



**MELISSA MARIA CALIARI SILVÉRIO**

**PRODUÇÃO DE FORRAGEM E DESEMPENHO  
ANIMAL EM PASTOS EM MONOCULTIVO OU  
CONSORCIADOS COM LEGUMINOSAS**

**LAVRAS – MG  
2024**

**MELISSA MARIA CALIARI SILVÉRIO**

**PRODUÇÃO DE FORRAGEM E DESEMPENHO ANIMAL EM  
PASTOS EM MONOCULTIVO OU CONSORCIADOS COM  
LEGUMINOSAS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Daniel Rume Casagrande  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2024**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Silvério, Melissa Maria Caliarí.

Produção de forragem e desempenho animal em pastos em monocultivo ou consorciados com leguminosas / Melissa Maria Caliarí Silvério. - 2024.

51 p.

Orientador(a): Daniel Rume Casagrande.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2024.

Bibliografia.

1. Pastagens mistas. 2. Desempenho animal. 3. Leguminosas forrageiras. I. Casagrande, Daniel Rume. II. Título.

**MELISSA MARIA CALIARI SILVÉRIO**

**PRODUÇÃO DE FORRAGEM E DESEMPENHO ANIMAL EM  
PASTOS EM MONOCULTIVO OU CONSORCIADOS COM  
LEGUMINOSAS**

**FORAGE PRODUCTION AND ANIMAL PERFORMANCE IN  
PASTURES IN MONOCULTURE OR INTERCULTURE WITH  
LEGUMINOUS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção e Nutrição de Ruminantes, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 29 de fevereiro de 2024.

Dr. Ricardo Andrade Reis, UNESP/Jaboticabal

Dr. Erick Darlisson Batista, UFLA

Dr. Daniel Rume Casagrande, UFLA



Documento assinado digitalmente

DANIEL RUME CASAGRANDE

Data: 23/05/2024 09:51:17-0300

Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

---

Prof. Dr. Daniel Rume Casagrande  
Orientador

**LAVRAS – MG  
2024**

*Aos meus pais, J3sus e Josmarly.  
Minha for7a, alicerce e prop3sito.  
Dedico.*

## **AGRADECIMENTOS**

Não, não foi fácil. Início esses agradecimentos não contando somente as rosas, mas sim os espinhos que me fizeram chegar até aqui.

Por todos os dias em que a vontade de desistir tentava sobressair, agradeço à Deus por me manter firme em meu propósito.

Por todo choro e agonia pela distância, agradeço aos meus pais por serem presentes em meu coração.

Por toda tristeza e saudade, agradeço aos meus irmãos por serem luz e me apoiarem no meu sonho.

Por ser força e empatia, agradeço ao meu namorado por estar ao meu lado.

Por toda dificuldade encontrada, agradeço ao meu orientador por ser sempre solícito e disposto a me ajudar no que fosse necessário.

Por todas as atividades desenvolvidas dentro da universidade, desde à campo até laboratório, agradeço aos meus amigos, professores, técnicos e todos os envolvidos.

Pelas oportunidades e reconhecimento, agradeço ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ) e à Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Agradeço à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal (INCT/CA), pelo apoio e recurso fornecidos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

A todos que estiveram comigo, direta ou indiretamente, fazendo com que a realização dessa etapa em minha vida profissional fosse concreta, agradeço.

*E sabemos que todas as coisas contribuem juntamente para o bem daqueles que amam a Deus, daqueles que são chamados segundo o seu propósito.*

