamente a condição de estresse térmico.

## 2 EFEITO DO SOMBREAMENTO SOBRE A PRODUÇÃO VEGETAL

A fotossíntese, considerada um processo essencial a qualidade de vida humana na terra, tem desafiado a ciência e motivado milhares de estudos científicos. Os organismos fotossintéticos realizam inúmeras reações bioquímicas e de conversão energética. Os carboidratos gerados no processo fotossintético, somados aos nitratos, amônio e diversos sais inorgânicos absorvidos do solo pelas raízes das plantas são considerados matérias primas para a biossíntese de inúmeras moléculas orgânicas essenciais aos vegetais (proteínas, ácidos nucleicos, aminoácidos, lipídeos, hormônio, celulose e etc.). Da qual irão fazer parte da sua estrutura e metabolismo, dessa maneira, proporcionando o crescimento e desenvolvimento do vegetal (KERBAUY, 2008). Portanto, as plantas são dependentes de luz para converter energia solar em energia química e assim, garantir sua sobrevivência e produtividade. Desta forma, as gramíneas que sofrem estresse proporcionado pela redução de luminosidade desenvolvem adaptações morfológicas e fisiológicas em resposta ao efeito do sombreamento (LOPES et al, 2017).

O sistema silvipastoril tem como finalidade intensificar o uso da terra, neste sistema ocorre interação entre os diversos componentes que o compõe, o componente arbóreo exerce influência sobre o componente forrageiro, pois, a copa da árvore provoca o sombreamento do pasto, desse modo, desencadeando efeito ecofisiológico nas gramíneas (FAVARE et al., 2018). Portanto, estudos têm evidenciado que o nível de luminosidade sobre o pasto gera respostas nas características morfofisiológicas, assim, a intensidade adequada deve ser ajustada corretamente para não haver comprometimento da produção vegetal e inevitavelmente da produção animal. O estabelecimento desse sistema promove a produção animal a pasto de maneira sustentável (VALENTINI & CASTRO, 2015)

Pesquisas são realizadas com diversas espécies forrageiras submetidas ao sombreamento, seja artificial, seja em condições de restrição luminosa natural, com a finalidade de obter informações acerca da produtividade vegetal, assim, a literatura tem demonstrado efeitos no sombreamento de gramíneas e leguminosas forrageiras nas suas características morfológicas como aumento da área foliar, comprimento foliar, da relação colmo e folha, altura do dossel, bem como em aspectos fisiológicos como teores de proteína bruta e clorofila (QUOOS et al., 2021).

Guimarães e colaboradores (2018) ao estudarem diferentes arranjos de Eucalipto, sendo dois em linhas duplas [(3 x 2) + 20 m e (2 x 2) + 9 m] e um arranjo em linha simples (9 x 2 m), com o Capim-braquiária cultivado entre linhas e com a primeira colheita da forragem realizada 10 dias após a colheita do milho para produção de silagem (108 dias após o plantio), seguida de seis colheitas semanais, totalizando sete colheitas (10, 17, 24, 31, 38, 45 e 52) os autores obtiveram teores elevados de N e PB sob a projeção da copa de eucalipto, não observou-se diferença significativa nos teores de FDN e a massa de forragem aumentou linearmente, à medida que avançou a idade de crescimento do capim braquiária, contudo, o pastejo mais indicado foi entre 38 e 52 dias após a colheita do milho, pois, resultou em melhores parâmetros de qualidade da forragem independente dos arranjos de Eucalipto. Os estudos com SSP revelam que a inclusão do componente arbóreo enriquece os valores nutricionais das pastagens em função da formação de serapilheira. O sistema em “pleno sol” em que ocorre o manejo cultivado sem árvores, demonstram que os valores de proteína bruta apresentam teores inferiores, quando comparados com sistema sombreado, essa maior concentração de N nesses sistemas com sombra causada pela limitação do crescimento da planta forrageira é uma das outras justificativas para explicar o maior teor de PB observado nesse sistema em que a planta sofre estresse (PEZZOPANE et al., 2020).

A planta forrageira ao ser submetida ao sombreamento desencadeia mecanismos morfofisiológico, desse modo, elas são capazes de se ajustar e compensar, porém, com níveis de sombreamento severo a planta sofre drasticamente. Assim, a produção e composição da forragem são alvo de estudos para que o sombreamento não comprometa ao ponto de refletir na queda da produção animal. Portanto, o equilíbrio entre o grau de sombreamento e desempenho animal são essenciais para que nenhum dos componentes do sistema seja prejudicado. Geremia e seus colaboradores (2018) estudaram os efeitos na composição bromatológica e morfológica do *Brachiaria brizantha* cv. Piatã sob diferentes níveis de sombreamento: sombra moderada (MS; 338 árvores.ha<sup>-1</sup>), Sombra Intensa (IS; 714 árvores.ha<sup>-1</sup>) e em pleno sol (FS), os valores de FDN e FDA não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, a maior e menor concentração encontrada foi no sistema com sombra moderada 62,8% e 59,0% com sombra intensa, respectivamente. No que diz respeito a Proteína Bruta é evidente que os trabalhos

são unânimes ao evidenciar que a concentração de PB é encontrada em maiores concentrações, quando o sistema proporciona a forrageira um sombreamento mais intenso. Neste trabalho o teor de PB foi maior no tratamento IS e nos períodos 1 e 3 (11,1 e 11,8% respectivamente), não apresentando diferenças significativa no período 2.

Neste estudo objetivando avaliar a cinética de degradação ruminal da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e matéria orgânica (MO) do *Urochloa brizantha* cv. Marandu, sob influência do componente arbóreo bolsa-de-pastor (*Zeyheria tuberculosa* Vell. Bur.) e em área de pleno sol nos períodos de chuva, transição chuva-seca e seca, dessa maneira, quanto à cinética da degradação da MS e MO não se observou diferença significativa entre os tratamentos (SSP e monocultivo), porém, houve efeito significativo destes parâmetros, quando comparados entre as estações, dessa modo, a degradação ruminal no período chuvoso foi superior ao período de transição chuva-seca e este ao período da seca. No que se refere a PB, os maiores valores de degradação foram obtidos no SSP na estação de chuva (75,36%), portanto, a PB do marandu foi considerada mais degradável para este sistema de produção em que recebeu influência do sombreamento proporcionado pelo componente arbóreo (SOUSA et al., 2017).

### 3 ESTABELICIMENTO DE PASTAGEM EM SISTEMA INTEGRADO

Como premissa básica o estabelecimento de pastagem envolve diversas técnicas e critérios para o sucesso da implantação do sistema, que vão desde a escolha da área, análise de solo à definição da espécie forrageira – esta atrelada as condições edafoclimática da região (PEREIRA et al., 2020). Por outro lado, um fator determinante para sucesso ou insucesso do sistema de cultivo é a população de plantas, que depende do valor cultural da semente e da taxa de semeadura. O que não exclui a importância do estudo prévio das condições climáticas e da fertilidade do solo da área (LOPES et al., 2011).

A qualidade da semente está relacionada aos seus atributos físicos, sanitários, fisiológicos e genético. Portanto, a aquisição de sementes com baixa qualidade, sobretudo as que possuem baixo valor cultural, pode tornar o futuro pasto propício a degradação, pois, a diminuição da densidade populacional de plântulas por área favorece o surgimento de plantas daninhas, esta competindo com a forrageira por espaço, água, nutriente e luz (DAVID et al., 2021). Portanto, é imprescindível a escolha de sementes forrageiras de qualidade para o sucesso da implantação de pastagens.

Contudo, é necessário ressaltar que algumas espécies de plantas forrageiras são implantadas por multiplicação na forma vegetativa, embora atualmente o sistema de produção mais utilizado é de propagação por sementes, portanto, garantir que a semeadura e emergência de plântulas seja rápida e uniforme é fundamental para o sucesso da implantação das pastagens (FARIAS et al., 2019). Destaca-se que o estabelecimento da pecuária exige diversas práticas de adoção, seja a sanitária, agrônômica à econômica (COSTA; TOWNSEND; MORAES, 2010). Além do mais, quando se fala em sistema integrado, a consorciação de leguminosas e gramíneas – as quais apresentam diferenças marcantes nas suas características morfológica e fisiológica - deve ser realizada da maneira que diminua a competição e sem comprometer a produtividade, gramíneas forrageiras são mais eficientes na utilização de água e apresentam maior eficiência fotossintética (NASCIMENTO et al., 2002). Assim considerando uma competição interespecífica, a qual as gramíneas apresentam atributos morfofisiológico mais competitivo, o estabelecimento da pastagem deve ser direcionado para favorecer as leguminosas (ZIMMER, 1994).

Por outro lado, nos sistemas silvipastoris o espaçamento entre árvores deve ser amplo justamente para permitir o estabelecimento do pasto, sua produtividade e a presença dos animais. Dessa maneira, são adotados diferentes modelos, arranjos para o SSP: linha simples, plantio em linha dupla, bosques e plantio ao longa das cercas (DIAS-FILHO, 2006). O espaçamento recomendado pode variar conforme: arquitetura da espécie arbórea, fertilidade do solo e tipo de SSP (CARVALHO et al., 2002). Dessa maneira, a arquitetura pode influenciar consideravelmente a passagem de luz que chega na superfície do solo, conseqüentemente impactando no desenvolvimento inicial do pasto e durante todo seu crescimento.

