



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO -  
CAMPUS RIO VERDE  
DIRETORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO PROGRAMA DE  
PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA SILVIPASTORIL EM PASTAGEM DE *Brachiaria  
Brizanta* cv. Marandu COM PASTEJO CONTÍNUO DE BOVINOS**

Autora: Larissa de Souza Reis

Orientadora: Dra. Karen Martins Leão

Coorientadores: Dra. Thaisa Campos Marques e

Dr. Tiago Pereira Guimarães

**Rio Verde - GO**

**Junho/ 2022**

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA SILVIPASTORIL EM PASTAGEM DE *Brachiaria*  
*Brizanta* cv. Marandu COM PASTEJO CONTÍNUO DE BOVINOS**

Autora: Larissa de Souza Reis

Orientadora: Dra. Karen Martins Leão

Coorientadores: Dra. Thaisa Campos Marques  
e Dr. Tiago Pereira Guimarães

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós- Graduação em Zootecnia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde - Área de concentração Zootecnia/Recursos Pesqueiros.

**Rio Verde - GO**

**Junho/2022**

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

D375i DE SOUZA REIS, LARISSA  
IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA SILVIPASTORIL EM PASTAGEM  
DE Brachiaria Brizanta cv. Marandu COM PASTEJO  
CONTÍNUO DE BOVINOS / LARISSA DE SOUZA REIS;  
orientadora KAREN MARTINS LEÃO; co-orientadora  
THAISA CAMPOS MARQUES. -- Rio Verde, 2022.  
47 p.

Dissertação (Mestrado em ZOOTECNIA) -- Instituto  
Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2022.

1. Bovinocultura. 2. Forragicultura. 3. Arranjo  
florestal. 4. Sistemas integrados de produção. I.  
MARTINS LEÃO, KAREN , orient. II. CAMPOS MARQUES,  
THAISA, co-orient. III. Título.

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)                  | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização)       | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação)                   | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Larissa de Souza Reis

Matrícula:

2020202310240054

Título do trabalho:

**IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA SILVIPASTORIL EM PASTAGEM DE Brachiaria Brizanta cv. Marandu COM PASTEJO CONTÍNUO DE BOVINOS**

### RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

O documento possui redação de dois artigos científicos em sua íntegra, um já publicado, outra ainda em trâmite. Por este motivo não pode ser disponibilizado, para que não haja a configuração de plágio.

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano:  /  /

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde

10 / 08 / 2022

Local

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a) orientador(a)



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
 MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
 SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
 GOIANO - CAMPUS RIO VERDE  
 DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
 PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

Implantação de sistema silvipastoril em pastagem de *Brachiaria brizanta*  
 cv. Marandu com pastejo contínuo de bovinos

Autora: Larissa de Souza Reis  
 Orientadora: Karen Martins Leão

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia – Área de Concentração em Zootecnia/Recursos  
 Pesqueiros.

APROVADA em 22 de junho de 2022.

Dr. Tiago Pereira Guimarães  
 Avaliador interno  
 IF Goiano/RV

Dr. Marco Antônio Pereira da Silva  
 Avaliador interno  
 IF Goiano/RV

Dr. Leandro Carlos  
 Avaliador externo  
 IF Goiano/RV

Dra. Karen Martins Leão  
 Presidente da banca  
 IF Goiano/RV

Documento assinado eletronicamente por:

- Tiago Pereira Guimaraes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 22/06/2022 17:32:11.
- Leandro Carlos, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 22/06/2022 17:31:59.
- Marco Antonio Pereira da Silva, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 22/06/2022 17:30:53.
- Karen Martins Leao, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 22/06/2022 17:28:48.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 20/06/2022. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 400022  
 Código de Autenticação: 986da88522



## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, por estar sempre comigo proporcionando a força e coragem para chegar até aqui.

A minha família, em especial minha mãe Marlene Ferreira de Souza Reis e minha irmã Fernanda de Souza Reis, pelas orações, por acreditarem em mim e serem meu alicerce em todos os momentos.

A minha orientadora Dra. Karen Martins Leão e à minha coorientadora Dra. Thaisa Campos Marques, pela paciência, oportunidade de conhecê-las e ser orientada, pela sabedoria em transmitir conhecimento durante esse tempo de estudo.

Agradeço também ao Fellipe Gonçalves Moura, por ser meu incentivador, meu ouvinte e acreditar que sou capaz.

Aos colegas e ajudantes do Laboratório de Reprodução Animal - IF Goiano, por serem verdadeiros companheiros na minha jornada.

Ao professor Tiago do Prado Paim, pela ajuda com meu projeto de pesquisa.

Cabe meus agradecimentos á professora Cibele Silva Minafra, pelos conselhos e incentivos.

Ao Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, pela oportunidade de usufruir desta Pós-Graduação, a Fundação de Apoio a Pesquisa - FUNAPE pelo auxílio financeiro e apoio.

Ao Professor Leandro Carlos, idealizador do projeto.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), CNPq, FAPEG e FINEP pelo apoio a pesquisa.

Enfim, agradeço a todos que fizeram parte dessa jornada me apoiando e ajudando direto ou indiretamente.

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

LARISSA DE SOUZA REIS, filha de Jurivê Sena Reis e Marlene Ferreira de Souza Reis, irmã de Fernanda de Souza Reis. Nascida em 25 de julho de 1996 na cidade de Campos Belos - Goiás. Ingressou no curso de Tecnologia em Agronegócio no primeiro semestre de 2014 na Universidade Estadual de Goiás Campus Campos Belos - UEG. No final de 2016 concluiu sua graduação. Em 2018 ingressou na Pós-Graduação em Produção Sustentável de Bovinos no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Campos Belos, trabalhando com pesquisas sobre Influência do sombreamento na produção leiteira, em 2019 concluiu sua Pós-Graduação. Em 2020 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, em nível de Mestrado, na linha de pesquisa Melhoramento e Reprodução Animal, sob a orientação da Prof. Dra. Karen Martins Leão. Em 2021 ingressou na Graduação em Zootecnia na mesma instituição. E, em junho de 2022, concluiu o Mestrado em Zootecnia.

## ÍNDICE GERAL

ÍNDICE DE TABELAS.....	6
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....	8
RESUMO GERAL.....	9
ABSTRACT.....	10
INTRODUÇÃO GERAL.....	11
CAPÍTULO I- REVISÃO DE LITERATURA.....	12
RESUMO.....	13
ABSTRACT.....	13
RESUMEN.....	13
1. INTRODUÇÃO.....	14
2. METODOLOGIA.....	15
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1. IMPORTÂNCIA DO BEM-ESTAR NA PRODUÇÃO DE LEITE.....	15
3.2. ESTRESSE TÉRMICO.....	16
3.3. QUALIDADE DO LEITE .....	18
3.4. SISTEMA SILVIPASTORIL.....	18
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	20
5. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....	21
6. OBJETIVOS.....	27
6.1. GERAL.....	27
6.2. ESPECÍFICOS.....	27
CAPÍTULO II- IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA SILVIPASTORIL EM PASTAGEM DE BRACHIARIA BRIZANTA CV. MARANDU COM PASTEJO CONTÍNUO DE BOVINOS.....	28
RESUMO.....	28
ABSTRACT.....	29
1. INTRODUÇÃO.....	30
2. MATERIAL E MÉTODO .....	31
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	34
4. CONCLUSÃO.....	41
5. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA .....	42

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Índice pluviométrico no período experimental (08 de fevereiro de 2021 a 10 de junho de 2021).....	31
Tabela 2 - Características físicas e químicas do solo na área experimental antes da recuperação da forragem e seis meses após a recuperação da forragem nos piquetes com e sem a implantação de eucalipto.....	32
Tabela 3- Disponibilidade de matéria seca e qualidade da forrageira, antes da entrada dos animais, em diferentes momentos, sendo zero, 30 e 60 dias após plantio das árvores.....	35
Tabela 4- Disponibilidade de matéria seca e qualidade da forragem, em piquete com e sem eucalipto ( <i>Corymbia citriodora</i> ) antes da entrada dos animais.....	35
Tabela 5. Probabilidade de sobrevivência da árvore por tratamento zero, 30 e 60 dias independente do arranjo.....	38
Tabela 6. Probabilidade de sobrevivência de pelo menos uma árvore de acordo com os tratamentos e arranjos.....	39
Tabela 7. Médias da altura (cm), e espessura do caule do eucalipto (mm) ( <i>Corymbia citriodora</i> ) de acordo com os momentos de entrada dos animais, tipos de arranjos e interação do momento de entrada dos animais versus arranjos.....	40
Tabela 8. Média do diâmetro (cm) da copa do eucalipto ( <i>Corymbia citriodora</i> ) de acordo com os momentos de entrada e os diferentes arranjos avaliados.....	41

**ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 1. Cronograma experimental.....	33
Figura 2. Probabilidade de sobrevivência de cada árvore em diferentes arranjos 1 (com apenas uma árvore no arranjo), 3 (três árvores no arranjo), 5 (cinco árvores no arranjo) e 9 (nove árvores no arranjo).....	37
Figura 3. Probabilidade de sobrevivência de cada árvore por tratamento com entrada dos animais nos tempos zero dia, 30 dias e 60 dias pós-plantio das árvores.....	38
Figura 4. Probabilidade de sobrevivência de pelo menos uma árvore dentro de cada arranjo sendo de plantas 1, 3, 5 e 9. ....	40

**ÍNDICE DE SIGLAS E ABREVIATURAS**

Al	Alumínio
Ca	Cálcio
CCS	Contagem de Células Somáticas
CMS	Consumo de Matéria Seca
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
EE	Extrato Etéreo
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
H	Hidrogênio
IC	Intervalo de Confiança
ITU	Índice de Temperatura e Umidade
K	Potássio
LIG	Lignina
Mg	Magnésio
MM	Matéria Mineral
MS	Matéria Seca
Mt. Org	Matéria Orgânica do Solo
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
P(Mehlich I)	Extração de Fósforo pelo método de Mehlich I (ácido clorídrico + ácido sulfúrico)
PB	Proteína Bruta
Sat. Al	Saturação por Alumínio
Sat. Base	Saturação de Base
SSP	Sistema Silvipastoril

## RESUMO GERAL

A busca por sistemas integrados tem sido cada vez mais constante para favorecer o conforto e o bem-estar dos animais, nesse contexto, os sistemas silvipastoris têm apresentado bons resultados na pecuária leiteira, por se tratar de um sistema que fornece sombreamento aos animais de criação. Sendo assim, objetivou-se avaliar diferentes sistemas de incorporação do componente florestal, no momento de recuperação, de pastagens já implantadas de *Brachiaria brizanta* cv. Marandu com pastejo contínuo de bovinos. O experimento foi conduzido no Laboratório de Bovinocultura do IF Goiano - Campus Rio Verde, com a implantação de arranjos florestais de eucalipto (*Corymbia citriodora*) em grupos adensados com quatro arranjos de plantio, totalizando quatro arranjos, sendo 1, 3, 5 e 9 mudas, com três tempos de entrada dos animais, sendo 1, 30 e 60 dias após o plantio das árvores. Foi avaliada a probabilidade de sobrevivência de mudas por arranjo e a probabilidade de sobrevivência de pelo menos 1 muda por arranjo com a presença de animais durante 60 dias, em pastejo contínuo. Após a saída dos animais avaliou-se a altura das plantas, média do diâmetro da copa e espessura do caule em todos os momentos de entradas dos animais e arranjos. Ao comparar a qualidade da forragem entre o momento de entrada dos animais (1, 30 e 60) observou que 60 dias para a entrada dos animais proporcionou maior quantidade de matéria seca e teor de fibra detergente neutro em comparação a entrada com 30 dias. A matéria mineral foi maior no momento de entrada com 30 dias comparada ao momento de entrada com 60 dias. A probabilidade de sobrevivência de pelo menos uma árvore por arranjo independente do mesmo (1, 3, 5 e 9), foi maior na entrada dos animais com 30 e 60 dias. Os arranjos 3, 5 e 9 teve maior probabilidade de ter uma árvore viva que o arranjo 1. Os resultados demonstraram que é possível a implantação do sistema silvipastoril no mesmo momento da recuperação da pastagem. Sendo mais viável a entrada dos animais a partir de 30 dias após plantio das mudas das árvores e com maior probabilidade de sobrevivência das árvores e maior número de mudas por arranjo.