*Romanos 8:28*

## Resumo

O nitrogênio (N) é o principal nutriente que possibilita o aumento da produtividade nas pastagens. O método mais utilizado para fornecer N em sistemas de pastagem é através da fertilização. Outra abordagem é a utilização de pastagens mistas com leguminosas, o que permite menores custos de produção. Hipotetiza-se que a combinação consorciada de amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krap. & Greg. cv. Mandobi) e/ou feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) com capim marandu (*Urochloa brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf cv. Marandu) em sistemas de pastagem, pode substituir a adubação nitrogenada. O objetivo foi definir misturas em pastagens que sejam equivalentes a pastagens adubadas com 150 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio. O experimento foi conduzido na área experimental DZO/UFLA, entre fevereiro de 2022 e fevereiro de 2023. Foi utilizada uma pastagem pré-estabelecida com um total de 15 unidades experimentais. Foram estudados cinco tipos de pastagens: 1) Monocultivo de capim Marandu (Controle), 2) Pastagem mista de capim Marandu com amendoim forrageiro (B+A), 3) Pastagem mista de capim Marandu com feijão guandu (B+G), 4) Pastagem mista de capim Marandu com amendoim forrageiro e guandu (B+A+G); 5) Capim Marandu adubado com 150 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N (N). A aplicação de nitrogênio foi parcelada em três épocas, em dezembro de 2021, janeiro e março de 2022. Em março de 2022, todos os piquetes foram submetidos a pastejo intensivo, seguido da semeadura do feijão guandu em suas respectivas parcelas. Em julho de 2022, foram alocadas em cada unidade experimental duas fêmeas da raça Nelore, com idade média de 180 dias e peso médio de 160 kg cada. Foram avaliadas a massa de forragem, a estrutura de dossel e a produção animal. Os dados foram agrupados em períodos seco, de transição e chuvoso. Todos os dados foram submetidos ao procedimento MIXED do SAS com 5% de probabilidade. A maior massa de forragem foi observada em N, seguida de B+A e B+A+G. A maior taxa de acúmulo de forragem herbácea foi encontrada na primavera, nos tratamentos B+A+G e N, sob influência de estação e tipos de pastagem ( $p = 0,0398$ ). A qualidade nutricional da forragem foi melhor na primavera ( $p < 0,05$ ). Houve interação entre tipos de pastagens e épocas nos ganhos médio diário, taxa de lotação e ganho por área ( $p < 0,05$ ). O ganho médio diário e o ganho por área foram maiores nas pastagens adubadas com N e naquelas com misturas de amendoim forrageiro em comparação com Controle e B+G. As pastagens B+G e Controle foram semelhantes em todas as variáveis analisadas. Assim, podemos afirmar que o feijão guandu teve pouco impacto na comunidade vegetal e nos animais em pastejo. A semeadura do feijão guandu em março limitou o seu desenvolvimento, resultando em redução da composição botânica. A semeadura na época recomendada pode potencializar a utilização do feijão guandu em pastagens mistas. O amendoim forrageiro proporcionou desempenho semelhante ao uso de 150 kg ha<sup>-1</sup> de N. Conclui-se que o amendoim forrageiro é uma opção relevante para cultivo de pastagens mistas.

**Palavras-chave:** *Arachis pintoi* ; *Cajanus cajan* ; pastagens mistas ; desempenho animal.

## Abstract

Nitrogen (N) is the main nutrient that enables increased productivity in pastures. The most commonly used method to provide N in pasture systems is through fertilization. Another approach is the use of mixed pastures with legumes, which allows for lower production costs. It is hypothesized that the intercropped combination of forage peanuts (*Arachis pintoi* Krap. & Greg. cv. Mandobi) and/or pigeon pea (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) with marandu grass (*Urochloa brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf cv. Marandu) in pasture systems, can replace nitrogen fertilization. The objective was to define mixtures in pastures that are equivalent to pastures fertilized with 150 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of nitrogen. The experiment was conducted in the DZO/UFLA experimental area, between February 2022 and February 2023. A pre-established pasture with a total of 15 experimental units was used. Five types of pastures were studied: 1) Marandu grass monoculture (Control), 2) Mixed Marandu grass pasture with forage peanuts (B+A), 3) Mixed Marandu grass pasture with pigeonpea (B+G), 4) Mixed pasture of Marandu grass with forage peanuts and pigeon pea (B+A+G); 5) Marandu grass fertilized with 150 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of N (N). Nitrogen application was divided into three periods, in December 2021, January and March 2022. In March 2022, all paddocks were subjected to intensive grazing, followed by the sowing of pigeon peas in their respective plots. In July 2022, two Nelore females were allocated to each experimental unit, with an average age of 180 days and an average weight of 160 kg each. Forage mass, canopy structure and animal production were evaluated. The data were grouped into dry, transition and rainy periods. All data were subjected to the SAS MIXED procedure with 5% probability. The data were grouped into dry, transition and rainy periods. All data were subjected to the SAS MIXED procedure with 5% probability. The highest forage mass was observed in N, followed by B+A and B+A+G. The highest rate of herbaceous forage accumulation was found in spring, in treatments B+A+G and N, under the influence of season and pasture types ( $p = 0.0398$ ). The nutritional quality of the forage was better in spring ( $p < 0.05$ ). There was an interaction between types of pastures and seasons in average daily gains, stocking rate and gains per area ( $p < 0.05$ ). Average daily gain and gain per area were higher in pastures fertilized with N and in those with forage peanut mixtures compared to Control and B+G. B+G and Control pastures were similar in all analyzed variables. Thus, we can state that pigeon peas had little impact on the plant community and grazing animals. Sowing pigeonpea in March limited its development, resulting in a reduction in botanical composition. Sowing at the recommended time can enhance the use of pigeon peas in mixed pastures. Forage peanuts provided performance similar to the use of 150 kg ha<sup>-1</sup> of N. It is concluded that forage peanuts are a relevant option for growing mixed pastures.