A presença do componente arbóreo no sistema influência a umidade do solo, luminosidade, e temperatura, ao passo que reflete na quantidade e qualidade da forragem, bem como no comportamento e desempenho animal (GOBBI, 2007). Logo, escolher a forrageira que apresente níveis toleráveis de sombreamento é de suma importância para o sucesso do estabelecimento da pastagem e persistência dentro do sistema silvipastoril, além disto, o desempenho dos animais estão atrelados ao acúmulo de forragem produzida nesses sistemas sombreados, isto demonstra a importância de um planejamento antecipado para integrar árvore e pastagem, desse modo, otimizar a produtividade animal, sem comprometer nenhum componente do sistema silvipastoril (PASQUINI NETO, 2022).

As pastagens estabelecidas que apresentam acentuado nível de degradação, seja pela falta de técnica adequada ou pelo uso incorreto de carga animal, sem respeitar a capacidade de suporte da pastagem, em função da espécie, ou sem o preparo correto do solo, favorece a degradação do solo e da pastagem, assim, é fundamental adotar soluções viáveis para recuperar essas áreas (SPERA et al., 1993). Neste cenário, o sistema de integração aparece como uma alternativa de recuperação ambiental na propriedade, ajudando no: controle da erosão, fixação de N, umidade, atenuação do calor e frio beneficiando a produtividade individual de carne e leite, ciclagem de nutrientes e aumento da oferta de produtos e subprodutos. No entanto, é necessário destacar as desvantagens para a adoção do sistema: perda de área de pastagem por sombra, custo de implantação, custo de manejo e competição por água, nutriente e luz (MONTROYA & GAGGIO, 1993).

Portanto, para o sucesso do sistema e sabendo dos seus benefícios, se faz necessário o uso adequado do arranjo florestal para que a forrageira consiga produzir

em quantidade e qualidade nutricional, assim se terá ganhos na produção animal e no comportamento, visto que as árvores dispersas na área proporcionam um microclima, conseqüentemente conforto térmico ao animal. Portanto, deve-se haver um equilíbrio dos componentes que estão envolvidos no sistema silvipastoril para que haja ganhos ambientais e econômicos na relação solo-planta-animal.

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A inclusão de árvores em sistema pecuário melhora as condições microclimáticas, por conseguinte, o conforto térmico e melhorias no bem-estar animal, ambas intimamente relacionadas entre si. O componente arbóreo diminui a temperatura ambiente, pois, a copa densa intercepta a radiação solar, promovendo efeito na qualidade do bem-estar animal. Em regiões tropicais a inserção de árvores se torna uma ferramenta para minimizar os efeitos do estresse térmico e comportamento animal.

Nesse tipo de sistema, como forma adaptativa as forrageiras desencadeiam mecanismo morfofisiológicos para sua sobrevivência, assim, alterando a proporção de folhas e colmo, além de modificar sua composição química bromatológica, por isto, conhecer os níveis toleráveis de sombreamento é essencial para se fazer ajuste e promover estratégias corretas de manejo.

A adoção do Sistema Silvopastoril, sem dúvida, se mostra como uma alternativa sustentável para o uso intensivo da terra. O interesse crescente por esse tipo de sistema vem aumentando de maneira significativa, para tanto, programas de pesquisa e extensão estão cada vez mais mensurando e apresentando resultados vantajosos, pois, o SSP deve promover a produtividade, rentabilidade e mitigar efeitos no meio ambiente. Portanto, as práticas silvipastoris pressupõe o equilíbrio entre todos os componentes envolvidos, para assim garantir os ganhos econômicos, sociais e ambientais.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, F. V.; SILVA, P. V.; JUNIOR, N. K. **Bem-estar animal e ambiência na ILPF**. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (Ed.). ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2019. 835 p.
- ARANHA, H. S.; ANDRIGHETTO, C.; LUPATINI, G. C.; BUENO, L. G. F.; TRIVELIN, G. A.; MATEUS, G. P.; LUZ, P. A. C.; SANTOS, J. M. F.; SEKIYA, B. M. S.; VAZ, R. F. Produção e conforto térmico de bovinos da raça Nelore terminados em sistemas integrados de produção agropecuária. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.71, n.5, p.1686-1694, 2019. DOI <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9913>
- ARAUJO, R. A. **Comportamento de pastejo, consumo de forragem e desempenho de bovinos em sistemas silvipastoris composto por babaçu e monocultura de capim marandu**. 2015. 58f. Dissertação (mestrado) – Programa de pós-graduação em Ciência Animal. Universidade Federal do Maranhão. Chapadinha, MA. 2015.
- BALBINO, L. C.; BARCELLOS, A. O.; STONE, L. F. **Marco referencial: integração lavoura-pecuária-floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. 130p.
- BALISCELI, M. A.; SOUZA, W.; BARBOSA, O. R.; CECATO, U.; KRUTZMANN, A.; QUEIROZ, E. O. Behavior of beef cattle and the microclimate with and without shade. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 34, n. 4, p. 409-415, 2012.
- BLOKHUIS, H. J. **Welfare Quality Assessment Protocol for Cattle**. 2009. 142p. Available online: <https://edepot.wur.nl/233467> (acessado 27 de abril de 2022).
- BRITO, T. R.; SOARES, L. C.; CARMO, T. D.; FERNADNES, L. A. Nutrição e produtividade de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril e monocultivo. **Caderno de Ciências Agrárias**, v.7, n. 1, p. 22-26, 2015.
- BROOM, D. M. Animal welfare: concepts and measurement. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 10, p. 4167-4175, 1991.
- BROWN, R. D.; GILLESPIE, T. J. **Microclimate landscape design: Creating thermal comfort and energy efficiency**. New York: J. Wiley, 1995. 193 p.
- BUNGENSTAB, D. J. **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. 2. ed. Brasília, DF, Embrapa, 2012, 239p.
- CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F.; YAMAGUCHI, L.C. **Estabelecimento de sistemas silvipastoris: ênfase em áreas montanhosas e solos de baixa fertilidade**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2002. 12 p.

CLEEF, F. O. S. **Produção e bem-estar de ovinos em sistema silvipastoril**. 2017. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária. Jaboticabal, SP, 2017.

COSTA, N.L., TOWNSEND, C.R. e MORAES, A. Caracterização e manejo de pastagens nativas da Amazônia. **PUBVET**, v. 4, n. 25, Ed. 130, Art. 882, 2010.

DAVID, A. M. S. S.; ALVES, D. D.; AMARO, H. T. R.; FIGUEIREDO, J. C.; PORTO, E. M. V. **Produção de Sementes Forrageiras**. In: Viviane Arruda, Antônio Santos Júnior, Liany Divina Lima. (Org.). Forragicultura: pesquisa e ensino. 1ed. Ponta Grossa, PR.: Atenas Editora S.A., 2021, v. 01, p. 66-77.

DIAS-FILHO, M.B. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. Simpósios da reunião da sociedade brasileira de zootecnia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 3, p. 535-553, 2006.

Farias, P.P.; Ferreira, O. G. L.; de Oliveira, A. P. T.; Kröning, A. B.; Costa, P. T.; Rosa, P.P. Implantação de pastagens pelo método vegetativo. **Revista Científica Rural**, v.21(2), p.421-437, 2019.

FAVARE, H. G. FILHO, A. A. T. COSTA, M. C. P. FAVARE, L. G. Desempenho de forrageiras em sistema silvipastoril com Caryocar brasiliense camb. **Revista Cultura Agrônômica**, v.27, n.3, p. 340-353, 2018.

FERREIRA, L. C. B. **respostas fisiológicas e comportamentais de bovinos submetidos a diferentes ofertas de sombra**. 2010. 89f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas, Centro De Ciências Agrárias, Universidade Federal De Santa Catarina, Florianópolis, SC. 2010.

GARCIA, R., COUTO, L. Sistemas silvipastoril. In: Gomide J. A. (ed.). Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo, Viçosa, 1997. **Anais...Viçosa: UFV**, p. 447-471.

GEREMIA, E. V.; CRESTANI, S.; MASCHERONI, J. D. C.; CARNEVALLI, R. A.; MOURÃO, G. B.; SILVA, S. C. da. Sward structure and herbage intake of Brachiaria brizantha cv. Piatã in a crop-livestock-forestry integration area. **Livestock Science**, v. 212, p. 83–92, 2018.

GLASER, F.D. **Aspectos comportamentais de bovinos das raças Angus, Caracu e Nelore a pasto frente à disponibilidade de recursos de sombra e água para imersão**. 2008. 117f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, 2008.

Gobbi, K.F. **Características morfoanatômicas, nutricionais e produtividade de forrageiras tropicais submetidas ao sombreamento**. 2007. 82p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 2007.

GUIMARÃES, C. G. RIBEIRO, K. G. VIANA, M. C. M. PEREIRA, R. C. SANTOS, J. B. Capim-braquiária no sistema agrossilvipastoril sob diferentes arranjos de eucalipto. **Rev. Bras. Cienc. Agrar.**, v.13, n.1, p.01-08, 2018.