**Palavras-chave:** Bovinocultura, Bem-estar, Floresta, Sistemas integrados de produção.

## ABSTRACT

The search for integrated systems has been increasingly constant to favor the comfort and well-being of animals, in this context, integrated crop-livestock-forestry systems have shown good results in dairy farming, as it is a system that provides shading to livestock. Therefore, the objective was to evaluate different incorporation systems of forest component, at the recovery time of *Brachiaria brizanta* cv. Marandu pastures, already implanted with continuous cattle grazing. The experiment was carried out at the Dairy Cattle Laboratory of the IF Goiano - Campus Rio Verde, with the implantation of eucalyptus (*Corymbia citriodora*) forest arrangements in dense groups with four planting arrangements, totaling four arrangements, being 1, 3, 5 and 9 seedlings. With three entry times of animals, at 1, 30 and 60 days after planting the trees. The seedling survival probability of survival per arrangement and the survival probability of at least 1 seedling per arrangement with the presence of animals for 60 days, in continuous grazing, were evaluated. After the animals left, the height of the plants, average crown diameter and stem thickness were evaluated in all times when the animals entered and arranged. When comparing the forage quality between the entry time of animals (1, 30 and 60) it was observed that 60 days for the animals to entry provided a greater amount of dry matter and neutral detergent fiber content compared to the entry with 30 days. Mineral matter was higher at the entry time with 30 days compared to the time of 60 days. The survival probability of at least one tree per arrangement, independent of the same (1, 3, 5 and 9), was higher at the entrance of animals at 30 and 60 days. Arrangements 3, 5 and 9 were more likely to have a live tree than arrangement 1. The results showed that it is possible to implement an integrated crop-livestock-forestry system at the same time as pasture recovery. It is more feasible for the animals to enter from 30 days after planting the tree seedlings and with a greater probability of trees survival and a greater number of seedlings per arrangement.

**Keywords:** Cattle, Welfare, Forest, Integrated production systems.

## INTRODUÇÃO GERAL

A produção de bovinos leiteiros vem crescendo cada vez mais e se intensificando, sendo necessário um sistema de produção com características sustentáveis. Uma alternativa viável aplicada na pecuária é a implantação de sistemas integrados, como exemplo o sistema silvipastoril. A integração dos sistemas tem como objetivo maximizar o uso dos recursos naturais e dos insumos, conseqüentemente, menor impacto sobre o ambiente e maior ganho em produtividade da área (SARTOR et al., 2020).

O sistema silvipastoril integra árvores, forrageira e o animal em uma área ao mesmo tempo, caracterizando um sistema sustentável, pois visa desenvolvimento econômico, social e preservação ambiental (SILVA, 2004). Além de melhorar a fertilidade do solo, o sistema silvipastoril disponibiliza conforto térmico para os animais, levando ao melhor desempenho produtivo dos mesmos (PACIULLO et al., 2014).

Almeida et al., (2021) observaram que a conversão de pastagem degradada em sistemas integrados aumenta o estoque de carbono e nitrogênio do solo, além disso, a introdução do sistema melhora a qualidade, permitindo maior proteção da matéria orgânica do solo.

Neste sentido, o sistema silvipastoril pode ser excelente alternativa para produção de leite a pasto, pois o sistema favorece maior produção e qualidade da forragem e proporciona conforto térmico para os animais, e pode melhorar a produtividade da atividade.

No Brasil existe busca por tecnologias que se apliquem aos sistemas de produção, visando reduzir os problemas causados pelo estresse térmico. Porém, a criação de animais *Bos taurus taurus* é dificultada em regiões tropicais pelas condições climáticas. Com isso, a implantação dos sistemas de integração pecuária-floresta, com o objetivo de melhorar a qualidade da pastagem e de proporcionar melhor conforto aos animais, pode ser uma forma inovadora de produção de carne e leite de melhor qualidade, oriundos de animais taurinos criados em regiões de clima tropical (PEREIRA et al., 2017).

Neste sentido, objetivou-se a avaliar diferentes sistemas de incorporação do componente florestal, no momento da recuperação, de pastagens já implantadas de *Brachiaria brizanta* cv. Marandu com pastejo contínuo de bovinos.

## CAPÍTULO I - REVISÃO DE LITERATURA

Revisão de literatura publicada na revista *Research, Society and Development*, v. 10, n. 4, e26810414043, 2021 (CC BY 4.0) | ISSN 2525-3409 | DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i4.14043>

Reis, LS, Marques, LR, Santos, SN, Paim, TP, Guimarães, TP, Marques, TC & Leão, KM. 2021. Milk production in silvipastoril system: Review. *Research, Society and Development*. 10(4): 1-8, e26810414043.

### **Produção de leite em sistema silvipastoril: revisão**

Recebido: 18/03/2021 | Revisado: 26/03/2021 | Aceito: 30/03/2021 | Publicado: 10/04/2021

**Larissa de Souza Reis**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9935-5383>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: [larissasouza321@hotmail.com](mailto:larissasouza321@hotmail.com)

**Letícia Ribeiro Marques**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6652-6561>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: [leticiamarqueszootec@yahoo.com](mailto:leticiamarqueszootec@yahoo.com)

**Sthéfany Noronha dos Santos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9626-565X>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: [sthefanysnds2001@gmail.com](mailto:sthefanysnds2001@gmail.com)

**Tiago do Prado Paim**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9486-7128>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: [tiago.paim@ifgoiano.edu.br](mailto:tiago.paim@ifgoiano.edu.br)

**Tiago Pereira Guimarães**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3473-8148>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: [tiago.guimaraes@ifgoiano.edu.br](mailto:tiago.guimaraes@ifgoiano.edu.br)

**Thaís Campos Marques**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1112-6699>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail: thaisacm@hotmail.com

**Karen Martins Leão**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5236-7558>

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Brasil

E-mail:karen.leao@ifgoiano.edu.br

## **Resumo**

A produção de leite no mundo é crescente, pois representa parte da economia mundial. Diante deste cenário, a preocupação com a quantidade e qualidade do leite e do rebanho tem sido relevante. O estresse por calor é a consequência da ausência de sombra nas propriedades rurais, prejudicando a produção e reprodução dos animais. Neste intuito, os sistemas silvipastoris têm sido favoráveis para o desempenho de vacas leiteiras, uma vez que o sombreamento promove efeitos positivos na produção de leite, bem-estar, conforto e fertilidade, além disso, aumentam a disponibilidade de nutrientes no solo, melhorando as pastagens. Portanto, objetivou-se com esta revisão apresentar os benefícios do sombreamento proporcionado pelos sistemas silvipastoris na produção de leite e conforto térmico dos animais.

**Palavras-chave:** Bem-estar; Bovinos leiteiros; Estresse térmico; Desempenho produtivo; Sombra.

## **Abstract**

Milk production in the world is growing, as it represents part of the world economy. In view of this, the concern with the quantity and quality of milk and the herd has been relevant. Heat stress is the consequence of the absence of shade on rural properties, impairing the production and reproduction of animals. In this regard, integrated crop-livestock-forestry systems have been favorable for the performance of dairy cows, since shading promotes positive effects on milk production, well-being, comfort, and fertility, in addition of increasing the availability of nutrients in the soil, improving pastures. Therefore, the aim of this review was to present the benefits of shading provided by integrated crop-livestock-forestry systems in milk production and thermal comfort of animals.

**Keywords:** Dairy cattle; Productive performance; Shadow; Thermal stress; Welfare.

## **Resumen**

La producción de leche en el mundo está creciendo, ya que representa parte de la economía mundial. Ante este escenario, la preocupación por la cantidad y calidad de la leche y el rebaño ha sido relevante. El estrés por calor es consecuencia de la ausencia de sombra en las propiedades rurales, lo que perjudica la producción y reproducción de los animales. En este sentido, los sistemas silvopastoriles han sido favorables para el desempeño de las vacas

lecheras, ya que la sombra promueve efectos positivos en la producción de leche, el bienestar, el confort y la fertilidad, además, aumenta la disponibilidad de nutrientes en el suelo, mejorando los pastos. Por lo tanto, el objetivo de esta revisión fu presentar los beneficios del sombreado que brindan los sistemas silvopastoriles en la producción de leche y el confort térmico de los animales.

**Palabras clave:** Bienestar; Bovinos lecheros; Desempeño productivo; Estrés térmico; Sombra.

## 1. Introdução

O conforto térmico é importante para animais de produção. O ambiente confortável é reconhecido como um dos fatores determinantes para o crescimento, desenvolvimento e produtividade dos animais, pelo efeito direto e indireto na fisiologia e comportamento (Benavides et al., 2018).

Com o aumento da temperatura global e crescente produção de leite, é necessário intensificar os métodos de conforto térmico por sombra ou resfriamento evaporativo para minimizar os impactos negativos do estresse por calor em vacas leiteiras (Tao et al., 2020). Dessa forma, Maggiolino et al., (2020) afirmaram que vacas Pardo Suíço e Holandês expostas ao calor apresentam declínio na qualidade do leite.

Os efeitos do estresse por calor afetam o desenvolvimento de vacas leiteiras e da prole, tendo efeitos negativos na produção de leite, saúde e reprodução. Há prejuízo das funções imunológicas durante o período de transição, do desenvolvimento da glândula mamária antes do parto, além de causar efeitos residuais no metabolismo no início da lactação e desempenho lactacional subsequente (Tao et al., 2013).

Os sistemas sombreados são alternativas tecnológicas viáveis para proporcionar maior conforto térmico aos animais, influenciando também na reprodução das vacas, que apresentam um número maior de folículos ovarianos e ovócitos viáveis comparados a vacas expostas ao sol (Martins et al., 2020).

Neste intuito, o sistema silvipastoril (SSP) é uma forma sustentável de agrossilvicultura para a produção pecuária. Por causa da maior oferta de sombreamento, melhora o ambiente de conforto térmico por reduzir a carga radiante e as horas de estresse por calor, ajudando na adaptação dos animais de produção às mudanças climáticas (Pezzopane et al., 2019).

Além das condições térmicas favoráveis aos animais, o SSP também promove diversos benefícios ambientais, destacando-se pela conservação do solo, recursos hídricos, sequestro de carbono e aumento da biodiversidade (Polycarpo et al., 2012). Consequentemente, há

maior disponibilidade de nutrientes no solo, o que melhora a qualidade da pastagem, possibilitando o aumento no consumo de forragem e produtividade animal. Enquanto a produção de leite e carne e a reprodução aumentam, os custos de produção diminuem à medida que os insumos externos são substituídos por processos naturais relacionados à fertilidade e controle biológico (Murgueitio et al., 2011).

Nesse sentido, objetivou-se com esta revisão demonstrar os benefícios do sombreamento natural através de sistemas silvipastoris, na produção e conforto de vacas leiteiras, em busca de minimizar os efeitos negativos causados pelas altas temperaturas do ambiente.

## **2. Metodologia**

Esta revisão é exploratória e descritiva (Pereira et al., 2018), traz informações a respeito das vantagens do sombreamento natural proporcionado pelos sistemas silvipastoris para minimizar os impactos do estresse térmico em vacas leiteiras.

A pesquisa dos artigos foi realizada durante o período de novembro de 2020 a fevereiro de 2021 mediante publicações contidas nas bases de dados da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), PubMed (US National Library of Medicine National Institutes of Health), Scielo (Scientific Eletronic Library Online) e Google acadêmico, a partir dos descritores: dairy cattle, thermal stress, welfare, shadow, productive performance, silvipastoril system.

Os critérios de inclusão foram artigos em português, inglês ou espanhol, disponíveis na íntegra, publicados no corte temporal dos últimos 10 anos. Exceção deste limite temporal deu-se quanto às informações referentes às bases da fisiologia, termorregulação e índices de determinação de estresse térmico. No total foram utilizadas 43 referências.

No que diz respeito aos critérios de exclusão, rejeitou-se resumos; artigos fora da temática e não embasados em dados científicos; dissertações e teses.

## **3. Revisão de literatura**

### **3.1. Importância do bem estar na produção de leite**

Para garantir o bem-estar na produção leiteira é interessante identificar os fatores que causam mal-estar aos animais, sendo um dos elementos mais importantes de qualquer protocolo de avaliação de uma propriedade (BEGGS et al., 2019).