**Keywords:** *Arachis pintoi* ; *Cajanus cajan* ; mixed pastures ; animal performance.

## INDICADORES DE IMPACTO

São conhecidos os impactos ambientais causados pelo uso excessivo de fertilizantes nitrogenados. As grandes perdas associadas à este nutriente tendem a elevar a produção de gases de efeito estufa, poluição ao meio ambiente e contaminação de lençóis freáticos (Dimkpa *et al.*, 2020). Em colaboração à Agenda 2030, plano global definido para minimizar os impactos ambientais, foram definidas metas pelo governo brasileiro quanto ao uso de fertilizantes, descritas no Plano Nacional de Fertilizantes (Ministério da Agricultura e Pecuária, 2022). Destacam-se à adoção de fontes alternativas de fertilização na agropecuária e o estímulo e comprometimento em pesquisas quanto ao uso sustentável de fertilizantes. Dessa forma, os objetivos definidos no presente estudo corroboram com as políticas adotadas no Plano Nacional, sendo a avaliação das associações entre espécies forrageiras em razão do incremento de nitrogênio via fixação biológica de nitrogênio (FBN), visando avaliar o valor nutritivo, estrutura de dossel, produção de forragem e desempenho animal. Dados relevantes foram encontrados, sendo as variáveis analisadas semelhantes em piquetes consorciados e adubado com 150 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de nitrogênio. Assim, o incremento de nitrogênio via FBN tende a ser uma alternativa promissora, maximizando o potencial do Ciclo de Nitrogênio na agropecuária sustentável.

## IMPACT INDICATORS

The environmental impacts caused by excessive use of nitrogen fertilizers are known. The large losses associated with this nutrient tend to increase the production of greenhouse gases, environmental pollution and groundwater contamination (Dimkpa *et al.*, 2020). In collaboration with the 2030 Agenda, a global plan defined to minimize environmental impacts, targets were defined by the Brazilian government regarding the use of fertilizers, described in the National Fertilizer Plan (Ministry of Agriculture and Livestock, 2022). Highlights include the adoption of alternative sources of fertilization in agriculture and the encouragement and commitment to research into the sustainable use of fertilizers. Thus, the objectives defined in the present study corroborate the policies adopted in the National Plan, being the evaluation of associations between forage species due to the increase in nitrogen via biological nitrogen fixation (BNF), aiming to evaluate the nutritional value, canopy structure, forage production and animal performance. Relevant data were found, with the variables analyzed being similar in intercropped paddocks and fertilized with 150 kg ha<sup>-1</sup> year<sup>-1</sup> of nitrogen. Thus, increasing nitrogen via FBN tends to be a promising alternative, maximizing the potential of the Nitrogen Cycle in sustainable agriculture.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Dados meteorológicos da cidade de Lavras/MG, registrados mensalmente entre fevereiro de 2022 e 2023.....27
- Figura 2** - Altura de dossel de pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.....28
- Figura 3** - Produção de massa de forragem (kg/MS/ha) de pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.....29
- Figura 4** - Percentual de folhas de gramínea (kg/MS/ha) em massa de forragem total de pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.....31
- Figura 5** - Percentual de colmos de gramínea (kg/MS/ha) em massa de forragem total de pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.....31
- Figura 6** - Percentual de material morto de gramínea (kg/MS/ha) em massa de forragem total de pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.....32
- Figura 7** - Proporção de componentes morfológicos de leguminosa herbácea em massa de forragem total de pastagens consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.....33
- Figura 8** - Desdobramento da interação entre estações do ano e tratamentos, para avaliação da Taxa de acúmulo de forragem (TAF).....34
- Figura 9** - Ganho médio diário de fêmeas Nelore mantidas em pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.....38
- Figura 10** - Ganho por área de fêmeas Nelore mantidas em pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.....38
- Figura 11** - Taxa de lotação (UA/ha) de pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.....39