- GUTMANIS, D. **Sistemas silvipastoris e meio ambiente**. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; PEDREIRA, C.G.S.; FARIA, V.P. Inovações Tecnológicas no Manejo de Pastagens. Piracicaba: FEALQ. 2002. 231p.
- HUERTAS, S. M.; BOBADILLA, P. E.; ALCANTARA, I.; AKKERMANS, E.; F.J. M. **Benefits of silvipastoral systems for keeping beef cattle**. *Revista Animals*, 11, 992, 2021. <https://doi.org/10.3390/ani11040992>
- IBGE. **Pesquisa da Pecuária Nacional Municipal**. Rio de Janeiro. 2020. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/31725-rebanho-bovino-cresce-1-5-e-atinge-218-2-milhoes-de-cabecas-em-2020>>. Acesso em: 11 de janeiro, 2022.
- JUNIOR, A. P. M.; BERGMANN, J. A. G.; HEINEMANN, M. B.; SILVA, N. **Bem-estar animal**. Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia. p.159. 2012. Belo Horizonte, Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, FEP MVZ Editora. 2012. p.159.
- JÚNIOR, R. J. M.; GARCIA, A. R.; SANTOS, N. F.; NAHUAM, B. S.; ARAUJO, C. V. Efeito de sistemas silvipastoris no conforto térmico e nos índices zootécnicos de bezerros bubalinos criados na amazônia oriental. *Amazônia: Ci. & Desenv.*, v. 4, n. 8, p. 127- 139, 2009.
- KADZERE, C.T.; MURPHY, M.R.; SILANIKOVE, N.; MALTZ, E. Heat stress in lactating dairy cows: a review. *Livestock Production Science*. v.77, p.59-91, 2002.
- KERBAUY, G. B. **Fisiologia vegetal**. 2.ed. – Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. p. 116.
- LIMA, L.C.; PINZON, P. W.; TUBIANA, D. O.; ARALDI, D. **Bem estar animal em bovinos de corte**. IN: XVII Seminário Interinstitucional de Ensino, Pesquisa e Extensão. 2012, Cruz Alta-MT. Revisão bibliográfica. Cruz Alta, 2012.
- LIMA, M. T. V.; FEITOSA, J. V.; OLIVEIRA, C. W.; COSTA, A. N. L. Influência da temperatura e umidade sobre o conforto térmico bovino em Barbalha, Ceará. *PUBVET*, v.13, n.12, p.1-8, 2019. DOI: <https://doi.org/10.31533/pubvet.v13n12a477.1-8>
- LOPES, C. M.; PACIULLO, D. S. C.; ARAUJO, S. A. C.; GOMIDE, C. A. M.; MORENZ, M. J. F.; VILELLA, S. D. J. Massa de forragem, composição morfológica e valor nutritivo de capim-braquiária submetido a níveis de sombreamento e fertilização. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.69, n.1, p.225-233, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9201>
- Lopes, J., Evangelista, A. R., Pinto, J. C., Queiroz, D. S., & Muniz, J. A. Doses de fósforo no estabelecimento de capim-xaraés e estilosantes Mineirão em consórcio. *Revista Brasileira De Zootecnia*, 40(12), p.2658–2665, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011001200007>
- MACHADO, V. D. **Pastagens de capim-braquiária em sistema silvipastoril com eucalipto**. 2012. 52f. Dissertação (mestrado) – Programa de pós-graduação em Zootecnia. Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 2012.

MARTIN, D. A.; MORAES, R. F.; CINTRA, M. C. R.; LANG, C. R.; MONTEIRO, A. L. G.; OLIVEIRA, L. B.; MORAES, A. Beef cattle behavior in integrated crop-livestock systems. **Ciência Rural**, v.52:3, p.01-08, 2022.

MARTUSCELLO, J.A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M.M.; LAURA, V.A; CUNHA, D. de N.F.V. da. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1183-1190, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000700004>

MILITÃO, E. R. **Microclima e qualidade de forragens em sistema silvipastoril agroecológico em função do tempo de repouso do pastejo e sombreamento**. 2017. 74f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Paraná, 2017.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Agropecuária brasileira em números**. Brasília/DF, MAPA, 2021. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/todas-publicacoes-de-politica-agricola/agropecuaria-brasileira-em-numeros/abn-06-2021.pdf>> Acesso em: 11 de janeiro, 2022.

MITLÖHNER, F.M.; GALYEAN, M.L.; MCGLONE, J.J. Shade effects on performance, carcass traits, physiology, and behaviour of heat-stressed feedlot heifers. **J. Anim. Sci.**, v.80, p.2043-2050, 2002.

MONTOYA, L. J.; BAGGIO, A. J. Estudo econômico da introdução de mudas altas para sombreamento de pastagens. In: ENCONTRO BRASILEIRO DE ECONOMIA E PLANEJAMENTO FLORESTAL, 2. Curitiba, **Anais**. Colombo: EMBRAPA-CNPFlorestal. v.2, 1993, p. 667-691.

NASCIMENTO Jr., D.; GARCEZ NETO, A. F.; BARBOSA, R.A.; ANDRADE, C. M. S. **Fundamentos para o Manejo de Pastagens: Evolução e Atualidade**. In: Simpósio Sobre Manejo Estratégico da Pastagem, UFV, Viçosa, pag.149-196, 2002.

NETO, H. N. C. **Conforto térmico aplicado ao bem-estar animal**. 2014. 38f. Trabalho de conclusão de curso (graduação) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia. 2014.

OLIVEIRA, A. P. N., MONTEBELLO, A. E. S. Aspectos econômicos e impactos ambientais da pecuária bovina de corte brasileira. **Revista Científica do Centro Universitário de Araras “Dr. Edmundo Ulson”**, v. 9, n. 2, p. 1-20, 2014.

OLIVEIRA, F. L., SOUTO, S. M. Efeito do sombreamento no crescimento inicial de gramíneas forrageiras tropicais. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 7, n. 2, 221-226, 2001.

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

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROREIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfologia e valor nutritivo do capim-

braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 4, p. 573-579, 2007.

PASQUINI NETO, Rolando. **Efeitos da intensificação e integração como estratégia para o manejo sustentável das pastagens nos sistemas de produção de bovinos de corte da raça Nelore: produtividade da forragem, desempenho animal e consumo alimentar**. 2022. 140p. Dissertação (Mestrado em Nutrição e Produção Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2022. doi:10.11606/D.10.2022.tde-29062022-143634. Acesso em: 2023-08-24.

PEREIRA, Lilian Elgalise Techio; HERLING, Valdo Rodrigues & SILVA, Sila Carneiro da. **Preparo de solo e manejo de formação de pastagens**. Pirassununga: Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da USP. 2020. 64p.

PEZZOPANE, J. R. M. et al. Production and nutritive value of pastures in integrated livestock production systems: shading and management effects. **Scientia Agricola**, v. 77, n. 2, 2020. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2018-0150>

PIMENTEL, R. M.; BAYAO, G. F. V.; LELIS, D. L.; CARDOSO, A. J. S.; SALDARRIAGA, F. V.; MELO, C. C. V.; SOUZA, B. M.; PIMENTEL, A. C. S.; FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R. Ecologia de plantas forrageiras. **PUBVET**, v. 10, n. 9, p. 666-679, 2016.

PINHEIRO, A. C.; SARAIVA, E. P.; SARAIVA, C. A. S.; FONSECA, V. F. C.; ALMEIDA, M. E. V.; SANTOS, S. G. G. C.; AMORIM, M. L. C. M.; NETO, P. J. R. Características anatomofisiológicas de adaptação de bovinos leiteiros ao ambiente tropical. **Revista AGROTEC**, v. 36, n. 1, p. 280-293, 2015.

QUOOS, R. D. FRIES, D. D. COURA, F. T. V. RIBEIRO, A. S. MEIRA, S. M. Efeito do sombreamento sobre características fisiológicas do capim Marandú adubado ou não com nitrogênio. **Revista Velho Chico**, v. 01, n. 02, p. 162 – 177, 2021.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science**, v. 67, n. 1-2, p. 1-18, 2000.

SILVA, R.G. **Introdução a bioclimatologia animal**. 1 ed. São Paulo: Nobel. 2000. p.286.

SOUZA, L. F. MAURÍCIO, R. M. FIGUEIREDO, M. P. SOUSA, J. T. L. SILVA, T. V. S. Cinética de degradação ruminal *in situ* da *Urochloa brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril. **Rev. Cienc. Agrar.**, v. 60, n. 3, p. 268-277, 2017.

SOUTO, S. M.; DIAS, P. F.; VIEIRA, M. S.; DIAS, J.; SILVA, L. L. G. G. Comportamento de plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetidas ao sombreamento. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 2, p. 279-286, 2009.

SOUZA, B. B.; SILVA, I. J. O.; MELLACE, E. M.; SANTOS, R. F. S.; ZOTTI, C. A.; GARCIA, P. R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.06, n 02 p. 59 – 65, 2010.

SPERA, S.T.; TOSTO, S.G. ; MACEDO, M.C.M. **Práticas de conservação de solos sob pastagens para Mato Grosso do Sul**. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC. 96p. 1993.

VALENTINI, P.V. CASTRO, C.R.T. A importância do sistema silvipastoril na pecuária leiteira. **PUBVET**, Londrina, V. 4, N. 7, Ed. 112, Art. 758, 2015.

VARELLA, A. C., SILVA, V. P., RIBASKI, J. SOARES, A. B., MORAES, A., MORAIS, H., SAIBRO, J. C., Bairro, R. S. **Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no Sul do Brasil. (ed.) Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. 2 ed. Brasília, DF. Embrapa Trigo, 2012. 544p.

VEIGAS, J. B., TOURRAND, J. F. **Potencial e adoção de sistemas silvipastoris na Amazônia Oriental**. Belém, Pará, Brasil. 2004. 107-124p.

WORLD ORGANISATION FOR ANIMAL HEALTH (OIE). **OIE Terrestrial Animal Health Code**, Paris, France. 2021. Available online: <https://www.oie.int/en/what-we-do/animal-health-and-welfare/animal-welfare/> acesso em: 02 mai. 2022.

ZIMMER, A. H.; MACEDO, M. C. M.; BARCELLOS, A. O. Estabelecimento e Recuperação de Pastagens de Bachiaria. In: Simpósio Sobre Manejo De Pastagem. Piracicaba. **Anais...** FEALQ, 1994.