Vacas em lactação necessitam de condições climáticas ideais para expressar seu

potencial genético e alcançar alto desempenho produtivo (ZANIN et al., 2016). Em vista disso, é importante identificar a resistência do animal ao clima para garantir a produção, pois responde às mudanças ambientais alterando suas características fenotípicas e fisiológicas. Entretanto, os mecanismos adaptativos ajudam os animais na sobrevivência em determinados ambientes. A adaptação animal envolve morfologia (influência direta nos mecanismos de troca de calor entre o animal e o ambiente), comportamento (para reduzir o calor o animal procura por sombra) e genética animal (SEJIAN et al., 2018).

Ainda de acordo com Sejian et al., (2018) para garantir a produtividade, os animais devem ser geneticamente adaptados e com capacidade de sobrevivência. Por isso, marcadores biológicos, que possuem características fenotípicas e genotípicas, podem ser usados para quantificar as respostas ao estresse térmico, auxiliando na seleção de raças adaptadas.

O estresse por calor está entre os principais problemas que afetam a produção e a qualidade do leite, sendo que os animais de alta produção são os mais sensíveis às elevadas temperaturas do ambiente (KUMAR et al., 2020). A alteração no metabolismo animal reduz o teor e a produção de proteína do leite (GAO et al., 2017), o crescimento do animal, além de afetar o desempenho reprodutivo, tanto nas fêmeas quanto nos machos (GIRMA et al., 2019). Portanto, mesmo em condições climáticas moderadas já se observa estresse térmico em vacas leiteiras nos meses de verão (AMMER et al., 2016).

A capacidade do organismo do animal em perder calor para o ambiente depende da secreção e da evaporação do suor. Ao elevar a temperatura corporal, a sudorese também aumenta para evitar o acúmulo excessivo de calor no organismo. As altas temperaturas do ambiente podem ocasionar perdas hídricas pela sudorese e pelo ofego. Consequentemente, podem levar à desidratação, dificuldade na regulação da temperatura corporal, causando redução no desempenho. A capacidade termorregulatória insuficiente em ambiente estressante representa riscos para a homeostase, levando à hipertermia que causa distúrbios relacionados ao calor (FERREIRA et al., 2009).

A compreensão das condições de conforto térmico dos animais pode ser avaliada por meio da observação de parâmetros fisiológicos como temperatura retal e a frequência respiratória e índices que englobam a temperatura ambiente e a umidade relativa do ar (KAUFMAN et al., 2018).

### **3.2. Estresse térmico**

A elevada temperatura do ambiente causa preocupação aos produtores de leite, pois o estresse por calor causa a queda na produção e perdas econômicas significativas (POLSKY &

VON KEYSERLINGK, 2017).

Sendo assim, Thom (1959) desenvolveu um índice de conforto térmico, o índice de temperatura e umidade (ITU), expresso pela fórmula:  $ITU = (0,8 \times T + (UR/100) \times (T - 14,4) + 46,4)$ , em que T é a temperatura do ambiente e UR é a umidade relativa do ar. Os valores obtidos a partir da equação foram classificados no modelo definido por Armstrong (1994) em ameno ou brando (72 a 78), moderado (79 a 88) e severo (89 a 98). ITU abaixo de 72 caracterizaria um ambiente sem estresse por calor (ARMSTRONG, 1994).

O ITU é um dos índices mais utilizados para determinar as condições de estresse térmico em vacas leiteiras (KAUFMAN et al., 2018). No entanto, Bohmanova et al., (2007) realizaram experimento comparando sete fórmulas do ITU e concluíram que a umidade é um fator limitante do estresse térmico e que as fórmulas de ITU diferem em na capacidade de detectar estresse por calor.

No início do período seco, durante o verão na Flórida, o estresse térmico causa o aumento na taxa respiratória e temperatura retal, provocando o aumento do ITU maior que 68 em vacas leiteiras. Conseqüentemente, reduzem o consumo de matéria seca (CMS), produção de leite, proteína e lactose (FABRIS et al., 2019). Nesse contexto, Azevedo et al., (2005) observaram em vacas leiteiras mestiças Holandês-Zebu, com temperatura retal entre 38 e 39°C, os valores críticos ITU de 80, 77 e 75 para os animais com grupo genético  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$ ,  $\frac{7}{8}$  Holandês-Zebu, respectivamente, e com frequência respiratória de 60 movimentos por minuto, estimaram valores críticos de ITU iguais a 79, 77 e 76, respectivamente. Dessa forma, vacas do grupo genético  $\frac{1}{2}$  Holandês-Zebu demonstraram maior tolerância ao calor comparado às vacas  $\frac{7}{8}$  Holandês-Zebu, e as vacas  $\frac{3}{4}$  mantiveram em posição intermediária. Shutz (2010) avaliou 120 vacas leiteiras da raça Holstein-Friesian no meio da lactação sob três condições: sem sombra, com acesso a uma pequena sombra e acesso a grande sombra artificial. Verificaram que o acesso para a maior área de sombra aumentou o tempo de permanência na sombra e menos tempo ao redor do bebedouro com melhores respostas fisiológica e comportamental pela redução de calor, melhorando também a taxa respiratória.

Vacas leiteiras submetidas ao estresse térmico não conseguem dissipar calor corporal suficiente para evitar o aumento na temperatura corporal (POLSKY & VON KEYSERLINGK, 2017). Assim, o mecanismo termorregulatório é ativado e o CMS é reduzido. Conseqüentemente, há aumento nos níveis de insulina devido a menor mobilização de lipídeos do tecido adiposo e aumento da glicose pelos tecidos periféricos. Logo, a glicose é desviada da glândula mamária, reduzindo a produção de leite (BAUMGARD & RHOADS JR, 2013; XIE et al., 2016; TAO et al., 2020).

Adicionalmente, Bernabucci et al., (2014) afirmaram que vacas multíparas Holandês

são mais afetadas pelo estresse calórico em relação às primíparas, sendo que a produção de leite pode diminuir 1 kg por dia. Tal fato pode ser explicado porque primíparas geram menos calor metabólico, têm área de superfície maior em comparação com a massa corporal interna e produzem menos leite.

### **3.3. Qualidade do leite**

A qualidade do leite também é um fator importante para a produção, e com as mudanças na temperatura ambiente, ocorrem alterações. Por conseguinte, as porcentagens de gordura do leite são frequentemente reduzidas pelo estresse por calor (0,5 e 0,2 unidades percentuais respectivamente) o estresse por calor também interfere na composição do leite, proteína e aumento da contagem de células somáticas (CCS) (STAPLES et al., 2016).

Nasr et al., (2017) exploraram ITU em vacas leiteiras no Egito, avaliando os efeitos de ITU sob a CCS, produção e composição do leite. Concluíram que o ITU alto associa em maior CCS e redução da produção e qualidade do leite.

Logo Fan et al., (2019) investigaram os efeitos de estresse por calor em vacas leiteiras em relação ao consumo de ração, produção e composição do leite e alterações metabólicas na glândula mamária. Vinte vacas leiteiras foram selecionadas aleatoriamente em dois tratamentos diferentes, um com estresse por calor e o outro livre de estresse. Comparando os dois tratamentos concluíram que o grupo com estresse por calor diminuiu o CMS ( $P < 0,01$ ), produção de leite, proteína do leite e nitrogênio ureico do leite em comparação com o tratamento livre de estresse e aumentou a CCS, afetando também o metabolismo de substâncias no tecido da glândula mamária de vacas em lactação. Na busca por soluções que possam minimizar esses efeitos negativos, a melhoria do manejo é uma estratégia, incluindo sistemas que disponibilizem conforto e bem-estar aos animais, melhoramento genético, alimentação e nutrição.

### **3.4. Sistema Silvipastoril**

O SSP consiste no consórcio de árvores, arbustos-árvores, pastagem e o animal, caracterizando-se em um método sustentável pela restauração de pastagens degradadas e estoque de carbono, nitrogênio em solos tropicais e preservação ambiental (PINHEIRO et al., 2018; JUNIOR et al., 2020). Os sistemas de produção são considerados sustentáveis quando os efeitos futuros esperados forem aceitáveis, em particular em relação à disponibilidade de recursos, consequências de funcionamento e moralidade de ação (BROOM, 2017).

O conforto térmico no SSP de três níveis caracteriza-se pela presença de pastagem, arbustos com folhas comestíveis e árvores que também podem ter folhas comestíveis. Em decorrência disso, evita a incidência de radiação solar, proporciona conforto térmico, melhoria nutricional, da condição corporal e da saúde dos animais pela maior presença de predadores de carrapatos e moscas no ambiente (BROOM, 2017).

De acordo com Rivera-Herrera (2017), o SSP é uma alternativa para aumentar de duas a cinco vezes a produção de carne e leite, pelo aumento de matéria seca na pastagem, energia e minerais. Também são responsáveis por diminuir o teor de fibra detergente neutro (FDN) e fibra detergente ácido (FDA) devido às melhorias físicas e químicas do solo, aumentando a eficiência na fermentação ruminal. Neste sentido, Montoya et al., (2017) afirmaram que vacas leiteiras recém-paridas e no meio da lactação, alimentadas apenas com forragem em SSP intensivo sem suplementação produzem média de 10 e 12 litros de leite por dia.

Améndola et al., (2019) avaliaram oito novilhas mestiças não lactantes da raça *Bos indicus* x *Bos taurus* em uma região de clima tropical sub úmido do México, com temperatura média anual de 28°C, em que a maioria das chuvas ocorrem no verão. Duas fazendas foram selecionadas, uma com sistema silvipastoril intensivo composto por gramíneas e árvores usadas como fonte de ração para o gado e com cerca viva. A outra com sistema de monocultura constituído por grama sem cerca viva. Observaram que no sistema de monocultura, a temperatura média, a umidade relativa e o ITU foram 33,24°C; 61,24 % e 83,77, respectivamente, enquanto no SSP intensivo foram de 30,58°C; 76,07% e 81,98, respectivamente. Verificou-se que o ITU foi mais alto no sistema de monocultura ( $P < 0,001$ ), contribuindo para que as novilhas aumentassem a caminhada à procura de alimentos. Contrariamente, o SSP contribuiu para o bem-estar das novilhas que gastaram menos tempo pastando e ruminando, propiciando maior tempo em descanso e melhor condição de bem-estar.

Os SSP, além de proporcionar benefícios aos animais de produção, aumentam a fertilidade do solo em relação aos teores de fósforo, potássio e carbono orgânico total na camada de 5 a 40 cm, comparado a pastagens sem a presença de árvores (BATTISTE et al., 2018).

Morales et al., (2017) avaliaram o bem-estar de bovinos de corte em três diferentes SSP intensivos que se diferenciaram por tamanho da área, composição de plantas e período de pastejo. O sistema 1 com baixa diversidade de plantas num piquete de 1200 m<sup>2</sup> com pastejo de 24 horas; o sistema 2, diversidade média de plantas com piquete de 600 m<sup>2</sup>, com período de pastejo de 12 horas e o sistema 3 com alta diversidade de plantas, piquete de 600 m<sup>2</sup> e pastejo de 24 horas de duração. Verificaram que mesmo com os diferentes arranjos, os três

sistemas forneceram recursos suficientes garantindo bem-estar aos animais no que diz respeito à alimentação, disponibilidade de água, conforto térmico e respostas comportamentais, proporcionando aos produtores sustentabilidade na criação de gado.

Sendo assim, Mello et al., (2017) avaliaram o comportamento de novilhas leiteiras em sistemas integrados no Estado do Mato Grosso. Três estações do ano (período chuvoso de verão, período de transição chuvoso-seco e início da estação seca) e três níveis de sombreamento (pleno sol, sombreamento moderado e sombreamento intenso por eucaliptos com 12 m de altura) foram avaliados. Os sistemas com sombra moderada e intensa proporcionaram conforto térmico, sendo que no sistema com sombreamento intenso as novilhas apenas procuraram pela sombra nas horas mais quentes do dia durante as três estações. Entretanto, no sistema em pleno sol, as novilhas não pastejaram nas horas quentes do dia, pois interromperam as atividades para ficar inativas durante um longo período do dia.

Pezzopane et al., (2019) avaliaram a transmissão da radiação solar e índice de conforto térmico animal em dois SSP com arranjos diferentes. O primeiro sistema com árvores nativas brasileiras, estas foram plantadas em linhas triplas com espaçamento de 2,5 m entre plantas e 17 m entre as fileiras, e o segundo sistema com eucaliptos *urograndis* as árvores foram plantadas em linhas simples com espaçamento de 2,0 m entre plantas e 15 m entre fileiras. Observaram que o sistema com árvores nativas promoveu melhores índices de conforto térmico e menor número de horas de índice de temperatura e umidade do globo negro ( $BGHI > 79$ ) devido às árvores terem sido implantadas em linhas triplas promovendo o maior sombreamento.