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Composição mineral de suplemento comercial Nutriflex B25-4 TIMAC Agro®.....	22
<b>Tabela 2</b> – Composição química do capim marandu de pastagens em monocultivo ou consorciadas entre capim marandu, amendoim forrageiro e feijão guandu durante as estações do ano de 2022/2023.....	35
<b>Tabela 3</b> – Composição química do amendoim forrageiro de pastagens em monocultivo ou consorciadas entre capim marandu, amendoim forrageiro e feijão guandu durante as estações do ano de 2022/2023.....	35
<b>Tabela 4</b> – Teor de proteína bruta (%/Matéria seca) do capim marandu de pastagens em monocultivo ou consorciadas entre capim marandu, amendoim forrageiro e feijão guandu durante as estações do ano de 2022/2023.....	36
<b>Tabela 5</b> – Teor de proteína bruta (%/Matéria seca) do amendoim forrageiro de pastagens em monocultivo ou consorciadas entre capim marandu, amendoim forrageiro e feijão guandu durante as estações do ano de 2022/2023.....	36

## SUMÁRIO

1. Introdução.....	14
2. Referencial teórico.....	15
2.1 Estacionalidade de produção forrageira .....	15
2.2 Diferimento de pastagens .....	16
2.3 Efeitos na produtividade devido a intensificação no uso de Nitrogênio .....	17
2.4 Utilização de leguminosas em pastagens.....	18
2.5 Consórcio entre gramíneas e leguminosas e fixação biológica de nitrogênio .....	19
2.6 Desempenho produtivo animal em pastagens .....	21
3. Material e Métodos .....	22
3.1 Local e histórico da área.....	22
3.2 Tratamentos e manejo experimental.....	22
3.3 Avaliações .....	24
3.3.1 Altura do dossel forrageiro .....	24
3.3.2 Calibração da equação de regressão .....	24
3.3.3 Composição morfológica.....	25
3.3.4 Acúmulo de forragem herbácea.....	25
3.3.5 Composição química .....	26
3.3.6 Performance animal.....	26
3.4 Análise estatística .....	27
4. Resultados.....	28
4.1 Forragem.....	29
4.1.1 Altura de dossel .....	29
4.1.2 Massa de forragem total .....	30
4.1.2.1 Gramínea .....	31
4.1.2.2 Leguminosa .....	33
4.1.3 Acúmulo de forragem herbácea.....	34
4.1.4 Composição química .....	35
4.2 Performance animal.....	38
4.2.1 Ganho médio diário e ganho por área.....	38
4.2.2 Taxa de lotação.....	39
5. Discussão.....	40

6. Conclusão .....	42
7. Referências .....	43

## 1. Introdução

As pastagens representam a principal fonte de alimentação dos bovinos criados no Brasil, constituindo o alicerce da produção pecuária (SANTOS *et al.*, 2021). Com um rebanho presumido em mais 202 milhões de cabeças e produção equivalente a 10,8 milhões de toneladas de carcaça (ABIEC, 2024), a produção de carne bovina brasileira é considerada uma das maiores do mundo. Ainda que o desempenho da pecuária brasileira esteja em evolução ao longo dos últimos anos, atualmente estima-se que 30% das pastagens encontradas no Brasil encontra-se degradadas (FELLER, 2023).

Para garantir a expressão de todo o potencial produtivo de bovinos de corte, devemos garantir que sua alimentação seja adequada durante todo ano. Porém, em razão das condições climáticas encontradas no Brasil, como a ocorrência de longos períodos com baixa precipitação, com fotoperíodo mais curto e baixas temperaturas (VITOR *et al.*, 2009), tem-se estacionalidade de produção forrageira. Dessa forma, torna-se necessário a adoção de técnicas que minimizem tal impasse produtivo.