## **CAPÍTULO 2**

### **CARACTERÍSTICAS ESTRUTURAIS E PRODUTIVAS DO CAPIM MOMBAÇA SOB SOMBREAMENTO, NA FASE DE ESTABELECIMENTO**

## RESUMO

As gramíneas forrageiras podem ser submetidas as condições de redução da quantidade de luminosidade, seja pela consorciação com culturas anuais, seja pela integração com espécie arbórea (sistema silvipastoril), desse modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar as características produtivas e estruturais do capim-mombaça (*Megathyrsus maximus*), na fase de estabelecimento, submetido a quatro níveis de sombreamento artificial (0, 30, 50 e 70%). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições. Para isso, foram avaliadas a altura da planta – AP, comprimento de perfilho - CP, relação folha/colmo (RFC), massa seca de folha, colmo, material morto e total, densidade populacional de perfilho, peso individual de perfilho e número de folhas vivas e mortas. O sombreamento de 50% induziu maior produção de massa seca total (MST), não havendo efeito significativo de MST para os tratamentos a pleno sol e 30%. Observou-se redução do número de perfilhos (NP) à medida que a luminosidade foi restringida, assim como, aumento da altura da planta, comprimento de perfilho e peso seco de perfilho. Destaca-se que as maiores médias de alturas foram encontradas no sombreamento a 50 e 70%, bem como, os maiores pesos individuais de perfilho. As menores produções de massa seca total da parte aérea e menor RFC foram encontradas no sombreamento mais severo. A partir das análises de todas as variáveis, pode-se inferir que o capim-mombaça apresenta melhor aclimatação na faixa de 30 e 50% de sombreamento, o que confere a essa cultivar uma boa plasticidade fenotípica, assim, recomenda-se o estabelecimento de pastagem em sombreamento de leve a moderado. Portanto, a gramínea forrageira mombaça apresenta potencial de uso para sistema silvipastoril.

**Palavra-chave:** Forragem. Sistema Silvipastoril. *Panicum maximum*. Gramínea.

## ABSTRACT

Forage grasses can be subjected to conditions that reduce the amount of light, either through intercropping with annual crops or through integration with tree species (silvopastoral system). Therefore, the objective of this work was to evaluate the productive and structural characteristics of grass. mombaça (*Megathyrsus maximus*), in the establishment phase, subjected to four levels of artificial shading (0, 30, 50 and 70%). The experimental design was completely randomized, with five replications. For this, plant height - PH, tiller length - TL, leaf/stem ratio (LSR), leaf dry mass, stem, dead and total material, tiller population density, individual tiller weight and number of leaves were evaluated. living and dead. Shading of 50% induced greater production of total dry mass (TDM), with no significant effect of TDM for the full sun and 30% treatments. A reduction in the number of tillers (NL) was observed as light was restricted, as well as an increase in plant height, tiller length and tiller dry weight. It is noteworthy that the highest average heights were found in 50 and 70% shading, as well as the highest individual tiller weights. The lowest production of total shoot dry mass and lowest LSR were found in the most severe shading. From the analysis of all variables, it can be inferred that mombaça grass presents better acclimatization in the range of 30 and 50% shading, which gives this cultivar good phenotypic plasticity, thus, the establishment of pasture is recommended in light to moderate shading. Therefore, the mombaça forage grass has potential for use in the silvopastoral system.

**Keyword:** Forage. Silvopastoral System. *Panicum maximum*. Grassy.

## 1 INTRODUÇÃO

As condições edafoclimáticas e as extensas áreas brasileiras de pasto são características consideradas como fator principal para que a pecuária nacional seja, em sua maioria, conduzida sob sistema extensivo (FERRAZ; FELÍCIO, 2010), o que reduz o custo de produção.

A atividade agropecuária no Brasil vem se esforçando e contribuindo para atender as demandas crescentes de consumo de alimento, embora seja necessária uma produção em larga escala, tanto para atender o mercado interno quanto externo, aumentaram-se as exigências quanto à sustentabilidade ambiental, econômica e social (CARLOS et al., 2022). De acordo com MapBiomass (2022) o Brasil possui mais de 164 milhões de hectares de pasto e mais da metade possui algum nível de degradação. Portanto, sendo necessário, a recuperação dessas áreas, e o sistema silvipastoril é uma alternativa que visa o uso intensivo da terra proporcionando a recuperação de pasto degradado.

Nesse caminho, durante décadas o setor valeu-se da fertilidade natural e teores altos de matéria orgânica de áreas recém abertas para cultivar forrageiras com alto potencial produtivo, porém, com manejo inadequado do solo (sem reposição de nutrientes e correção do solo), concomitantemente, queda da produtividade da pastagem. Assim, com a exaustão dessa fertilidade, os produtores começaram a fazer trocas sucessivas para forrageiras com menores exigências nutricionais, até o ponto que essas espécies com baixas exigências e produtividade, como o braquiária, não conseguem mais se estabelecer e persistir (OLIVEIRA & CORSI, 2005). Dessa maneira, com a fertilidade do solo natural exaurida, segundo Coelho (2005) o produtor é conduzido a uma cíclica substituição de espécies forrageiras por outra com menor produtividade e baixa exigência em fertilidade do solo.

Somadas ao manejo incorreto do solo e com a tentativa de diminuir as perdas no ganho de peso animal o pecuarista sente a necessidade de reduzir a taxa de lotação animal, abusando da frequência e intensidade de pastejo, um abismo para o início do estágio de degradação da pastagem (OLIVEIRA & CORSI, 2005). Essa degradação é resultado de vários fatores, isolados ou em conjunto (TEIXEIRA & GOMES, 2022).

Portanto, o processo de degradação de pastagem inicia-se com a diminuição do vigor, queda da produtividade e qualidade da forragem com efeito direto na capacidade de suporte e no ganho de peso animal (MACEDO et al., 2013). A recuperação dessas áreas envolve diversos fatores de natureza agrônômica, ecológica, social e econômico (DIAS-FILHO, 2010). De acordo com Dias-Filho e Ferreira (2007) o plano de recuperação das áreas degradadas poderia ser classificado em: reforma da pastagem, implantação de sistema agrícola e agroflorestais, e pousio da pastagem. A recuperação da capacidade produtiva dessas áreas, recupera as propriedades química, física e biológica do solo e viabiliza a produtividade animal (CARVALHO et al, 2017).

Integração floresta-pecuária ou sistema silvipastoril-SSP, modalidade do sistema agrosilvipastoril, é uma técnica de manejo de produção que integra numa mesma área: árvores, plantas forrageiras e o animal ruminante (Garcia & Couto, 1997). Esse sistema pode ser uma alternativa viável para produzir proteína animal e recuperar áreas degradadas. E diversos são os benefícios, tais como: melhoria na fertilidade do solo, ciclagens de nutrientes, maior valor nutritivo do pasto, conforto térmico e comportamento animal com efeito no ganho de peso (VALENTINI et al., 2010). No sistema de integração o componente forrageiro em condições de restrição luminosa desencadeia mecanismo de adaptação, implicando em alterações das suas características morfológicas e fisiológicas em resposta ao estresse imposto pelo ambiente (PIMENTEL et al., 2016).

Estudos têm evidenciado alteração do comportamento forrageiro sob sombreamento, seja em suas características produtivas ou estrutural (Martuscello et al., 2009). Oliveira e colaboradores (2014) observaram que o ambiente com sombra proporcionou maior altura de planta, número de perfilho, comprimento de lâmina foliar e maiores produções de biomassa seca aérea para cultivares (Mombaça, Massai e Tanzânia) da espécie de *Panicum Maximum*. Outros autores ao estudar o sombreamento em quatro níveis, observaram que o capim tanzânia produziu mais massa seca da parte aérea, sombreado a 25% (Ferreira et al.,2010).

O sucesso da integração das atividades de produção está pautado no equilíbrio da exploração dos recursos naturais pelos três principais componentes deste sistema. Quando, as interações estão equilibradas, desde o estabelecimento até obtenção do produto final, o SSP alcança sua eficiência e finalidade. Todavia, destaca-se a

ocorrência de erros no manejo dos componentes deste sistema, principalmente causados pela adoção de espaçamento e arranjos de plantios inadequados, que influênciam no acúmulo e qualidade da forragem, de modo consequente, no desempenho do ruminante. Portanto, a presença de árvore causa condições restritivas de luminosidade para as plantas forrageiras estabelecidas nas entrelinhas e este fator radiação é considerado o mais importante e determinante para o estabelecimento, crescimento e desenvolvimento das espécies forrageiras (VARELLA, 2008).

O crescimento das espécies forrageiras tropicais é determinado pela atividade fotossintética diária, ou seja, quando, expostas a determinados níveis de sombreamento a taxa de crescimento da forragem é restringida em função da limitação de energia necessária ao processo de fotossíntese. Portanto, os estudos das reações do comportamento morfofisiológico e produtivo das espécies forrageiras submetidas a restrição de luz servem como base para estabelecer limites de sombreamento a serem controlados no SSP. Logo, conhecer o potencial produtivo em diferentes níveis de radiação solar e estabelecer o espaçamento adequado, capaz de propiciar o desenvolvimento da espécie forrageira, sem prejudicar sua produtividade e ganho de peso do ruminante é essencial para o sucesso do sistema silvipastoril (Varella et al., 2012).