Devido às mudanças climáticas a temperatura aumenta cada vez mais e, a proteção contra a radiação solar tem significativa importância. Deste modo, o SSP pode ser benéfico na mitigação destes efeitos, principalmente quando a implantação de fileiras das árvores é mais próxima, pois ajuda na redução da incidência solar (BOSI et al., 2020).

#### **4. Considerações finais**

Os sistemas de produção de leite requerem atenção na obtenção de índices produtivos satisfatórios. Para tanto, devem ser levados em consideração todos os fatores envolvidos na produção, seja nutrição, sanidade, bem-estar e conforto térmico dos animais.

O estresse térmico é uma das causas de queda na produção de leite e, conseqüentemente, ocorrem perdas econômicas significativas. Além disso, causam efeitos negativos na reprodução do rebanho, redução no consumo alimentar, diminuição da proteína e lactose do leite.

A implantação de sistemas silvipastoris tem sido alternativa viável para os produtores de leite, pois fornece sombreamento e conforto térmico aos animais de produção. As vacas em lactação são sensíveis às temperaturas altas do ambiente e quando estão sob estresse por calor diminuem o volume de leite. Dessa forma, o sombreamento proporcionado pelos sistemas silvipastoris, além de preservar o meio ambiente, favorece o conforto e reduz o estresse térmico de vacas leiteiras, refletindo em melhor desempenho animal.

## 5. Bibliografia consultada

Améndola, L.; Solorio, J. C.; Ku-Vera, J. C.; Améndola, M. R. D.; Zarza, H.; Mancera, K. F.; Galindo, F. 2019. A pilot study on the foraging behaviour of heifers in intensive silvopastoral and monoculture systems in the tropics. *Animal* 13:606-616. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001532>

Ammer, S.; Lambertz, C.; Gaulty, M. 2016. Is reticular temperature a useful indicator of heat stress in dairy cattle? *Journal of Dairy Science* 99:10067-10076. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11282>

Armstrong, D. V. 1994. Heat Stress Interaction with Shade and Cooling. *Journal of Dairy Science* 77:2044-2050. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77149-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77149-6)

Azevedo, M.; Pires, M. F. A.; Saturnino, H. M.; Lana, Q. A. M.; Sampaio, I. B. M.; Monteiro, J. B. N.; Morato, L. E. 2005. Estimation of upper critical levels of the temperature-humidity index for ½, ¾ e 7/8 lactating Holstein-Zebu dairy cows. *Revista Brasileira de Zootecnia* 34:2000-2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000600025>

Battiste, L. F. Z.; Filho, A. L. S.; Perda, A.; Sinisgalli, P. A. A. 2018. Soil chemical attributes in a high biodiversity silvopastoral system. *Acta Agronômica* 67(4):486-493. <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v67n4.70180>

Baumgard, L. H.; Rhoads Jr, R. P. 2013. Effects of heat stress on postabsorptive metabolism and energetics. *Annual Review of Animal Biosciences* 1:311-337. <https://doi:10.1146/annurev-animal-031412-103644>

Beggs, D. S.; Jongman, E. C.; Hemsworth, P. H.; Fisher, A. D. 2019. The effects of herd size

on the welfare of dairy cows in a pasture-based system using animal- and resource-based indicators. *Journal of Dairy Science* 102:3406-3420. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-14850>

Bernabucci, U.; Biffane, S.; Buggiotti, L.; Vitali, A.; Lacetera, N.; Nardone, A. 2014. The effects of heat stress in Italian Holstein dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 97:471-486. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-6611>

Benavides, R. A. M.; Guerrero, H. S.; Atzori, A. S. 2018. A conceptual model to describe heat stress in dairy cows from actual to questionable loops. *Acta Agronômica* 67:59-64. <http://dx.doi.org/10.15446/acag.v67n1.60612>

Broom, D. M. 2017. Components of sustainable animal production and the use of silvopastoral systems. *Revista Brasileira de Zootecnia* 46:683-688. <https://doi.org/10.1590/s1806-92902017000800009>

Bosi, C.; Pezzopane, J. R. M.; Sentelhas, P. C. 2020. Silvopastoral system with Eucalyptus as a strategy for mitigating the effects of climate change on Brazilian pasturelands. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 92:e20180425. <http://dx.doi.org/10.1590/0001-3765202020180425>

Bohmanova, J.; Misztal, I.; Cole, J. B. 2007. Temperature-Humidity Indices as Indicators of Milk Production Losses due to Heat Stress. *Journal of Dairy Science* 90:1947-1956. <https://doi.org/10.3168/jds.2006-513>

Broom, D. M. 2017. Components of sustainable animal production and the use of silvopastoral systems. *Revista Brasileira de Zootecnia* 46:683-688. <https://doi.org/10.1590/s1806-92902017000800009>

Fabris, T. F.; Laporta, J.; Skibiel, A. L.; Corra, F. N.; Senn, B. D.; Wohlgemuth, S. E.; Dahl, G. E. 2019. Effect of heat stress during early, late, and entire dry period on dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 102:5647-5656. <https://doi.org/10.3168/jds.2018-15721>

Fan, C. Y.; Su, D.; Tian, E.; Hu, R. T.; Ran, L.; Yang, Y. Yan-jing Su, Y. J.; Cheng, JB. 2019. Milk production and composition and metabolic alterations in the mammary gland of heat-stressed lactating dairy cows. *Journal of Integrative Agriculture* 18: 2844-2853.

[https://doi.org/10.1016/S2095-3119\(19\)62834-0](https://doi.org/10.1016/S2095-3119(19)62834-0)

Ferreira, F.; Campos, W. E.; Carvalho, A. U.; Pires, M. F. A.; Martinez, M. L.; Silva, M. V. G. B.; Verneque, R. S.; Silva, P. F. 2009. Sweat rate and histological parameters of cattle submitted to heat stress. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 61:763-768. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352009000400001>

Gao, S. T.; Guo, J.; Quan, S. Y.; Nan, X. M.; Fernandez, M. V. S.; Baumgard, L. H.; BU, D. P. 2017. The effects of heat stress on protein metabolism in lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 100:5040-5049. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11913>

Girma, F.; Gebremariam, B. 2019. Review on Effect of Stress on Production and Reproduction of Dairy Cattle. *Journal of Scientific and Innovative Research* 8:29-32.

Junior, M. A. L.; Fracetto, F. J. C.; Ferreira, J. S.; Silva, M.B.; Fracetto, G. G. M. 2020. Legume-based silvopastoral systems drive C and N soil stocks in a subhumid tropical environment. *Catena* 189:104508. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2020.104508>

Kaufman, J. D.; Saxtom, A. M.; Ríus, A. G. 2018. Short communication: Relationships among temperature-humidity index with rectal, udder surface, and vaginal temperatures in lactating dairy cows experiencing heat stress. *Journal of Dairy Science* 101:6424-6429. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13799>

Kumar, G.; Devi, P.; Sharma, N.; Somagond, Y. M. 2020. Impact of thermal stress on milk production, composition and fatty acid profile in dairy cows: A review. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 8:1278-1283.

Maggiolino, A.; Dahl, G. E.; Bartolomeu, N.; Bernabucci, U.; Vitali, A.; Serio, G.; Cassandro, M.; Centoducati, G.; Santus, E.; De Palo, P. 2020. Estimation of maximum thermo-hygrometric index thresholds affecting milk production in Italian Brown Swiss cattle. *Journal of Dairy Science* 103:8541-8553. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18622>

Martins, C. F.; Fonseca-Neto, A. M.; Bessler, H. C.; Dode, M. A. N.; Leme, L. O.; Franco, M. M.; McManus, C. M.; Malaquias, J. V.; Ferreira, I. C. 2020. Natural shade from integrated crop–livestock–forestry mitigates environmental heat and increases the quantity and quality of

oocytes and embryos produced in vitro by Gyr dairy cows. *Ciência Pecuária* 104341. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104341>

Mello, A. C. T.; Carnevalli, R. A.; Shiratsuchi, L. S.; Pedreira, B. C.; Lopes, B. L.; Xavier, D. B. 2017. Improved grazing activity of dairy heifers in shaded tropical grasslands. *Ciência Rural* 47: e20160316. <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20160316>

Morales, A. M. T.; Ceballos, M. C.; Londoño, G. C.; Cardona, C. A. C.; Ramirez, J. F. N.; Costa, M. J. R. P. 2017. Welfare of cattle kept in intensive silvopastoral systems: A case report. *Revista Brasileira de Zootecnia* 46:478-488. <http://dx.doi.org/10.1590/s1806-92902017000600002>

Montoya, E. S.; Chará, J. D.; Barahona-Rosales, R. 2017. The nutritional balance of early lactation dairy cows grazing in intensive silvopastoral systems. *Ciência Animal Brasileira* 18: e40419. <https://doi.org/10.1590/1089-6891v18e-40419>

Murgueitio, E.; Calle, Z.; Uribe, F.; Calle, A.; Solorio, B. 2011. Native trees and shrubs for the productive rehabilitation of tropical cattle ranching lands. *Forest Ecology and Management* 261:1654-1663. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2010.09.027>.

Nasr, M. A. F.; Tarabany, M. S. 2017. Impact of three THI levels on somatic cell count, milk yield and composition of multiparous Holstein cows in a subtropical region. *Journal of Thermal Biology* 64: 73-77. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2017.01.004>

Perissionotto, M.; Moura, D. J.; Cruz, V. T.; Souza, S. R. L.; Lima, K. A. O.; Mendes, A. S. 2009. Thermal comfort on Subtropical and Mediterranean climate analyzing some physiological data through fuzzy theory. *Ciência Rural* 39:1492-1498. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782009005000094>

Pezzopane, J. R. M.; Nicodemoa, M. L. F.; Cristiam, B.; Garcia, A. R.; Lulu, J. 2019. Animal thermal comfort indexes in silvopastoral systems with different tree arrangements. *Journal of Thermal Biology* 79:103-11. <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2018.12.015>

Pinheiro, F. M.; Ramachandran Nair, P. K. 2018. Silvopasture in the Caatinga biome of Brazil: A review of its ecology, management, and development opportunities. *Forest Systems*

27: 1-16. <http://doi.org/10.5424/fs/2018271-12267>

Polycarpo, R. C.; Bazon, G. F.; Belgo, B. L. S.; Polycarpo Filho, C. H. S.; Leonel, F. R.; Generoso, A. R. 2012. Característica da Produção de Leite nos Sistemas Intensivo em Pastos e Silvipastoril: Revisão. *Nucleus Animalium* 4:71-78. 10.3738/1982.2278.716

Polsky, L.; Von Keyserlingk, M. A. G. 2017. Invited review: Effects of heat stress on dairy cattle welfare. *Journal of Dairy Science* 100:8645-8657. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12651>

Rivera-Herrera, J. E.; Molina-Botero, I.; Chára-Orozco, J.; Murgueitio-Restrepo, E.; Barahona-Rosales, R. 2017. Intensive silvopastoral systems with *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit: productive alternative in the tropic in view of the climate change. *Pastos y Forrajes* 40:171-183. [http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v40n3/en\\_pyf01317.pdf](http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v40n3/en_pyf01317.pdf)

Staples, C. R.; Thatcher, W. W. 2016. Heat Stress: Effects on Milk Production and Composition. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21237-7>

Sejian, V.; Bhatta, R.; Gauugham, J. B.; Dunshea, F. R.; Lacetera, N. 2018. Review: Adaptation of animals to heat stress. *Animal* 12:431-444. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001945>

Schutz, K. E.; Rogers, A. R.; Poulouin, I. A.; Cox, N. R.; Tucker, C. B. 2010. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 93:125-133. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2416>

Tao, S.; Dahl, G. E. 2013. Invited review: Heat stress effects during late gestation on dry cows and their calves. *Journal of Dairy Science* 96:4079-4093. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-6278>

Tao, S. H. A.; Rivas, R. M. O.; Marins, T. N.; Chen, Y. C.; Gao, J.; Bernard, J. K. 2020. Impact of heat stress on lactational performance of dairy cows. *Theriogenology* 105:1-188. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2020.02.048>

Thom, E. C. 1959. The discomfort index. *Weatherwise* 12:57-60.