O uso da adubação nitrogenada pode maximizar a produção de forragem no outono, de forma que esta seja utilizada na época seca (EUCLIDES *et al.*, 2007). Porém, tal prática representa altos custos na produção. Buscam-se então alternativas de manejo para garantir a máxima expressão da produtividade animal.

A inserção de leguminosas em pastagens de gramíneas vem sendo uma alternativa para diminuir ou atender à exigência de nitrogênio das pastagens (FIGUEIREDO *et al.*, 2021). A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é uma forma de fornecer nitrogênio ao sistema solo-planta-animal. Dessa forma, a misturas de gramíneas e leguminosas na mesma pastagem se torna uma alternativa promissora. Além da FBN, o consórcio traz outros benefícios, como a melhoria nas características nutricionais da forragem produzida e queda nos custos de produção (CRUZ *et al.*, 2020).

A leguminosa que tem ganhado destaque na produção em pastagens mistas é o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*). Tal fato está associado às suas características, tais como altos teores de proteína bruta e digestibilidade, alta aceitabilidade, persistência ao pastejo intenso e padrões positivos de competitividade com gramíneas. No entanto, o amendoim forrageiro apresenta certa limitação produtiva. Baixas temperaturas no inverno limitam seu desenvolvimento (NASCIMENTO, 2006).

Dessa forma, a adoção de misturas mais complexas com mais de uma leguminosa pode ser uma opção benéfica ao sistema de cultivo. Características complementares entre as plantas forrageiras são fundamentais na formação de misturas complexas.

Nesse cenário, o feijão guandu (*Cajanus cajan (L.) Millsp.*), possui ampla adaptação a diferentes tipos de solo e variações climáticas e tolerantes ao déficit hídrico, tornando-se uma alternativa para misturas complexas. Associado ao amendoim forrageiro, o feijão guandu possui grande potencial de sinergismo, trazendo benefícios e aumentando a produtividade. Assim, unindo a capacidade produtiva do capim marandu com as melhorias fornecidas pelas leguminosas ao sistema, espera-se uma maior produção de forragem, de forma que essa possa suprir a necessidade animal mesmo em épocas de escassez.

Desse modo, a hipótese do presente estudo foi que a inclusão de amendoim forrageiro e feijão guandu em sistemas de pastagem a base de capim marandu, pode substituir a fertilização nitrogenada e aumentar a produtividade animal por meio do incremento na produção de forragem e no valor nutritivo. Assim, objetivou-se com esse estudo definir tipos de associações entre espécies forrageiras, visando avaliar o valor nutritivo, estrutura de dossel, produção de forragem e desempenho animal.

## **2. Referencial teórico**

### **2.1 Estacionalidade de produção forrageira**

A estacionalidade da produção forrageira refere-se à variação anual na produção de forragem, que é influenciada por fatores como precipitação, manejo e condições ambientais (FRANK *et al.*, 1996).

Sistemas de produção animal, manejados exclusivamente à pasto, necessitam de disponibilidade de forragem de qualidade durante todo o ano (SOUZA SOBRINHO *et al.*, 2005). De modo geral, as espécies forrageiras cultivadas no Brasil, concentram sua produção na época das águas (OLIVEIRA *et al.*, 2010; FERNANDES *et al.*, 2010), onde se encontram as melhores condições para seu desenvolvimento (MOREIRA *et al.*, 1996), como umidade e temperatura (SOARES FILHO *et al.*, 2002).

Durante a época seca do ano, diminui-se a produção de matéria seca e o valor nutritivo da forragem. Tais fatores exercem influência direta no consumo e digestibilidade pelos animais

(LIMA, 2019). Nessa época, as forrageiras apresentam ainda baixo percentual de proteína bruta (PB), abaixo de 7% (HOMEM *et al.*, 2021a), limitando assim a quantidade de N para o crescimento microbiano no rúmen (DETMANN *et al.*, 2014). Desta forma, o desenvolvimento dos animais fica comprometido. Como consequência, tem-se o aumento na idade de abate e diminuição no número de ciclos de produção na propriedade (REIS *et al.*, 2012).