Por fim, este estudo tem o objetivo de avaliar o efeito do sombreamento nas características estruturais e produtivas na fase de estabelecimento do capim Mombaça, como parâmetro utilizado para analisar o grau de tolerância, produtividade e crescimento sob restrição luminosa, afim de auxiliar nas recomendações e práticas de manejo das forrageiras em SSP.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na estação experimental do Centro de Difusão Tecnológica – CDT no município de Imperatriz, Estado do Maranhão (Figura 1), localizado entre as coordenadas geográficas 5° 31" 32" de latitude S e 47° 26" 35" de longitude W. A altitude média é de 123 metros acima do nível do mar, precipitação média anual de 1.463,5 mm ano<sup>-1</sup>, temperatura média de 22,95 °C e umidade relativa média do ar de 66,3 % (MORAES et al., 2023). O clima da região segundo a classificação de Köppen (1948) é do tipo Aw (caracterizado como clima tropical, quente e úmido).

Figura 1. Centro de Difusão Tecnológica de Imperatriz – Ma.



Fonte: Google Earth (2023).

Foram coletadas temperaturas máxima, média e mínima durante os meses de abril a junho, obtidos no banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Dados meteorológicos da área durante o período experimental.

Ano 2023			
Mês	Temperatura (°C)		
	Máxima	Mínima	Média
Abril	35,0	20,3	27,7
Maio	35,4	21,8	28,6
Junho	35,7	19,6	27,7

Antes do início do experimento foram realizadas análises químicas e físicas do solo utilizado como substrato, as amostras foram coletadas em fevereiro, nas camadas de 0 a 20 cm de profundidade e em março encaminhadas para o Laboratório de Solo do Curso de Zootecnia/PPGIZT da UFNT, campus Araguaína – TO. A área do experimento tem histórico de atividade de cultivo de hortaliças. De acordo com os resultados das análises, apresentados na tabela 2, não houve necessidade de correção do solo, bem como a necessidade de aplicação de fertilizante fosfatado e potássico. O solo é classificado como Argissolo (EMBRAPA, 2018).

Tabela 2 - Atributos químicos e físicos do solo da área experimental no município de Imperatriz/MA.

pH	MO	P	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	K <sup>+</sup>	Al	H+Al	SB	CTC	V	Argila	Areia	Silte
CaCl <sub>2</sub>	g. Kg <sup>-1</sup>	mg/dm <sup>3</sup>	cmolc/dm <sup>3</sup>							%	%		
5,68	3,42	38,6	5,23	0,55	0,20	0,05	2,24	5,98	8,22	72,75	8,02	79,84	12,14

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, sob delineamento experimental inteiramente casualizado, com tratamentos constituídos de quatro níveis de sombreamento artificial (0, 30, 50 e 70%) com cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. O sombreamento artificial foi obtido com a utilização de armações de 1,5 m de altura e 1,5 m de comprimento e largura, revestidas com a utilização de telas de polipropileno (sombrite) identificadas comercialmente por apresentarem 30, 50 e 70% de sombra, sendo que o tratamento testemunha (0%) foi mantido em ambiente externo a pleno sol. A semeadura do capim-mombaça (42,6% de pureza, 60% de viabilidade, da safra 2021/22) foi feita diretamente em vasos plásticos, devidamente identificados, com capacidade para 5 dm<sup>3</sup> (VIEIRA et al., 2012). Foram semeadas 50 sementes por vasos e após 10 dias de emergências das plântulas foi feito um desbaste, deixando 15 plantas vaso<sup>-1</sup>. Aos 45 dias, após semeadura (DAS), aplicou-se adubo nitrogenado (25 mg N dm<sup>-3</sup> de solo), fonte ureia. Durante todo período experimental, todos os vasos foram irrigados duas vezes ao dia de maneira que estivessem sempre com umidade no solo (VILELA et al., 2016).

Após 70 DAS foram avaliadas as seguintes características, conforme:

- I. Comprimento de perfilhos (CP), medindo, aleatoriamente, cinco perfilhos/vaso, desde a sua base até a ponta da folha mais nova (VILELA et al., 2016);
- II. Altura de perfilhos (AP), medida a altura de 5 perfilhos escolhidos aleatoriamente, medidos com o auxílio de uma régua graduada, tendo como base o nível do solo até o horizonte visual das folhas, folha-bandeira, (BELARMINO et al., 2003);
- III. Número de folhas vivas (NFV) e de folhas mortas (NFM), por meio da contagem das folhas vivas e mortas em cinco perfilhos tomados aleatoriamente em cada vaso (VILELA et al., 2016);
- IV. Densidade populacional de perfilhos (DPP), por meio da contagem do total de perfilhos existentes em cada vaso (VILELA et al., 2016);
- V. Massa seca da parte aérea, determinada por meio da colheita dos perfilhos, cortados rente ao solo, separada em lâminas foliares, colmo + bahinha e material morto e acondicionada em saco de papel e levado para o Laboratório de Microbiologia da Universidade Estadual da Região Tocantina, campus Imperatriz, a qual foi seca em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, por 72 horas (VILELA et al., 2016);
- VI. Peso seco de cada perfilho, dividindo-se o peso seco da parte aérea pela DPP de cada vaso (VILELA et al., 2016);
- VII. Para estimar a relação lâmina foliar:colmo, dividiu-se o peso seco das lâminas foliares pelo peso seco dos colmos (FILHO, 2020).

Os resultados do experimento foram submetidos ao teste de homogeneidade (Teste de Levene) e teste de normalidade (Shapiro-Wilk), seguido pela análise de variância pelo teste Tukey, a 5% de significância, todas as análises estatísticas foram realizadas por meio do software SAS.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de sombreamento (0, 30, 50 e 70%), foram significativos ( $P < 0,05$ ) para as variáveis comprimento, altura, número e peso seco de perfilho. Para as avaliações do número de folhas vivas e mortas os valores não variaram ( $P > 0,05$ ) em decorrência das condições de luminosidade.

Tabela 3 – Média do comprimento de perfilho, Altura de perfilho, Número de Perfilhos, Peso seco de perfilho, Número de folhas vivas (folhas perfilho<sup>-1</sup>) e Número de folhas mortas (folhas perfilho<sup>-1</sup>) aos 70 DAS em ambiente pleno sol (0%), sombreamento leve (30%), moderado (50%) e sombreamento severo (70%) da espécie *Panicum maximum* (Syn. *Megathyrsus maximus*) cv. Mombaça.

SOMBREAMENTO	VARIÁVEL					
	CP (cm)	AP (cm)	NP (vaso)	PSP (g)	NFV	NFM
0%	93 b	73 c	53,6 a	1,80 b	3,8	1,20
30%	101 b	86 b	48,6 a	1,94 b	3,6	1,32
50%	129 a	93 a	41,0 b	2,79 a	4,1	1,48
70%	124 a	95 a	30,4 c	2,73 a	4,2	1,44
<b>CV (%)</b>	9,19	3,32	8,34	9,17	9,61	16,11

CP: Comprimento do perfilho; AP: altura do perfilho; NP: Número de perfilho/vaso; PSP: Peso seco do perfilho; NFV: Número de folhas vivas (folhas perfilho<sup>-1</sup>); NFM: Número de folhas mortas (folhas perfilho<sup>-1</sup>). Médias seguidas de letras minúsculas distintas na coluna diferem pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Sabe-se que o potencial de perfilhamento das gramíneas forrageiras influencia diretamente a produção e a persistência da espécie, pois, quanto maiores quantidades de perfilho, maior produção de folha (SANTOS et al., 2001). Ao avaliar em diferentes estações do ano a densidade populacional de perfilho de *Brachiaria decumbens* cultivadas em três graus de sombreamento (0, 18 e 50%) obteve-se maiores densidades de perfilho na forrageira cultivada em ambiente de sol pleno (602 perfilho m<sup>2</sup> na primavera) e menores densidade de perfilho com sombreamento a 50% (224 perfilho m<sup>2</sup> no inverno), de maneira geral a *B. decumbens* apresentou menores valores de DPP no sombreamento com 50% de restrição de luz, mostrando que para essa espécie a luminosidade é fator importante para o surgimento de novos perfilhos (PACIULLO et al., 2008).

Em nosso estudo o Mombaça apresentou maiores números de perfilhos em ambiente de sombreamento leve e em sol pleno, com isso, uma boa adaptação a restrição de luz até um certo nível limite, apresentando efeito significativo ( $p < 0,05$ ), cujos valores maiores de NP foram nos tratamentos 0 e 30% e menores valores a 50 e 70% de sombra (53,6; 48,6; 41 e 30,4 respectivamente). Conforme os resultados o número de perfilho do capim a pleno sol foi superior ( $p < 0,05$ ) àquele com sombreamento severo, este causou redução de 43,28% do perfilhamento. Assim, observa-se que o Mombaça estrategicamente diminui o surgimento de novos perfilhos e prioriza o crescimento de perfilhos existentes (Tabela 03), pois, percebe-se que as maiores médias de alturas foram encontradas em sombreamento moderado (93cm) e severo (95 cm).

Oliveira e colaboradores (2014) ao verificar o efeito do sombreamento em três cultivares de *Panicum maximum* Jacq.: Mombaça, Massai e Tanzânia, os autores constataram que o ambiente com restrição de luminosidade de 50% proporcionou maiores alturas e números de perfilhos em todas as épocas analisadas (27, 40 e 54 DAS), exceto para a variável NP na época de 27 DAS. Dessa maneira, entende-se que as forrageiras em uma tentativa de adaptação ao ambiente perfilham e alongam-se. Nessas condições de restrição o Mombaça e Massai apresentaram as maiores AP, medido do nível do solo até a inserção da primeira folha da planta completamente desenvolvida, ambas foram superiores a cultivar Tanzânia. Contudo, quando comparadas ao ambiente em sol pleno, as três cultivares demonstram-se superioridade, ou seja, maiores alturas e quantidade de perfilho foram encontrados no ambiente com sombreamento. Interessante também observar que parece que houve mais investimento em formação de estrutura de sustentação (colmo) e número de perfilho, não apresentando um dinâmica de compensação, ou seja, os autores também encontraram maiores alturas e população de planta em ambiente sombreado. Desse modo, houve menos quantidade de perfilho em ambiente em sol pleno, sugerindo que pode haver similaridade nas variações de massa de perfilho e DPP.