<https://doi.org/10.1080/00431672.1959.9926960>

Xie, G.; Cole, L. C.; Zhao, L. D.; Skrzypek, M. V.; Sanders, S. R.; Rhoards, M. L.; Baumgards, L. H.; Rhoards, R. P. 2016. Skeletal muscle and hepatic insulin signaling is maintained in heat-stressed lactating Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 99:4032-4042. <https://doi.org/10.3168/jds.2015-10464>

Zanin, E.; Bichel, A.; Mangilli, L. G. 2016. Bem estar de vacas leiteiras em sistema silvipastoril. *Pubvet* 10:381-387.

## **6. OBJETIVOS**

### **6.1. Geral**

O objetivo foi desenvolver um sistema de integração silvipastoril para apoiar o desenvolvimento rural sustentável de áreas do Cerrado. O sistema proposto envolve a incorporação do componente florestal em pastagens já implantadas, visando avaliar formas inovadoras e sustentáveis na produção de bovinos de leite, buscando associar alto desempenho zootécnico e bem-estar animal. Portanto, objetivou-se a avaliar diferentes sistemas de incorporação do componente florestal, no momento da recuperação, de pastagens já implantadas de *Brachiaria brizanta* cv. Marandu com pastejo contínuo de bovinos.

### **6.2. Específicos**

Avaliar a probabilidade de sobrevivência de mudas de eucalipto em cada arranjo de plantio e a probabilidade de sobrevivência de pelo menos uma muda por arranjo, durante 60 dias de pastejo com arranjos florestais de 1, 3, 5 e 9 mudas de árvores e com entrada dos bovinos no dia do plantio, 30 e 60 dias após o plantio das árvores.

Avaliar altura, diâmetro da copa e espessura do caule das árvores, após 60 dias de pastejo, em diferentes tipos de arranjos florestais e diferentes tempo de entrada dos bovinos após plantio das árvores.

## **CAPÍTULO II - IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA SILVIPASTORIL EM PASTAGEM DE *Brachiaria Brizanta* cv. Marandu COM PASTEJO CONTÍNUO DE BOVINOS**

(Normas de acordo com a revista PAB)

### **Resumo**

Os sistemas silvipastoris têm apresentado bons resultados na produção agropecuária por se tratar de um sistema sustentável, além disso, o sistema silvipastoril integra o componente arbóreo e o animal em uma mesma área, auxiliando na fertilidade do solo e promovendo conforto ao animal. Sendo assim, objetivou-se a avaliar diferentes sistemas de incorporação do componente florestal, no momento da recuperação, de pastagens já implantadas de *Brachiaria brizanta* cv. Marandu com pastejo contínuo de bovinos. O experimento foi conduzido no Laboratório de Bovinocultura do IF Goiano - Campus Rio Verde com a implantação de arranjos florestais de eucalipto (*Corymbia citriodora*) em grupos adensados com três modelos protetivos e um solteiro, totalizando quatro arranjos sendo 1, 3, 5 e 9 mudas, com três tempos de entrada dos animais sendo 1, 30 e 60 dias após o plantio das árvores. Foi avaliada a probabilidade de sobrevivência de mudas por arranjo e a probabilidade de sobrevivência de pelo menos 1 muda por arranjo com a presença de animais durante 60 dias, em pastejo contínuo. Após a saída dos animais avaliou-se a altura das plantas, média do diâmetro da copa e espessura do caule em todos os momentos de entrada dos animais e arranjos. Ao comparar a qualidade da forragem entre os momentos de entrada dos animais (1, 30 e 60) observou-se que a entrada dos animais com 60 dias proporcionou maior quantidade de matéria seca e teor de fibra detergente neutro em comparação ao momento de entrada dos animais com 30 dias. A probabilidade de sobrevivência de pelo menos uma árvore por arranjo independente do mesmo (1, 3, 5 e 9), foi maior nos momentos de entrada com 30 e 60 dias. Observou-se que nos arranjos 3, 5 e 9 existe maior probabilidade de ter uma árvore viva que o arranjo 1. Os resultados demonstraram que é possível a implantação do sistema silvipastoril no mesmo momento da recuperação da pastagem, sendo mais viável a entrada dos animais a partir de 30 dias após plantio das mudas das árvores e com maior probabilidade de sobrevivência das árvores e maior número de mudas por arranjo.

**Palavras-Chave:** Bovinocultura, Forragicultura, Arranjo florestal, Sistemas integrados de produção.

### Abstract

The integrated crop-livestock-forestry systems have shown good results in agricultural production because it is a sustainable system, that integrates the tree component and the animal in the same area, helping in soil fertility and promoting animal comfort. Therefore, the objective was to evaluate different incorporation systems of forest component, at the recovery time of *Brachiaria brizanta* cv. Marandu pasture, already implanted with continuous cattle grazing. The experiment was carried out at the Dairy Cattle Laboratory of the IF Goiano - Campus Rio Verde with the implantation of forest arrangements of eucalyptus (*Corymbia citriodora*) in dense groups with three protective models and one single, totaling four arrangements being 1, 3, 5 and 9 seedlings. With three entry times of the animals at 1, 30 and 60 days after trees planting. The seedlings survival probability per arrangement and the survival probability of at least 1 seedling per arrangement with the presence of animals for 60 days, in continuous grazing, were evaluated. After leaving the animals, the height of the plants, average crown diameter and stem thickness were evaluated in all times when the animals entered and arranged. When comparing the forage quality between the entry moments of the animals (1, 30 and 60) it was observed that the entry with 60 days provided a greater amount of dry matter and neutral detergent fiber content compared to the entry moment of 30 days. The survival probability of at least one tree per arrangement regardless of the same (1, 3, 5 and 9) was higher at entry times of 30 and 60 days. It was observed that in arrangements 3, 5 and 9 there is a greater probability of having a live tree than in arrangement 1. The results showed that it is possible to implement an integrated crop-livestock-forestry system at the same time as pasture recovery, making it more viable for animals to enter from 30 days after planting the tree seedlings and with greater probability of tree survival and greater number of seedlings per arrangement.

**Keywords:** Cattle, Forage, Forest arrangements, Integrated production systems.

## 1. Introdução

Buscando melhoria nos índices produtivos de sistemas agropecuários sustentáveis, novos sistemas de produção têm sido estudados. O sistema silvipastoril é um sistema que integra árvores, forrageira e o animal em uma área ao mesmo tempo, caracterizando um sistema sustentável, visando o desenvolvimento econômico, social e preservação ambiental (SILVA, 2004). Além disso, melhora a fertilidade do solo e disponibiliza conforto térmico para os animais, levando a melhor desempenho produtivo (PACIULLO et al., 2014).

A sensibilidade de vacas leiteiras ao estresse térmico é bem evidente, apresentando como respostas, queda na produção, redução da eficiência reprodutiva e bem-estar. Animais de alta produção submetidos ao estresse térmico podem apresentar consumo alimentar reduzido, desta forma, as necessidades nutricionais não são atendidas, acarretando queda na produção leiteira, sólidos do leite e rendimento de derivados (COLLIER et al., 2006).

Os bovinos possuem capacidade de identificar locais sombreados que fornecem proteção contra a radiação solar (SHUTZ et al., 2009), diante disso, é de suma importância a utilização de sombra com intuito de diminuir o estresse provocado pelas altas temperaturas, o que conseqüentemente acarretará melhor desempenho produtivo dos animais (LINHARES et al., 2015). Neste sentido, o sistema de integração Pecuária- Floresta pode ser uma excelente alternativa para produção de leite a pasto, pois o sistema favorece maior produção e qualidade da forragem e proporciona conforto térmico para os animais, e pode melhorar a produtividade da atividade.

Segundo Pereira et al., (2017) no Brasil existe busca por tecnologias que se apliquem aos sistemas de produção, visando reduzir os problemas causados pelo estresse térmico. Porém, a criação de animais *Bos taurus taurus* é dificultada em regiões tropicais pelas condições climáticas. A implantação dos sistemas de integração pecuária-floresta, com o objetivo de melhorar a qualidade da pastagem e de proporcionar melhor conforto aos animais, pode ser uma forma inovadora de produção de carne e leite de melhor qualidade, oriundos de animais taurinos criados em regiões de clima tropical.

No sistema silvipastoril, a presença do componente florestal e a pastagem podem ser implantadas de forma simultânea uma vez que o componente florestal pode ser introduzido em pastagens já estabelecidas. O componente arbóreo neste sistema pode exercer grande influência sobre a forrageira utilizada em razão do sombreamento. Por isso, as práticas de manejo devem ser adotadas com o intuito de manter a produção de matéria seca suficiente para alimentar os animais em todos os períodos do ano, sem comprometer a persistência da forrageira ao longo dos anos (ANJOS et al., 2021).

Em geral, os pequenos produtores possuem poucos recursos para investimento, tanto para melhoria do plantel quanto melhoria da própria pastagem. Para tais pecuaristas indisponibilizar parte da área produtiva para realizar a arborização não é viável, tampouco a utilização de cercas para impedir o dano inicial causado pelos animais nas mudas recém-plantadas.

Portanto, visando viabilizar a arborização das pastagens com eucalipto, devido seu crescimento rápido, objetivou-se a avaliar diferentes sistemas de incorporação do componente florestal, no momento da recuperação, de pastagens já implantadas de *Brachiaria brizanta* cv. Marandu com pastejo contínuo de bovinos.

## 2. Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Bovinocultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Rio Verde, Goiás, localizada nas coordenadas geográficas 17°49'02"S 50°53'48"W, região de clima tropical semiúmido, caracterizado por verões chuvosos e invernos secos, classificado como tipo Aw de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger (ALVARES et al., 2014).

A temperatura mínima durante o período experimental foi de  $18,0 \pm 2,3^\circ\text{C}$ , a temperatura máxima de  $29,5 \pm 1,9^\circ\text{C}$  e a Temperatura média de  $23,78 \pm 1,44^\circ\text{C}$ , com índice pluviométrico de 266,3 mm durante o período experimental, sendo que a maior precipitação foi no mês de março (Tabela 1).

**Tabela 1** - Índice pluviométrico no período experimental (08 de fevereiro de 2021 a 10 de junho de 2021).

Meses	Quantidade de chuvas (mm)
Fevereiro	51,4 mm
Março	100,1 mm
Abril	56,7 mm
Maiο	57,9 mm
Junho	0,2 mm

mm = milímetros.

Para implantação do experimento foi realizado o monitoramento da fertilidade do solo (Tabela 2) da área experimental pela avaliação das características físicas e químicas (TEDESCO et al., 1995) na camada de zero a 20 cm do solo. A recuperação do solo iniciou no dia 23 de setembro de 2020 com uma calagem, sendo utilizadas 2,3 toneladas por hectare e em seguida foi realizado controle de plantas daninhas. Em 19 de janeiro de 2021 ocorreu a

aplicação de 350 kg por ha de superfosfato simples ( $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2 + \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), 320 kg por hectare de cloreto de potássio (60% de  $\text{K}_2\text{O}$ ) e em seguida, realizou-se a subsolagem a 30 cm de profundidade. Após 6 meses de recuperação da pastagem, em julho de 2021 realizou-se uma segunda análise de solo (Tabela 2).

**Tabela 2** - Características físicas e químicas do solo na área experimental antes da recuperação da forragem e seis meses após a recuperação da forragem nos piquetes com e sem a implantação de eucalipto.