Nas regiões subtropicais e tropicais, a temperatura é um dos fatores mais limitantes para produção. A radiação solar, por sua vez, é outro fator de grande importância, uma vez que é a principal fonte de energia para produção de biomassa. A radiação, é o fator que desencadeia a fotossíntese, que, associada a temperatura, exercem funções importantes no desenvolvimento da planta, como atividade enzimática e transporte de fotoassimilados (CORRÊA; SANTOS, 2011).

Portanto, sabendo que a disponibilidade de forragem é sazonal e temporalmente instável, alternativas para suprir a demanda animal devem ser definidas (HOFFMANN *et al.*, 2014). Logo, para que sejam estabelecidas estratégias corretivas, o pecuarista deve compreender a complexidade de seu sistema produtivo e quando suas forrageiras irão sofrer queda de produção devido à estacionalidade climática (CANESIN *et al.*, 2007).

## **2.2 Diferimento de pastagens**

O diferimento de pastagens é o processo ao qual uma área é isolada de pastejo, a fim de estocar a forragem produzida (SANTOS *et al.*, 2021). Tem por objetivo garantir alimento para os animais em períodos em que há escassez, na época seca do ano (NAVE *et al.*, 2016). No Brasil, esse manejo é realizado no final do verão ou outono (SANTOS *et al.*, 2010), onde a produção de forragem encontra-se em níveis satisfatórios. É uma técnica de baixo custo e fácil manejo (SANTOS *et al.*, 2009).

O acúmulo de forragem durante o diferimento exerce influência direta no desempenho animal (SANTOS *et al.*, 2018), uma vez que a estrutura da pastagem afeta o valor nutritivo da mesma (SILVA *et al.*, 2016; AFONSO *et al.*, 2018).

Vários fatores fisiológicos e morfológicos são modificados durante esse período. O crescimento e desenvolvimento forrageiro e a modificação da população de perfilhos (vegetativos, reprodutivos e mortos) são condições importantes a serem avaliadas, uma vez que estão correlacionadas diretamente com a qualidade nutricional da forragem produzida. Esta, por sua vez,

influencia no comportamento ingestivo em pastejo, levando a alterações no desempenho animal (COSTA *et al.*, 2011).

Quanto ao período ideal para iniciar o manejo bem como ao tempo ao qual a pastagem permanecerá em diferimento, estes podem ser flexibilizados através da utilização da adubação nitrogenada. Esta é uma prática que tende a aumentar a capacidade de suporte da pastagem e maximizar a produção forrageira, levando a uma maior eficiência produtiva (FAGUNDES, 2004). O nitrogênio atua na taxa de crescimento vegetal, permitindo maior produção de forragem por unidade de tempo. Assim, mesmo que sejam utilizados períodos distintos de diferimento, podem ser encontrados valores de produção forrageira semelhantes (SANTOS *et al.*, 2009).

### **2.3 Efeitos na produtividade devido a intensificação no uso de Nitrogênio**

Com vasta extensão territorial e clima classificado predominantemente como tropical, o Brasil possui grande potencial para atender a demanda mundial de produtos de origem animal. Isso acontece principalmente porque a produção bovina, em sua maioria, utiliza de recursos nutricionais de baixo custo, como gramíneas tropicais (HOFFMAN *et al.*, 2014).

Segundo Francisco *et al.* (2017), grande parte das pastagens encontradas no Brasil, tanto nativas quanto cultivadas, encontram-se degradadas e os motivos para tal problema são a falta de nutrientes essenciais, correção do solo e compactação.

Assim, a necessidade de evitar a degradação das pastagens é evidente, de forma a impulsionar sua produtividade e tornar a pecuária mais rentável e competitiva quanto ao uso do solo (CORRÊA *et al.*, 2000).

Nesse cenário, aumentar a produtividade do solo irá garantir maior rentabilidade à produção (BARROS *et al.*, 2003; MARTHA JUNIOR *et al.*, 2006). Como consequência, aumentando a produtividade das pastagens, busca-se contribuir para a melhoria da qualidade do solo e redução de eventuais impactos no ciclo hidrológico, levando ao maior desempenho produtivo por unidade animal e possível redução na emissão de gases de efeito estufa (VILELA *et al.*, 2005).