Esses estudos com forrageiras tropicais indicam que para a variável NP, a cultivar Mombaça apresentou tolerância a determinado nível de sombreamento, refutando a ideia de Gomide (2000), que afirma que em condições de temperaturas amenas e luminosidade intensa favorece o perfilhamento, pois, observou-se que não houve diferença significativa no número de perfilho no sombreamento leve e sol pleno,

dessa maneira, a leve redução da radiação solar não afeta o perfilhamento do Mombaça, conforme verificado na tabela 3.

O perfilhamento é influenciado por diversos fatores, seja ambientais ou de manejo, como por exemplo: por luz solar (VIEIRA et al., 2013), temperatura e recurso hídrico (GUIMARÃES et al., 2019) disponibilidade de nutriente, principalmente o N (SALES et al., 2016), pela intensidade e frequência de pastejo (DIFANTE et al., 2008), além de características intrínsecas da própria espécie forrageira determinadas geneticamente (FAGUNDES et al., 2005). Portanto, esses componentes abióticos e bióticos podem interagir entre si e influenciar de sobremaneira o perfilhamento da gramínea forrageira.

Nos tratamentos que o Mombaça recebeu menos insolação ( $p < 0,05$ ), 50 e 70%, a forrageira apresentou maiores alturas e perfilhos mais compridos (129 e 124cm, respectivamente), esse comportamento é justificado pela redução da luminosidade, com isso, numa tentativa de expor ao máximo suas folhas a luz, a forrageira alonga-se, por conseguinte, o sombreamento proporciona perfilhos mais pesados e compridos, o peso médio de perfilho observados para os tratamentos 0, 30, 50 e 70% foram, respectivamente, 1,80; 1,94; 2,79; 2,73 gramas (Tabela 03).

As maiores alturas refletiram em perfilho com maiores pesos secos ( $p < 0,05$ ), porém, menos adensados, ou seja, com menor número de perfilhos, demonstrando uma relação inversa entre essas variáveis. Compreender o mecanismo de compensação tamanho/densidade populacional, quando a forrageira é submetida ao sombreamento é fundamental para conhecimento de mecanismo de plasticidade fenotípica da gramínea (Tabela 03). O perfilhamento garante produtividade e persistência das pastagens, essa variação inversa entre peso de perfilho e densidade populacional é destacado por Santos (2014) e outros autores (ALEXANDRINO et al., 2004; MARTUSCELLO et. al., 2009).

Deregibus e colaboradores (1983), de fato apontam que a intensidade da luz não pode ser ignorada como causa para redução da taxa de perfilhamento, contudo, a qualidade da luz também é um fator determinante para aumento do número de perfilhos, visto que as folhas das gramíneas forrageiras tem preferência por luz vermelha, desse modo, o sombreamento causa redução da relação de comprimento

de onda vermelho/vermelho extremo, como resultado dessa diminuição da qualidade luminosa, ocorre queda no número de perfilhos.

A partir das análises destes dados infere-se que as alturas das plantas são maiores, à medida que as condições de luminosidade diminuem, portanto, foram encontrados efeito significativo ( $p < 0,05$ ) do sombreamento sobre AP do Mombaça, a qual os níveis de 0, 30, 50 e 70% propiciaram médias de altura, respectivamente, 73; 86; 93; 95 cm. Destaca-se que as maiores médias de alturas encontradas no sombreamento a 70% não diferenciaram estatisticamente do nível a 50%, (Tabela 3). Dias & Solto, (2008) ao avaliar altura da planta em diferentes níveis de sombreamento (0, 25, 50 e 75%) de quatro forrageiras, duas gramíneas e duas leguminosas: Mombaça, Massai, Amendoim Forrageiro e Estilosante Campo Grande, obteve resultados semelhantes a qual as maiores alturas foram encontradas em sombreamento mais severos, se destacando o Mombaça, Massai e a Leguminosa Amendoim Forrageiro. André et al., 2020, avaliando as características morfogênicas do *Panicum maximum* cv. Mombaça, em doses crescente de nitrogênio, em sombreamento natural (25%) e em sol pleno, obteve maiores alturas em ambientes com menor incidência de luz, ou seja, os resultados apresentaram maiores comprimento da bainha no ambiente sombreado. Portanto, afirma-se que ocorre alteração nas características estruturais da gramínea em resposta a redução de luz.

Por outro lado, não foi observado efeito nas variações do número de folhas vivas e mortas ( $P > 0,05$ ), (Tabela 03). Dessa maneira, essas variáveis não foram modificadas pela altura da planta.

Foram observadas diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) para produção média de matéria seca de lâmina foliar, colmo e total (Tabela 4). Contudo, não se observou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para a produção de massa seca de material morto.

Tabela 4 - Respostas produtivas do capim-mombaça submetidos à sombra.

NÍVEL DE SOMBREAMENTO	VARIÁVEL			
	MSLF	MSC	MSMM	MST
0%	57,78 b	30,88 b	6,84 a	95,50b
30%	54,47 b	31,44 b	7,45 a	93.36b
50%	64,13 a	43,06 a	6,88 a	114,07a
70%	45,27 c	32,09 b	5,14 a	82,51c

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a  $P < 0,05$ . Taxa de produção média de matéria seca (g. vaso<sup>-1</sup>) de lâmina foliar (MSLF) de colmo (MSC) de material morto (MSMM) e total (MST).

A ausência de efeito do sombreamento sobre o MM pode ser atribuída a não aceleração do processo de senescência, o que indica que o estresse por sombra não alterou esse processo ou que tempo de avaliação não permitiu que isso acontecesse (tabela 4). Conforme Silva (2004) o NFV é uma característica genética da espécie, para a cultivar Mombaça o número de folhas vivas observadas por Santos (1997) variaram de 4 a 6. Porém, este autor afirma que embora exista características genéticas que determinam a dinâmica de crescimento das pastagens, fatores como temperatura, luminosidade e nutrição mineral pode influenciar no crescimento, senescência e perfilhamento do pasto.

Maiores alturas não refletem em maiores produções, visto que no sombreamento mais severo ocorreu queda de perfilhamento, por conseguinte, menores produções de matéria seca da parte aérea (Tabela 04), exceto no sombreamento moderado que apresentou superioridade em NP àquele com sombreamento a 70% (Tabela 03). Sendo assim, observa-se que número e peso de perfilhos é determinante para a produtividade, dessa maneira, os efeitos negativos na estrutura do pasto, menores NP e maior produção de colmo, pode compensar pela maior produção de fitomassa.

O modo de crescimento do Mombaça, cespitoso, com a continua dinâmica de atividade de emissão de novas folhas e perfilhamento é o que garante a persistência e produtividade do pasto, sobretudo, essas gramíneas que apresentam crescimento ereto contribui com o colmo no acúmulo de biomassa. Em contrapartida com essa emissão de novas folhas e perfilhos surge também o acúmulo de material morto, por conseguinte, aumento do colmo causa diminuição do valor nutricional da pastagem e prejudica o consumo da forragem pelos animais. Portanto, para otimizar a produção de forragem deve-se evitar o acúmulo na produção de colmo e perdas por morte de folhas (GOMIDE et al., 2007). Assim, é recomendado para o capim Mombaça em sol pleno a entrada de 90 cm e saída de 40cm (GOMIDE et al., 2016). Em sistema silvipastoril a altura de entrada e saída indicada por Rocha (2021) são, respectivamente: 70 e 35 cm, pois, os resultados apresentados mostraram maior produção foliar e menor produção de colmo, influenciando diretamente o hábito de pastejo do ruminante.

O Capim Mombaça apresentou maior produção de matéria seca total (114,07 g/vaso) no sombreamento a 50%, este foi superior aos demais tratamentos ( $P < 0,05$ ), menores quantidades de MST foi obtido no sombreamento mais severo (82,51 g/vaso) (Tabela 04). A produção de biomassa seca total do capim sob sombreamento a 30% não apresentou diferença significativa com aquela em condições de sol pleno. Embora, o sombreamento a 50 e 70% não apresentaram diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para variável peso seco de perfilho, o que determinou queda de produtividade foi a densidade de planta ( $P < 0,05$ ), pois, as médias de DPP foram, respectivamente, 41 e 30,4, uma diminuição de 26% de perfilhamento. Assim, pode-se inferir que esse balanço entre peso e número de perfilho resultou em diferença de produtividade.

Estas respostas permitem classificar o Mombaça como tolerante ao sombreamento. Esses dados corroboram com Oliveira et al. (2014), os quais constataram maior produção de massa seca da parte aérea em ambiente a 50% de sombreamento para três cultivares de *P. maximum*: Tanzânia, Mombaça e Massai, obtendo produtividade de 89, 87 e 89%, respectivamente, maior que a condição de pleno sol. Andrade e colaboradores também observaram maior tolerância e capacidade produtividade para sombreamento leve para os capins Marandu e Massai. Rodrigues (2020) ao estudar a influência da restrição de luz produzida por palmeiras de babaçu, sobre a produção de massa seca da cultivar Mombaça, obteve menores produções, não ultrapassando 800 kg MST ha<sup>-1</sup>, em áreas com 70% de sombreamento.