Parâmetros do solo	Antes da recuperação da pastagem	6 meses após a recuperação da pastagem – piquetes sem árvores	6 meses após a recuperação da pastagem – piquetes sem árvores
pH-SMP (UN)	6,3	-	-
pH $\text{CaCl}_2$ (UN)	5,1	5,3	5,47
Ca+Mg ( $\text{cmolc.dm}^{-3}$ )	3,58	4,34	4,6
Ca ( $\text{cmolc.dm}^{-3}$ )	2,42	3,17	3,43
Mg ( $\text{cmolc.dm}^{-3}$ )	1,16	1,17	1,17
Al ( $\text{cmolc.dm}^{-3}$ )	0,16	0,0	0,0
H+Al ( $\text{cmolc.dm}^{-3}$ )	3,9	3,3	3,10
CTC ( $\text{cmolc.dm}^{-3}$ )	-	8,11	8,22
K ( $\text{cmolc.dm}^{-3}$ )	0,18	0,48	0,52
K ( $\text{mg.dm}^{-3}$ (ppm))	70	186	202
P (Mehlich ( $\text{mg.dm}^{-3}$ (ppm)))	1,4	6,67	6,47
S ( $\text{mg.dm}^{-3}$ (ppm))	2,2	-	-
B ( $\text{mg.dm}^{-3}$ (ppm))	0,22	-	-
Cu ( $\text{mg.dm}^{-3}$ )	2,8	-	-
Fe ( $\text{mg.dm}^{-3}$ )	24	-	-
Mn ( $\text{mg.dm}^{-3}$ )	21,4	-	-
Zn ( $\text{mg.dm}^{-3}$ )	0,9	-	-
Na ( $\text{mg.dm}^{-3}$ )	2,5	-	-
M.O (g.kg)	28,3	21	22
MO (%)	-	2,10	2,2
C.O ( $\text{g.dm}^{-3}$ )	16,4	-	-
T ( $\text{cmolc.dm}^{-3}$ )	7,7	-	-
t ( $\text{cmolc.dm}^{-3}$ )	3,9	-	-
V (%)	48,8	58,67	61,67
Sat.Al (%)	4,1	0,0	0,0
Ca por CTC (%)	31,4	38,7	41,47
Mg por CTC (%)	15,1	14,07	13,97
K por CTC (%)	2,3	5,93	6,23
H+Al por CTC (%)	50,6	41,03	38,13
Argila ( $\text{g.dm}^{-3}$ )	525	-	-
Silte ( $\text{g.dm}^{-3}$ )	75	-	-
Areia ( $\text{g.dm}^{-3}$ )	400	-	-

Ca = cálcio, CTC = capacidade de troca de cátions, K = potássio, Al = alumínio, Mg = magnésio, Sat. Al (M%) = saturação por alumínio, Sat. Base (V%) = saturação de base, Cu = cobre, Fe = ferro, H+Al = Acidez total ou potencial, M.O= Matéria orgânica, t= CTC efetiva, C.O= Cobalto, T= CTC a pH 7,0, m%= Porcentagem de saturação por base, S= Enxofre, B= Boro, P= Fósforo, Na= Teor de Sódio.

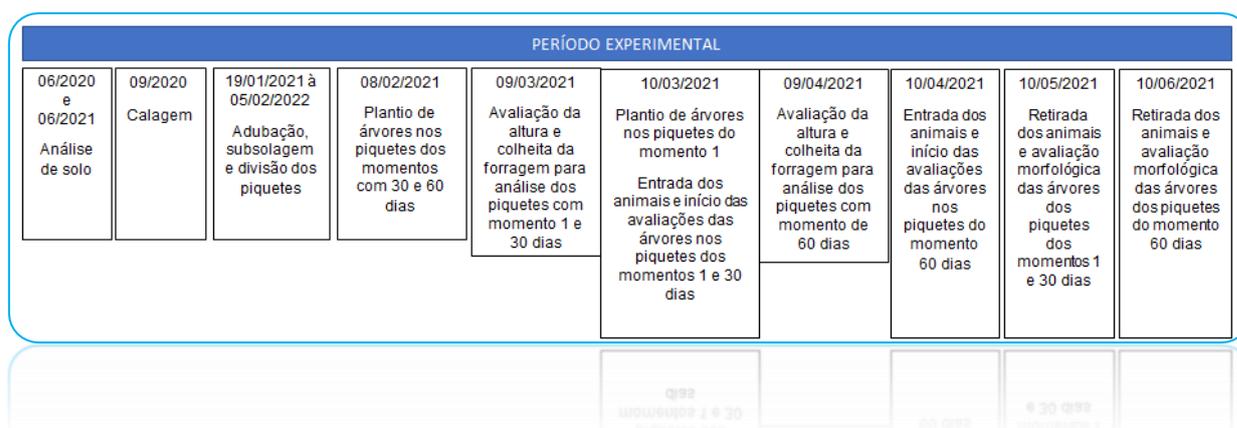
A área experimental de 9 hectares de pastagem, formada com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu já recuperada foi dividida em 18 piquetes de (0,5 ha). Sendo que em nove foram implantados arranjos florestais e nove utilizados como tratamentos controle.

Em nove dos 18 piquetes, foi realizado o plantio de 648 mudas de eucalipto (*Corymbia citriodora*) em grupos adensados, em delineamento inteiramente ao acaso com três modelos protetivos e o plantio solteiro, totalizando quatro arranjos (1, 3, 5 e 9) e foram avaliados três tempos de entrada dos animais nos piquetes sendo (1, 30 e 60 dias) após o plantio das mudas. Nos momentos de entrada dos animais com 30 e 60 dias as mudas foram implantadas em 8 de fevereiro de 2021, e no momento de entrada dos animais com 1 dia a implantação ocorreu em 10 de março de 2021 juntamente com a entrada dos animais.

As árvores foram plantadas nos piquetes com momento de entrada 1, 30 dias após a recuperação da pastagem, pois após a subsolagem a pastagem precisou de 30 dias para se estabelecer e crescer antes da entrada dos animais. Os arranjos foram com 1, 3, 5 e 9 plantas de eucalipto (*Corymbia citriodora*) e tiveram espaçamento entre plantas de 30 cm.

Os arranjos foram dispostos em espaçamento de 10 x 10m entre eles, distribuídos aleatorizados na área, totalizando o plantio de 24 modelos protetivos em cada momento de entrada dos animais, sendo seis de cada arranjo.

A entrada dos animais nos piquetes com momentos de 1 e 30 dias após o plantio das árvores foi em 10 de março de 2021 e nos momentos de entrada com 60 dias após o plantio das árvores em 10 de abril de 2021, como pode ser observado na Figura 1. Os animais permaneceram por 60 dias, em todos os piquetes, com taxa de lotação de  $2,41 \pm 0,06$  UA por hectare, em pastejo contínuo.



**Figura 1** - Cronograma experimental.

No momento da entrada dos animais nos piquetes foi realizado coleta de forragem para avaliação da disponibilidade de matéria seca por hectare. Também foi medida a altura da

fornagem na entrada dos animais na área.

Durante a permanência dos animais nos piquetes (60 dias) avaliou-se semanalmente a sobrevivência das árvores em todos os arranjos de todos os piquetes, totalizando 10 avaliações no período de 60 dias.

A saída dos animais dos piquetes foi determinada pela altura da forrageira (15 cm), que aconteceu 60 dias após a entrada dos animais, independente do momento de entrada. Logo após a saída dos animais foi avaliada a altura das árvores e o diâmetro médio da copa por meio de uma trena e o diâmetro da base do caule com o auxílio de um paquímetro.

O delineamento utilizado foi inteiramente ao acaso, em esquema fatorial 3 x 4, sendo três tempos de entrada dos animais após plantio (1, 30 e 60 dias) e quatro tipos de arranjos (1, 3, 5 e 9 mudas de eucalipto por arranjo), para avaliação da sobrevivência das árvores. Foram avaliadas a disponibilidade de matéria seca e qualidade da forragem na entrada dos animais, nos piquetes.

Os resultados das análises de forragem, solo, altura, espessura de caule e média do diâmetro foram obtidos através de análises estatísticas utilizando o software R com a instalação do pacote “ExpDes.pt” (FERREIRA et al., 2013), submetendo ao modelo da análise de variância ANOVA em DIC, a 5% de significância de acordo com o teste de Tukey. A análise de sobrevivência das árvores com intervalo de 95% de probabilidade, adequada ao modelo de regressão logística, utilizando os pacotes “Car” (Fox et al., 2019) e “MASS” (VENABLES et al., 2002) para análise. Os efeitos significativos foram interpretados pelo “Odds Ratio (OR)” utilizando o pacote “Broom” (ROBINSOM et al., 2022). Para a obtenção dos gráficos foi utilizado o pacote “ggplot” (WICKHAM, 2016).

### 3. Resultados e Discussão

A taxa de lotação média dos piquetes com momento de entrada dos animais 1, 30 e 60 dias foram de 2,48, 2,37 e 2,36 UA por hectare, respectivamente, não havendo diferença entre os momentos ( $P=0,199$ ). A altura média do capim nos piquetes com entrada dos animais de 1, 30 e 60 dias foi de  $29,84 \pm 6,00$  cm;  $31,08 \pm 5,18$  cm e  $42,37 \pm 4,07$  cm, respectivamente, sendo maior ( $P<0,001$ ) no piquete com entrada dos animais após 60 dias do plantio das árvores. Na entrada com 60 dias houve maior quantidade de matéria seca (MS  $\text{kg ha}^{-1}$ ) e teor fibra em detergente neutro (FDN) em comparação com entrada de 30 dias e a matéria mineral (MM) foi maior na entrada dos animais com 30 dias em comparação a entrada com 60 dias (Tabela 3).

**Tabela 3** - Disponibilidade de matéria seca e qualidade da forrageira, na entrada dos animais, em diferentes momentos, sendo 1, 30 e 60 dias após plantio das árvores.

Variável	Momento			P-value	CV (%)
	1	30	60		
MS (kg ha <sup>-1</sup> )	3.141,9 ab	2.687,40 b	3.453,59 a	0,0483	15,37%
FDN (%)	79,46 ab	77,76 b	81,99 a	0,0157	2,67%
FDA (%)	49,44	42,28	48,63	0,1625	14,09%
MM (%)	7,75 ab	8,58 a	7,04 b	0,00804	8,88%
EE (%)	1,98	1,35	1,55	0,7119	81,93%
LIG (%)	27,74	27,44	21,91	0,4570	11,89%
PB (%)	6,01	6,07	5,73	0,6160	10,61%
NDT (%)	50,72	56,91	50,88	0,1174	10,2%

MS: Matéria seca; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; MM: Matéria mineral; EE: Extrato etéreo; LIG: Lignina; PB: Proteína Bruta; NDT: Nutrientes digestíveis totais. Letras minúsculas nas linhas (a, ab, b) diferem entre si. Resultados obtidos pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Houve efeito significativo do momento de entrada dos animais na composição da forragem no percentual de MS kg ha<sup>-1</sup>, FDN e MM. A maior quantidade de MS e teor de FDN, na entrada com 60 dias em comparação a entrada dos animais com 30 dias, pode ser pelo avanço da maturidade do capim que aumentou o volume e teve crescimento maior pelo maior tempo para a entrada dos animais e, conseqüentemente, a quantidade de FDN aumentou. Geralmente há espessamento da parede celular, ocasionando incremento no teor de MS e decréscimo no teor de PB (COELHO et al., 2014), embora não tenha ocorrido significância nos teores de PB entre os momentos. Sendo assim, a entrada dos animais nos piquetes pode-se estender até 60 dias, pois, após 60 dias a forragem começa a perder qualidade aumentando o teor de fibra e diminuindo o teor de PB.

Não houve diferença para as variáveis MS kg ha<sup>-1</sup>, FDN, MM, LIG, e PB, ao avaliar os efeitos da presença ou ausência do eucalipto (*Corymbia citriodora*) sob a quantidade e qualidade da forragem nos piquetes com e sem eucalipto, entretanto, foi observada diferença entre as variáveis FDA e NDT (Tabela 4).

**Tabela 4** - Disponibilidade de matéria seca e qualidade da forragem, nos piquetes com e sem eucalipto (*Corymbia citriodora*) antes da entrada dos animais.

Variáveis	Piquete		P-value
	Com eucalipto	Sem eucalipto	
MS (kg ha <sup>-1</sup> )	3.136,10	3.052,61	0,7163
FDN (%)	79,63	79,84	0,8315
FDA (%)	50,60	42,98	0,0309
MM (%)	7,76	7,88	0,8758
EE (%)	1,94	1,30	0,3178
LIG (%)	27,15	24,27	0,5019
PB (%)	5,85	6,01	0,6070

NDT (%)	56,08	49,60	0,0252
---------	-------	-------	--------

MS: Matéria seca; FDN: Fibra em detergente neutro; FDA: Fibra em detergente ácido; MM: Matéria mineral; EE: Estrato etéreo; LIG: Lignina; PROT: Proteína; NDT: Nutrientes digestíveis totais.

Nos piquetes com eucalipto teve maior percentual de FDA e NDT (Tabela 4), podendo ser porque as árvores influenciaram no aumento de matéria seca na pastagem, energia e minerais, sendo responsáveis por diminuir o teor de FDN pelas melhorias físicas e químicas do solo (RIVERA-HERRERA, 2017). Embora o intervalo entre o plantio das árvores e coleta das amostras tenha sido curto.