É comprovado o efeito positivo da adubação nitrogenada em pastagens do gênero *Urochloa* (ALEXANDRINO *et al.*, 2004), uma vez a produção de uma cultura forrageira é fortemente influenciada pela adubação (MARTUSCELLO *et al.*, 2019).

O nitrogênio é um dos nutrientes mais limitantes na produção. Mesmo presente no solo, seu suprimento é limitado. É o principal nutriente para manutenção da produtividade das gramíneas forrageiras, sendo fundamental na formação dos cloroplastos, proteínas e outros constituintes que atuam diretamente na síntese dos compostos orgânicos. Estes, responsáveis por características relacionadas a estrutura da planta, tais como o tamanho das folhas e colmo, formação, desenvolvimento e crescimento dos perfilhos (COSTA *et al.*, 2006), resultando em um maior acúmulo de forragem e aumento na taxa de lotação (MOREIRA *et al.*, 2011).

O desempenho animal está intimamente ligado à quantidade e qualidade da forragem consumida (PERIN, 2003). Estudos realizados demonstram que o nitrogênio, devido a sua grande influência na produção de forragem, é o fator de manejo mais efetivo para o controle do rendimento animal que pode ser obtido através da produção em pastagens (RIBEIRO *et al.*, 2008). A aplicação de N pode ser caracterizada então como uma forma rápida e eficaz de aumentar a produção pecuária à pasto. Durante o período das águas, o uso do nitrogênio nas pastagens aumenta a produção de folhas e emissão de novos perfilhos, levando ao maior acúmulo de forragem (BATISTA *et al.*, 2023) e conseqüentemente disponibilidade de alimento para época seca.

No entanto, o fertilizante nitrogenado possui alto custo, sendo ainda um recurso limitado (CARDOSO *et al.*, 2016). O nutriente ainda sofre perdas no solo, sendo as principais a lixiviação, a desnitrificação, a emissão de amônia pela folha e a volatilização (OLIVEIRA *et al.*, 2008). Tais perdas levam à diminuição da eficiência de seu uso, levando à queda da lucratividade da pecuária a pasto (MARTHA JUNIOR, 1999; PRIMAVESI *et al.*, 2001). Dessa forma, é crucial desenvolver alternativas para diminuir as perdas e maximizar o uso de fertilizantes nitrogenados (COSTA *et al.*, 2006).

#### **2.4 Utilização de leguminosas em pastagens**

A intensificação quanto ao uso de pastagens consorciadas vem sendo motivada pela exigência mundial por uma produção em maior escala e de forma cada vez mais sustentável (ANDRADE *et al.*, 2015).

Resultados benéficos tem sido encontrados quanto ao uso de leguminosas em pastagens. Melhorias na qualidade nutricional e aumento na produção de forragem são alguns exemplos (TERRA *et al.*, 2019). Macedo *et al.* (2014) destacam a contribuição positiva desse sistema de

cultivo, sendo redução de efeito estufa, menor exigência a adubação nitrogenada e potencial mitigação da emissão de metano pelos animais. Além disso, o consórcio possibilita aumento na longevidade das pastagens tropicais, quando comparadas a pastagens em monocultivo (SIMIONI *et al.*, 2014).

Dessa forma, pastagens mistas entre gramíneas e leguminosas forrageiras detêm grande capacidade de melhorias no desempenho produtivo animal. Maiores teores de proteína bruta e digestibilidade são características positivas descritas por Pereira (2002). O ganho de peso e manutenção do mesmo durante a época da seca são ainda modelados pela utilização de leguminosas em pastagens. Barcellos *et al.* (2008) descrevem um estudo com animais mantidos em pastagens consorciadas no norte da Austrália sob condições de clima tropical, onde foi encontrado valores de ganho médio diário (GMD) entre 400 e 800g. Extrapolando tais resultados às condições brasileiras, Simioni *et al.* (2014) ressaltam que animais em regime exclusivo à pasto, poderiam ser terminados com idade inferior a 36 meses e fêmeas entrariam fase reprodutiva por volta dos 20 meses.

Assim, a utilização de leguminosas em pastagens já formadas por gramíneas permite a intensificação do sistema produtivo, levando ao maior rendimento na produção de forragem e decorrente maximização na produção animal.