Segundo Martuscello (2009) a produção de matéria seca total é uma característica importante que determina a capacidade de adaptação da forrageira a ambientes com restrição de luminosidade. Castro et al., (1999) observou que a espécie *P. maximum* apresentou tolerância ao sombreamento moderado e superioridade à sol pleno na produção de MS.

Maiores produções de massa seca de lâmina foliar foram encontradas no sombreamento a 50% e menores produções de MSLF em sombreamento severo ( $P < 0,05$ ) (Tabela 04). Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para essa variável nos tratamentos a sol pleno e 30 % de sombra. Em relação a MSC os tratamentos 0, 30 e 70% não diferem e são inferiores ao tratamento a 50%. O sombreamento moderado e severo produziu menores quantidade de NP ( $P < 0,05$ ), porém, apresentaram maiores

alturas médias de planta ( $P < 0,05$ ), dessa maneira, provocando uma compensação com maior investimento em estrutura de sustentação, concomitante, incremento na produção de massa seca de colmo. Isto pode ter sido reflexo do seu alongamento, pois, observa-se que ocorre crescimento do perfilho à sombra como uma tentativa de escape para sair desse estresse e expor suas folhas ao estrato mais alto (PACIULLO et al., 2008).

Ao avaliar o comportamento do Mombaça submetidos a diferentes níveis de luminosidade proporcionado por arranjo florestal da espécie *Pinus* (céu aberto; 9 m entre linhas e 3 m entre árvores; e 15 m entre linhas e 3 m entre árvores), observou-se que a produção de MS a céu pleno não diferiu com aquela produzida na copa em espaçamentos maiores. Sendo assim, os autores sugerem que para cultivar Mombaça em espaçamento mais adensados (9 m entre linhas e 3 m entre árvores) há queda na quantidade e qualidade da forragem. Contudo, a espécie *Brachiaria brizantha* cv. Marandu apresentou boa produtividade e adaptação para ambos os espaçamentos estudados. Sendo assim, para ambas espécies é recomendado o sistema silvipastoril, porém, deve-se evitar sombreamento mais severos para o Mombaça (SOARES et al., 2009). Filho et al., 2004 ao estudar o sombreamento natural produzido por bosque de eucalipto com 15 anos de idade com espaçamento de 3 x 3 m, obtiveram uma produtividade de 3.491 kg ha<sup>-1</sup> em ambiente sem restrição de luz e 752 kg ha<sup>-1</sup> com restrição de luz. Nesta condição a queda foi de 78% da produção de matéria seca total, em vista disso, o sombreamento mais severo diminui drasticamente a produção de MS do Mombaça.

Tabela 5 – Relação massa seca folha:colmo (RFC).

Variável	Nível de Sombreamento			
	0%	30%	50%	70%
Relação Folha:Colmo (RFC)	1,87	1,73	1,49	1,41
Percentagem Folha	60,50	58,34	56,22	54,84
Percentagem Colmo	32,34	33,68	37,75	38,89
Percentagem de MM	7,16	7,98	6,03	6,23

O capim-mombaça apresentou, no nível de 70% de sombreamento, menor produção de matéria seca foliar (54,84%), bem como, maior produção de massa seca de colmo (38,89%). A relação folha:colmo foi de 1,41 para sombreamento mais severo

e 1,49 para o sombreamento moderado, valores mais altos foram encontrados para sol pleno e 30%, respectivamente: 1,87 e 1,73 (Tabela 5). A menor relação folha:colmo observado no sombreamento a 50 e 70%, justifica-se pela maior produção de colmo, pois, em ambiente sombreado há aumento na taxa de alongamento de colmo para elevar ao máximo as folhas e expor elas a luminosidade, nesses tratamentos como supracitado anteriormente foram encontrados maiores altura e comprimento de perfilhos. Essa relação influencia diretamente o hábito de pastejo pelos ruminantes, pois, eles têm preferência por maior proporção de folhas (CARDOSO et al, 2015), além de representar melhor qualidade da forragem e digestibilidade (STABILE et al., 2010).

## 4 CONCLUSÃO

O capim-mombaça, pode ser recomendado para implantação em sistema silvipastoril ou agrosilvipastoril, por apresentar alta produtividade de biomassa seca, desde que o grau de sombreamento não exceda 50%, contudo, se faz necessário seu estudo em ambiente com sombreamento natural, ou seja, em condições de estresse por sombra produzido por árvores.

Restrição de luminosidade intensa, na faixa de 50 e 70%, promove maiores peso de perfilho individual e redução da densidade de planta, porém, o sombreamento mais severo proporciona queda mais acentuada na população de perfilhos, assim, esse efeito negativo na estrutura do pasto parece não compensar a produção de fitomassa seca da parte aérea. Portanto, em sombreamento limite até 50%, esse efeito negativo (maior produção de colmo e menor DPP) pode compensar parcialmente, visto que, há maior produção de matéria seca total. Sendo assim, o capim Mombaça sob estresse, na faixa de sombreamento entre 30 e 50%, apresenta melhor aclimatação nas suas características produtivas e estruturais.

Por fim, o sistema de manejo adotado para ambiente sombreado é diferente para condições de pleno sol, pois, observa-se, que a altura de entrada foi alcançada após 70 DAS em ambiente com sombra, diferente em condições de sol pleno que não alcança a altura de entrada preconizada para o Mombaça em sistema convencional no mesmo tempo.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JR., D.; MOSQUIM, P.R. et al. Características morfológicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.
- ANDRADE, C.M.S. et al. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n.3, p. 263-270, 2004.
- ANDRE, T. B., Oliveira, L. B. T. de, & Santos, A. C. dos. Growth and Development of Mombassa Grass Grown in Full Sun and Shade Under Nitrogen Levels. **Revista Engenharia Na Agricultura - Reveng**, v.28, p.11–23, 2020.  
<https://doi.org/10.13083/reveng.v28i.932>.
- BELARMINO, M. C. J.; PINTO, J. C.; ROCHA, G. P.; NETO, A. E. F.; MORAIS, A. R. Altura de perfilho e rendimento de matéria seca de capim-tanzânia em função de diferentes doses de superfosfato simples e sulfato de amônio. **Ciênc. agrotec., Lavras**. v.27, n.4, p.879-885, 2003.
- CARDOSO, J. M. S.; ANDRADE, A. C.; MAGALHÃES, J. A.; RODRIGUES, B. H. N.; VIEIRA, J. S.; DOS SANTOS FOGAÇA, F. H.; MEHL, H. U.; DE LUCENA COSTA, N. Fontes e doses de nitrogênio na produtividade do capim Marandu. **PUBVET**, v. 9, n. 8, p. 348-358, 2015.
- CARLOS, S. M.; ASSAD, E. D.; ESTEVAM, C. G.; DE LIMA, C. Z.; PAVÃO, E. M.; PINTO, T. P. **Custo da recuperação de pastagens degradadas nos estados e biomas brasileiros**. Observatório de Conhecimento e Inovação em Bioeconomia, Fundação Getulio Vargas - FGV-EESP, São Paulo, SP, Brasil, 2022. 64p. Disponível em: <[https://eesp.fgv.br/sites/eesp.fgv.br/files/eesp\\_relatorio\\_pasto-ap3\\_ajustado\\_0.pdf](https://eesp.fgv.br/sites/eesp.fgv.br/files/eesp_relatorio_pasto-ap3_ajustado_0.pdf)>. Acesso em: 29 ago. 2023.
- CARVALHO, W. T. V.; MINIGHIN, D. C.; GONÇAVES, L. C.; VILLANOVA, D. F. Q.; MAURICIO, R. M.; PEREIRA, R. V. G. Pastagens degradadas e técnicas de recuperação: Revisão. **PUBVET**, v.11, n.10, p.1036-1045, 2017.
- CASTRO, C. R. C.; GARCIA, R.; CARVALHO, M. M.; COUTO, L. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 919-927, 1999.
- COELHO, A. M. **Potencial de utilização das técnicas de agricultura de precisão na recuperação da fertilidade dos solos sob pastagens degradadas**. Sete Lagoas, MG. Embrapa, Circular Técnica, p.1-8. 2005.
- DEREGIBUS, V.A.; SANCHEZ, R.A.; CASAL, J.J.. Effects of light quality on tiller production in “*Lolium spp*”. **Plant Physiology**, v.72, p.900-902, 1983.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M. **Sombreamento em Forrageiras. Embrapa Agrobiologia. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 35. ISSN: 1676-6709, 26p, 2008.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M. **Sombreamento em Forrageiras**. Seropédica: EMBRAPA, 2008. 28p.

DIAS-FILHO, M. B. **Produção de bovinos a pasto na fronteira agrícola**. Ed.1. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2010, 32p.

DIAS-FILHO, M. B.; FERREIRA, J. N. Barreiras para a adoção de sistemas silvipastoris. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 6., 2007, Lavras. **Anais...** Lavras: NEFOR: UFLA, 2007. p. 347-365.

Difante et al. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.2, p.189-196, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5<sup>o</sup> edição. Brasília, DF: Embrapa, p. 356, 2018.

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

FERRAZ, J. B. S.; FELÍCIO, P. E. de. Production systems - An example from Brazil. **Meat Science**, v. 84, n. 2, p. 238-243, 2010.

FERREIRA, D. J.; ZANNIE, A. M.; SOUTO, S. M.; DIAS, P. F. Capim tanzânia (*Panicum maximum*) sob sombreamento e manejo de corte. *Arch. zootec.* vol.59 n.225, 2010.