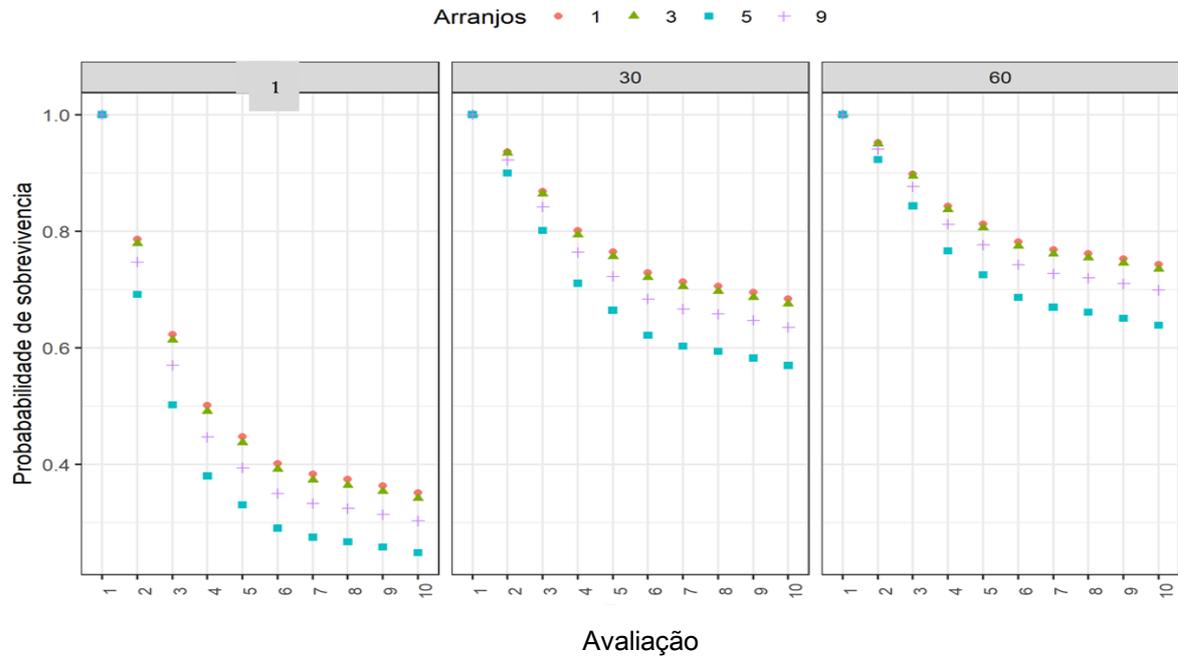
De acordo com Bernardino & Garcia, (2009) cultivares Marandu e Mombaça chegaram a produzir, respectivamente, 30% e 14% mais massa nos piquetes com árvore do que em pleno sol, sendo que o período da avaliação ocorreu no momento de baixa precipitação pluviométrica, mostrando que a presença de árvores no ambiente pode ser eficiente na retenção de umidade do solo, fazendo o diferencial no crescimento e qualidade da forragem.

Espécies arbóreas podem absorver água em maiores profundidades em comparação com o sistema radicular das gramíneas, e pode ser uma vantagem a mais para os piquetes com árvores, pois o componente arbóreo, ao retirar água de maiores profundidades e disponibilizá-las ao microambiente, por meio de transpiração e exudados, disponibiliza nutriente para as forrageiras, cujas raízes são na maioria superficiais (BERNARDINO & GARCIA, 2009). Embora através da análise do solo realizada, não foi observado diferença entre os parâmetros avaliados, (Tabela 2). Pois os eucaliptos estavam recém-implantados e sua busca por nutrientes foi menor comparado ao sistema radicular da pastagem que estava mais profundo.

Oliveira et al., (2007) avaliaram o desempenho produtivo de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto no cerrado de Minas Gerais, sendo sete arranjos em linhas duplas: (3 x 3)+10 m, (3 x 4)+7m, (3 x 4)+10 m, (3 x 4)+7+10 m, (3 x 3)+15 m; e em linhas simples: 10 x 3m, e 10 x 4m, com as seguintes quantidades de árvores e linhas: 4 linhas de 7 árvores, 4 linhas de 5 árvores, 4 linhas de 4 árvores, 6 linhas de 3 árvores, 4 linhas de 5 árvores, 3 linhas de 5 árvores e 2 linhas de 5 árvores. Concluíram que a forragem disponível de *Brachiaria brizantha* foi sempre maior na entrelinha do que na linha de plantio, independente do arranjo de plantio do eucalipto. E, os variados arranjos do sistema agrossilvipastoril praticamente não provocaram variação no teor de fibras, nitrogênio e fósforo na forragem. Os teores de cálcio, potássio e manganês na forragem foram maiores sob as linhas de plantio.

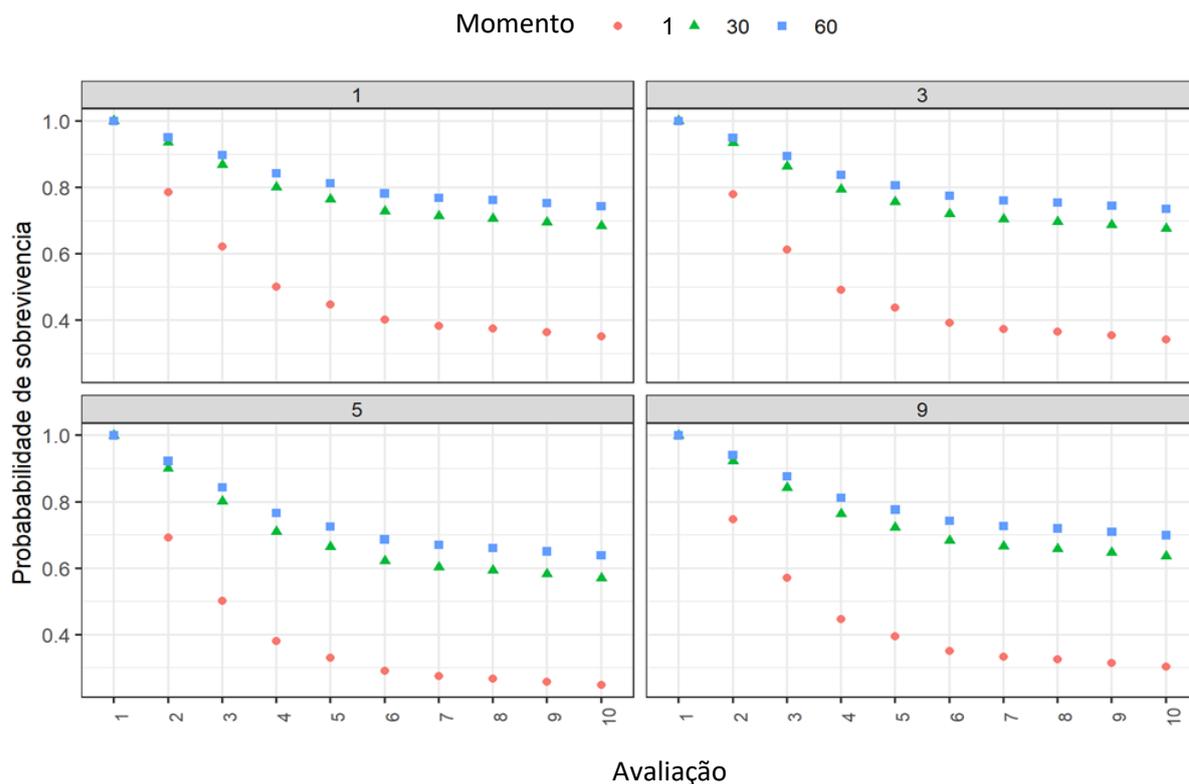
Após a entrada dos animais nos piquetes com momento de entrada de 1, 30 e 60 dias

foram feitas as análises de sobrevivência das árvores, estas análises foram divididas em sobrevivência de cada árvore e sobrevivência de pelo menos uma árvore dentro de cada arranjo. Nas avaliações de probabilidade de sobrevivência de cada árvore por arranjo não foi observada diferença entre elas, independente do momento de entrada dos animais ( $P>0,05$ ) (Figura 2).



**Figura 2** - Probabilidade de sobrevivência de cada árvore em diferentes arranjos 1 (com apenas uma árvore no arranjo), 3 (três árvores no arranjo), 5 (cinco árvores no arranjo) e 9 (nove árvores no arranjo) em três momentos de entrada.

Na análise de sobrevivência de cada árvore por momento de entrada dos animais, observou-se diferença entre os momentos 1, 30 e 60 dias independente do arranjo (Figura 3).



**Figura 3.** Probabilidade de sobrevivência de cada árvore por momento de entrada dos animais 1 dia, 30 dias e 60 dias pós-plantio das árvores em diferentes arranjos.

Conforme pode ser observado na Tabela 5, no momento de entrada dos animais com 60 dias a probabilidade de sobrevivência das árvores foi 21,07 vezes maior do que na entrada com 1 dia, e na entrada dos animais com 30 dias a probabilidade de sobrevivência foi 5,96 vezes maior que na entrada com 1 dia. As árvores plantadas no momento 1 tiveram menor probabilidade de sobrevivência com a presença dos bovinos, pois não tiveram tempo de estabelecimento no solo, por isso foram mais danificadas.

**Tabela 5.** Probabilidade de sobrevivência da árvore por momento de entrada dos animais 1, 30 e 60 dias independente do arranjo.

Momento	OR	p-value	95% IC <sup>1</sup>
0	Referência	-	-
30	5,96	*	4,24-8,48
60	21,07	*	13,16-35,29

IC= Intervalo de confiança de 95%, \*= p<0,05.

A maior probabilidade de sobrevivência das árvores no momento de entrada dos animais com 60 dias pode ser explicada pelo prazo maior favorecendo o crescimento das árvores e estabelecimento delas no solo.

Outro fator que pode ser considerado é que a maior quantidade de pastagem nesses piquetes com 60 dias favoreceu as árvores que sofreram menores danos, pois os animais podem ter se movimentado menos nesses piquetes em busca de alimento. Com isso, maior crescimento e sobrevivência das árvores, fortalecendo o sistema radicular.

Avaliando a probabilidade de sobrevivência de pelo menos uma árvore dentro de cada arranjo (1, 3, 5 e 9), observou-se que o momento de entrada dos animais com 30 dias teve 4,41 vezes mais chance de ter uma árvore viva do que na entrada dos animais com 1 dia, e a entrada com 60 dias teve 20,9 vezes mais chance de ter uma árvore viva do que na entrada com 1 dia. Já em relação aos arranjos observou-se que o arranjo 3 teve 3,03 mais vezes probabilidade de ter uma árvore viva do que no arranjo 1, já o arranjo 5 teve 5,43 vezes mais chances de ter uma árvore viva do que no arranjo 1, e o arranjo 9 teve 16,6 vezes mais chance de ter uma árvore viva do que o arranjo 1 (Tabela 6).