FILHO, A. C.; CASTILHO, Z. M. S.; STORCK L.; SAVIAN, J. F. Análise de repetibilidade de caracteres forrageiros de genótipos de *Panicum maximum*, avaliados com e sem restrição solar. **Ciência Rural**, v.34, n.3, p.723-729, 2004.

FILHO, J. R. S. **Viabilidade do sistema de integração lavoura-pecuária no nordeste brasileiro**. 2020. p. 52. Dissertação (mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe. São Cristóvão, p. 52. 2020.

GARCIA, R., COUTO, L. Sistemas silvipastoril. In: Gomide J. A. (ed.). SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTEJO, Viçosa, 1997. **Anais...** Viçosa: UFV. Departamento de Zootecnia/Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 447-471.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A. Morfogênese de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 341-348, 2000.

GOMIDE, C. A. M.; PACIULLO, D. S. C.; CARNEVALLI, R. A. **Considerações sobre o manejo do pastejo rotativo**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. 8 p.

GOMIDE, C. A. M.; PACIULLO, D. S. C.; LEITE, J. L. B.; RESENDE, H. **Panicum maximum cvs. Tanzânia e Mombaça para uso em pastejo**: produção e custo. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, p.7, 2016.

GOOGLE EARTH, **Website google earth**. 2023. Disponível: <<http://earth.google.com/>>, 2023. Acesso: 21 de julho de 2023.

GUIMARÃES, D.S.N; MATIAS, F. I.; SILVA, A. A.; LANA, R. M. Q.; LIMA, L. C. Dinâmica do perfilhamento em pastos de capim Piatã submetidos a adubação nitrogenada. **Scientific Electronic Archives**, v.12, p. 40-46, 2019.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA DO BRASIL. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Brasília, DF, INMET. 2023. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/servicos/previs%C3%A3o-do-tempo>>

KÖPPEN, W. **Climatologia**: conunestudio de los climas de latierra. Fundo de Cultura Econômica. México. 1948. 479p.

LEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; MOSQUIN, P.R.; REGAZZI, A.J.; ROCHA, F.C. Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da Brachiaria brizantha cv. Marandu submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1372-1379, 2004.

MACEDO, M. C. M.; DE ARAÚJO, A. R. **Sistemas de produção em integração: alternativa para recuperação de pastagens degradadas**. In: BUNGENSTAB, D. J.; ALMEIDA, R. G.; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (Ed.). ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta. Brasília, DF: Embrapa, 2019. p. 295-317.

Macedo, M.C.M.; Zimmer, A.H.; Kichel, A.N.; Almeida, R.G. de & Araujo, A.R. de. Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação. In: **Anais**, Ribeirão Preto, SP, Embrapa Gado de Corte. 2013, p. 158–181.

MAPBIOMAS. **Projeto MapBiomas**: Coleção (v.6.0) da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. 2022. Disponível em: <<https://mapbiomas.org/>>. Acesso em: 29 ago. 2023.

MARTUSCELLO, J. A. et al.. Produção de gramíneas do gênero Brachiaria sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1183–1190, jul. 2009.

MORAES, P. M.; SOUTO, S. M.; DIAS, P. F.; COLOMBARI, A. A.; AZEVEDO, B. C.; VIEIRA, M. S. Efeito de sombreamento no estabelecimento de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Asociación Latinoamericana de Producción Animal**. v. 17, p. 97-102., 2009.

MORAES, R. G. S.; LIMA, E. F.; OLIVEIRA, P. L. S.; DAMASCENA, J. F.; SILVA, C. M. Métodos de estimativa de evapotranspiração de referência no período seco e chuvoso em Imperatriz, Ma. **Revista Brasileira de Climatologia**, [S. l.], v. 33, n. 19, p. 169–188, 2023. DOI: 10.55761/abclima.v33i19.16162.

OLIVEIRA, E. P. de; SILVEIRA, L. P. de O.; TEODORO, P. E.; ASCOLI, F. G.; TORRES, F. E. Efeito do sombreamento e do incrustamento de sementes sobre o desenvolvimento de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. **Bioscience Journal**, Uberlândia, MG, v. 30, n. 6, p. 1682–1691, 2014. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/21959>. Acesso em: 23 sep. 2023.

OLIVEIRA, P. P. A.; CORSI, M. **Recuperação de pastagens degradadas para sistemas intensivos de produção de bovinos**. São Carlos: Embrapa, 2005. 23 p.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, R. T. C.; TAVELA, R. C.; ROSSIELO, R. O. P. Crescimento do capim-braquiária influenciado pelo sombreamento e pela estação do ano. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v.43, n7, p.917-923, jul. 2008.

PIMENTEL, R. M.; BAYAO, G. F. V.; LELIS, D. L.; CARDOSO, A. J. S.; SALDARRIAGA, F. V.; MELO, C. C. V.; SOUZA, B. M.; PIMENTEL, A. C. S.; FONSECA, D. M.; SANTOS, M. E. R. Ecologia de plantas forrageiras. **PUBVET**, v. 10, n. 9, p. 666-679, 2016.

ROCHA, J. M. L. **Altura de manejo do capim mombaça em sistema silvipastoril sob duas distâncias do renque de árvores**. Tese (doutorado em Ciência Animal Tropical). 2021. p.85. Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína – Tocantins, p. 85. 2021.

RODRIGUES, M. O. D. **Sistema silvipastoril na Amazônia legal – Avaliação demográfica e agrônômica em pastagens**. Tese (doutorado em Ciência Animal Tropical). Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Araguaína – Tocantins, p.70. 2020.

SALES, et al. EFEITO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E CORRELAÇÕES ENTRE PARÂMETROS MORFOGÊNICOS E ESTRUTURAIS EM PASTOS DE CAPIMBRAQUIÁRIA. **Sci. Agrar. Parana.**, v. 15, n. 4, p. 427-434, 2016.

SANTOS, E. A.; SILVA, D. S.; FILHO, J. L. Q.; Perfilhamento e Algumas Características Morfológicas do Capim-Elefante cv. Roxo sob Quatro Alturas de Corte em Duas Épocas do Ano. **Rev. bras. zootec.**, v. 30(1), p.24-30, 2001.

SANTOS, G. T. **Dinâmica e compensação tamanho/densidade populacional de perfilhos em pastos de capimquicuí sob lotação intermitente**. Tese (doutorado em Produção Vegetal). 2014. p.104. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Lages, p.104. 2014.

SANTOS, P.M. **Estudo de algumas características agrônômicas de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs Tanzânia e Mombaça para estabelecer seu manejo**. 1997. 62p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz/ Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1997.

SILVA, R.G. **Morfofisiologia do dossel e desempenho produtivo de ovinos em *Panicum maximum* (Jacq.) cv. Tanzânia sob três períodos de descanso**. 2004. Fortaleza: UFC, 2004. 114p. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

Soares, A. B., Sartor, L. R., Adami, P. F., Varella, A. C., Fonseca, L., & Mezzalira, J. C. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira De Zootecnia**, v.38(3), p.443–451, 2009.

Soil Survey Staff. **Keys to Soil Taxonomy**. 12.ed. Washington, USDA – United States Department of Agriculture, NRCS -Natural Resources Conservation Service. 2014. 360p.

STABILE, S. S.; SALAZAR, D. R.; JANK, L.; RENNO, F. P. SILVA, L. F. P. Características de produção e qualidade nutricional de genótipos de capim-colônia colhidos em três estádios de maturidade. **R. Bras. Zootec.**, v.39, n.7, p.1418-1428, 2010.

TEIXEIRA, T. de A. .; GOMES, R. S. . DIAGNÓSTICO DO NÍVEL DE DEGRADAÇÃO DE PASTAGENS EM PROPRIEDADES DO DISTRITO FEDERAL. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 688–700, 2022. DOI: 10.51891/rease.v8i3.4627. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/4627>. Acesso em: 29 ago. 2023.

VALENTINI, P. V.; CASTRO, C. R. T. A importância do sistema silvipastoril na pecuária leiteira. **PUBVET**, v.4, n.7, p.1–22, 2010.

VARELLA, A. C., SILVA, V. P., RIBASKI, J. SOARES, A. B., MORAES, A., MORAIS, H., SAIBRO, J. C., Bairro, R. S. **Estabelecimento de plantas forrageiras em sistemas de integração floresta-pecuária no Sul do Brasil. (ed.) Forrageiras para integração lavoura-pecuária-floresta na região sul-brasileira**. Passo Fundo. Embrapa Trigo, 2012. 435-460p.

VARELLA, A. C. **Escolha e manejo de plantas forrageiras para sistemas de integração floresta-pecuária no sul do Brasil**. In: SEMINÁRIOS DE PECUÁRIA DE CORTE, 5., 2008, Bagé. Palestras... Bagé: Embrapa Pecuária Sul, p. 67-83, 2008.

Vieira et al. Efeito de sombreamento no crescimento inicial de *Panicum maximum* cv. Massai. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. v. 21, n.1, p.49-54, 2013.

VIEIRA, M. S.; SAOUTO, S. M.; DIAS, P. F.; COLOMBARI, A. A.; AZEVEDO, B. C.; MATTA, P. M. Efeito de sombreamento no crescimento inicial de *Panicum maximum* cv. Massai. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**. Vol. 21, Núm. 1: 49-54, 2012.

VILELA, H. H; RODRIGUES, L. E.; JESUS; N. G. Adubação nitrogenada do capim-mombaça. **Revista Cerrado Agrociências**, (7): 1-11, dez. 2016.