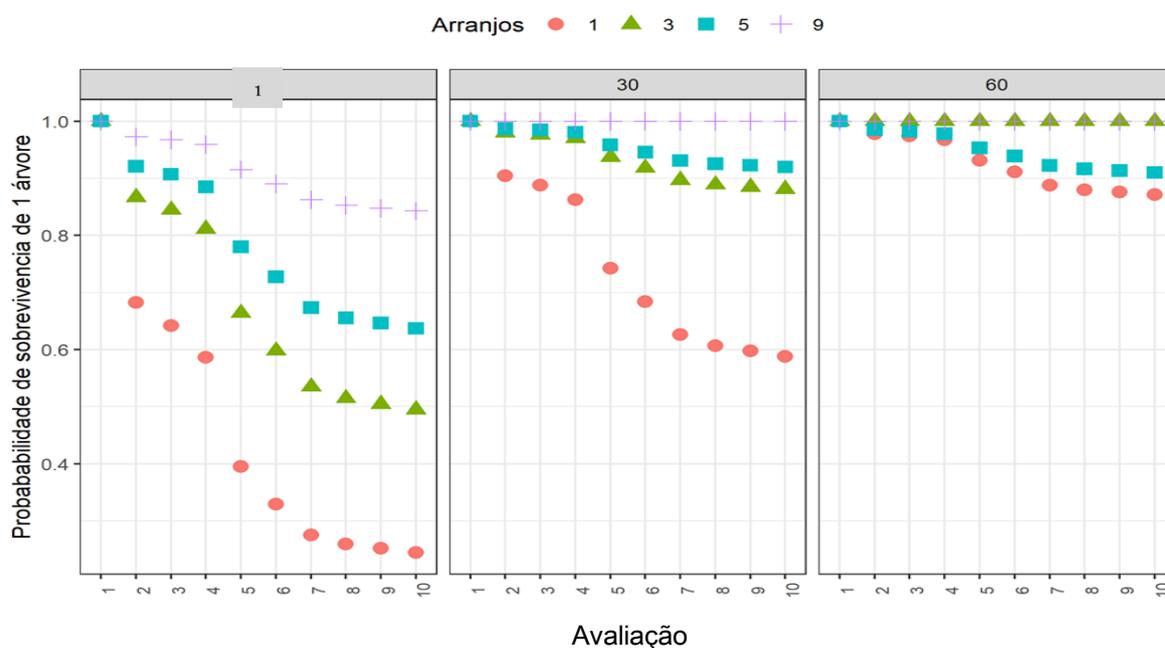
**TABELA 6** - Probabilidade de sobrevivência de pelo menos uma árvore de acordo com os momentos de entrada dos animais e arranjos.

<b>Momento</b>	<b>OR</b>	<b>p-value</b>	<b>95% IC<sup>1</sup></b>
1	Referência	-	-
30	4,41	*	2,71-7,29
60	20,9	*	11,0-42,5
<b>Arranjo</b>	-	-	-
1	Referência	-	-
3	3,03	*	1,88-4,91
5	5,43	*	3,30-9,10
9	16,6	*	9,04-31,9

IC = Intervalo de confiança de 95%, \*= p< 0.05.

Na Figura 4 também se observou que a curva de sobrevivência no arranjo 1 foi menor em todos os momentos, isso quer dizer que a probabilidade de encontrar uma árvore viva no arranjo 1 em que contém apenas uma árvore é menor do que em todos os outros arranjos, com isso, observou-se a maior sobrevivência das mudas no arranjo 9 sendo influenciado pela proteção à muda central, por causa do maior número de mudas no arranjo, porque quando se trata dos arranjos 5 e 9, as árvores tendem a proteger a muda central com maior eficiência. E, o momento de entrada com 1 dia teve a curva de sobrevivência menor comparada aos outros, até mesmo no arranjo 9, nesses momentos a entrada dos bovinos ocorreu na mesma data do plantio, conseqüentemente, houve maiores danos causados nas mudas. A precipitação de chuvas na região não influenciou no desenvolvimento inicial das mudas, no momento de entrada com 1 dia conseqüentemente, os danos causados foram afetados diretamente pelos bovinos que entraram no mesmo dia do plantio, visto que foram implantadas as mudas no mês

de março em que houve o maior volume de chuvas durante o período experimental.



**Figura 4** - Probabilidade de sobrevivência de pelo menos uma árvore dentro de cada arranjo de plantas 1, 3, 5 e 9 em diferentes tempos de entrada.

Na avaliação morfológica das árvores, observou-se que não houve efeito significativo da interação momento de entrada e tipo de arranjo, na altura ( $p=0,104$ ) e espessura do caule ( $p=0,217$ ) das plantas. A altura das árvores foi diferente entre os três momentos avaliados e a espessura do caule foi menor no momento de entrada 1 do que nos momentos 30 e 60 (Tabela 7). Na avaliação do diâmetro médio da copa das árvores foi observado significância na interação momento de entrada e tipo de arranjo, como pode ser observado na Tabela 8.

**Tabela 7** - Médias da altura (cm), e espessura do caule do eucalipto (mm) (*Corymbia citriodora*) de acordo com os momentos de entrada dos animais, tipos de arranjos e interação do momento de entrada dos animais versus arranjos.

	Momento (MOM)			Arranjo (ARR)				CV%	Valor de P		
	1	30	60	1	3	5	9		MOM	ARR	MOM * ARR
Altura (cm)	41,90c	71,19b	81,95a	72,29	66,60	71,01	72,25	31,40	0,000	0,397	0,104
Espessura (mm)	4,53b	10,03a	8,46a	6,91	6,95	7,43	9,56	108,12	0,004	0,170	0,217

CV = coeficiente de variação. Letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si entre os momentos.

Após o desdobramento, observa-se na Tabela 8 que o arranjo 3 no momento de

entrada com 60 dias o diâmetro da copa foi maior que nos momentos de 1 e 30 dias (29,27 versus 16,52 e 18,38), e o arranjo 9 nos momentos de 30 e 60 dias foram maiores que o arranjo 9 no momento de entrada com 1 dia (26,77, 21,12 versus 13,72).

Independente do momento de entrada e arranjo as árvores tiveram desenvolvimento abaixo do esperado o que pode ser explicado pela densidade de plantio, ou seja, o número de plantas por unidade da área influenciar a altura, e o diâmetro da árvore, além da competição entre as plantas a competição com a pastagem pode ser prejudicial no desenvolvimento inicial das plantas, em sistemas em que há menos competição, o desempenho individual é maior (RIBEIRO et al., 2020).

**Tabela 8** - Média do diâmetro (cm) da copa do eucalipto (*Corymbia citriodora*) de acordo com os momentos de entrada e os diferentes arranjos avaliados.

	Momento (MOM)			Valor de P			
				CV%	MOM	ARR	MOM x ARR
	1	30	60	48,9	0,000	0,863	0,002
Arranjo (ARR)	1	10,50 aA	22,10 aA	25,57 aA			
	3	16,52 bA	18,38 bA	29,27 aA			
	5	19,57 aA	21,45 aA	26,64 aA			
	9	13,72 bA	26,77 aA	21,12 aA			

\* Letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Conseqüentemente, a entrada dos animais nos momentos 30 e 60 dias foram com prazo maior, favorecendo o desenvolvimento das árvores e fixação de suas raízes no solo. Sendo assim, as árvores no momento 1 sofreram maiores conseqüências pela presença dos animais na mesma data do plantio. Além disso, as árvores tiveram crescimento lento pela competição com a braquiária que já estava estabelecida.

#### 4. Conclusão

É possível a implantação do sistema silvipastoril no mesmo momento da recuperação da pastagem. Sendo mais viável a entrada dos animais a partir de 30 dias após plantio das mudas das árvores e com maior probabilidade de sobrevivência de árvores com 3, 5 e 9 mudas por arranjo.

## 5. Bibliografia Consultada

Almeida, L.L.S., Taynan, L.A.F., Lessa, A.M., Fernandes, L.A., Veloso, A.L.C., Lana, A.M.Q., Souza, I.A., Pegorato, R.F., Ferreira, E.A. 2021. Soil carbon and nitrogen stocks and the quality of soil organic matter under silvopastoral systems in the Brazilian Cerrado. *Soil and Tillage Research* 205, 104785. <https://doi.org/10.1016/j.still.2020.104785>

Anjos, A.J.; Chaves, C.S. 2021. Características do componente forrageiro em sistemas silvipastoris. *Scientific Electronic Archives* 13 (3). <http://dx.doi.org/10.36560/14320211239>

Alvares CA, Stape J, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. 2014. Köppen's climate classification map for Brazil. *Metereologische Zeitschrift*, 22(6), 711-728.

Bernardino & Garcia, 2009. Sistemas silvipastoris. *Pesquisa Florestal Brasileira* 60: 77-87.

Collier, R.J.; Dahl, G.E.; Vanbaale, MJ. 2006. Major advances associated with environmental effects on dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 89(4): 1244-1253. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(06\)72193-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(06)72193-2)

Coelho, J.S.; Araújo, S.A.C.; Viana, M.C.M.; Villela, S.D.J.; Freire, F.M.; Braz, T.G.S. 2014. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária em sistema silvipastoril com diferentes arranjos espaciais. *Ciências Agrárias* 35(3): 1487-1500. DOI: 10.5433/1679-0359.2014v35n3p1487

Ferreira, E. B., Cavalcanti, P. P., Nogueira, D. A. 2013. ExpDes.pt: Experimental Designs package (Portuguese). R package version 1.1.2.

Fox J, Weisberg S. 2019. *An R Companion to Applied Regression*, Third edition. Sage, Thousand Oaks CA. <https://socialsciences.mcmaster.ca/jfox/Books/Companion/> .

Linhares, A. S. F.; Soares, D. L.; Oliveira, N. C. T.; Souza, B. B.; Dantas, N. L. B. 2015. Respostas fisiológicas e manejo adequado de ruminantes em ambientes quentes. *Agropecuária Científica no semiárido* 11(2): 27-33. <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v11i2.664>

Martinkoski, L.; Vogel, G.F.; Jadoski, S.O.; Watzlawick, L.F. 2017. Qualidade Física do Solo Sob Manejo Silvopastoril e Floresta Secundária. *Floresta Ambiental*, 24. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.028216>

Oliveira, T.K., Macedo, R.L.G., Santos, I.P.A., Higashikawa, E.M., Venturin, N. 2007. Productivity of *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu under different spacings on agrosilvopastoral system with eucalypt. *Ciências Agrárias*, 31 (3). <https://doi.org/10.1590/S1413-70542007000300022>

Pereira, J. R.; Montagner, MM.; Fluck, AC.; Santiago, AP.; Abbado Neres, M. 2017. Efeitos do clima sobre a adaptação e fisiologia de bovinos de corte *Bos taurus* x *Bos indicus*. *Revista Eletrônica de Veterinária* 18(11) Disponível em: <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n111117.html>. Acesso em 25 abril.2020.

Ribeiro, Y.S., Vera, D.E., Almeida, R.G., Laura, V.A. 2020. Silvicultural Performance on Silvopastoral System of *Eucalyptus urograndis* Clone H13 at Different Densities after 12 Years of Plantin. *UNICIÊNCIAS*, 24(1), 45-50. <https://doi.org/10.17921/1415-5141.2020v24n1p45-50>

Sartor, L.R., Vanderley, J.R., Silva, V.P., Cassol, L.C., Brun, E.J. 2020. Mechanical resistance to soil penetration in a silvipastoral system after eleven years of implantation. *Ciência e Floresta* 30 (01). <https://doi.org/10.5902/1980509831205>

Schuster, M. Z.; Harrison, S. K.; De Moraes, A.; Sulc, R. M. 2018. Effects of crop rotation and sheep grazing management on the seedbank and emerged weed flora under a no-tillage integrated crop-livestock system. *The Journal of Agricultural Science* 156 (6): 810–820. <https://doi.org/10.1017/S0021859618000813>

Schutz, K. E.; Rogers, A. R.; Poulouin, I. A.; Cox, N. R.; Tucker, C. B. 2010. The amount of shade influences the behavior and physiology of dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 93:125-133. <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2416>

Shutz, K. E.; Rogers, A. R.; Cox, N. R.; Tucker, C. B. 2009. Dairy cows prefer shade that's offers greater protection against solar radiation in summer: shade use, behavior and body temperature. *Applied Animal Behavior Science* 116: 28-34.

<https://doi.org/10.1016/j.applanim.2008.07.005>

Silva, V. P. 2004. *Sistemas Silvipastoris*. Embrapa: Florestas. Acessado em 20/07/2020: <https://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/safs/>

Venables WN, Ripley BD. 2002. *Modern Applied Statistics with S*, Fourth edition. Springer, New York. ISBN 0-387-95457-0. <https://www.stats.ox.ac.uk/pub/MASS4/>.

Wickham H. 2007. “Reshaping Data with the reshape Package.” *Journal of Statistical Software*, 21(12), 1–20. <http://www.jstatsoft.org/v21/i12/>.

Wickham H. 2016. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York. ISBN 978-3-319-24277-4. <https://ggplot2.tidyverse.org>.

Wickham H, Averick M, Bryan J, Chang W, McGowan LD, François R, Golemund G, Hayes A, Henry L, Hester J, Kuhn M, Pedersen TL, Miller E, Bache SM, Müller K, Ooms J, Robinson D, Seidel DP, Spinu V, Takahashi K, Vaughan D, Wilke C, Woo K, Yutani H. 2019. “Bem-vindo ao arrumadoverso.” *Journal of Open Source Software*, 4 (43), 1686. doi: 10.21105/joss.01686 .