## **2.5 Consórcio entre gramíneas e leguminosas e fixação biológica de nitrogênio**

O consórcio entre gramíneas e leguminosas forrageiras se caracteriza como uma importante ferramenta para aumentar a produção e qualidade das pastagens (PIZZANI *et al.*, 2012).

É incontestável a importância das leguminosas na formação de pastagens, devido a sua capacidade de adicionar o nitrogênio atmosférico ao sistema solo-planta-animal, através da fixação biológica, sendo responsável ainda por melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (FERNANDES *et al.*, 2009). Isto acontece pela capacidade da leguminosa em realizar associação benéfica (simbiose) com bactérias específicas, aptas a fixar nitrogênio vindo da atmosfera (ANDRADE *et al.*, 2004).

O nitrogênio fixado pelas leguminosas auxilia de forma expressiva o sistema de produção, aumentando a capacidade de suporte e produtiva das pastagens (PACIULLO *et al.*, 2003), melhorando a qualidade nutricional da dieta (LEOPOLDINO, 2000) e intensificando a produção animal (EUCLIDES *et al.*, 1998).

Na aplicação de leguminosas na formação de pastagens, deve-se atentar na escolha da espécie mais apropriada às condições ambientais, ao tipo de exploração, aos manejos e à disponibilidade de recursos a serem aplicados (BARCELLOS *et al.*, 2008).

Na região tropical, a leguminosa de maior destaque em relação às pastagens consorciadas, é amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*). Sendo uma espécie nativa da América do Sul, sua maior disseminação ocorre na região central brasileira (PURCINO *et al.*, 2004). É uma planta de estrutura herbácea, perene e de porte baixo, chegando à altura de 20 a 50 cm de altura do solo. Seu principal mecanismo de propagação é a ramificação e enraizamento de estolões em até 1,50cm, em todas as direções horizontalmente, obtendo mais pontos de crescimento e assim garantindo sua sobrevivência sob pastejo animal (NASCIMENTO, 2006).

O consórcio entre gramíneas e leguminosas leva à bons índices de rendimento e qualidade da forrageira produzida, tendo como consequência um desempenho animal eficiente (RIBEIRO *et al.*, 2008). Avaliando animais em lotação contínua, sob pastagens de Coastcross consorciado com *Arachis pintoi*, no período de janeiro a julho do primeiro ano de estabelecimento, Oliveira (2004) encontrou resultados de ganho médio diário (GMD) de 440g. Já Lascano (1994), pode concluir que a inserção de *Arachis pintoi* em pastagens já formadas por gramíneas forrageiras, promoveu aumento de 17 a 20% na produção de leite.

Porém, como fator limitante a seus resultados positivos, pode-se destacar o crescimento lento do amendoim forrageiro para cobertura de solo no primeiro ano após implantação (MENEZES, 2011). É conhecido o fato de que quando o plantio é realizado por sementes, o estabelecimento é mais rápido. Sobretudo, regularmente o plantio é realizado por meio de estruturas vegetativas (estolões), uma vez que é encontrada certa dificuldade para retirada das sementes do solo (AMATO *et al.*, 2007).

Outra limitação associada ao uso do amendoim forrageiro é sua estacionalidade produtiva. Homem *et al.* (2021a), avaliando pastagens mistas entre capim marandu e amendoim forrageiro, descrevem que a persistência do amendoim em pastagens é prejudicada durante a época seca do ano. Nesta razão, tem-se a necessidade de incorporação de uma outra forrageira ao sistema, a qual garanta produtividade e adaptação às condições edafoclimáticas.

Como alternativa, o feijão guandu (*Cajanus cajan*) se destaca devido a sua tolerância à seca e adaptação a solos de baixa fertilidade, dispondo de grande produção de fitomassa, mesmo que em condições de pouca disponibilidade de chuvas (WUTKE, 1987). É classificado como uma

planta arbustiva e semiperene, possuindo ainda boa adaptação às condições climáticas tropicais (BONFIM-SILVA *et al.*, 2014).

A utilização do feijão guandu é muito diversificada. Devido a elevada produção de massa vegetal é um excelente adubo verde, o que favorece a maior produção da pastagem consorciada. Atua na ciclagem de nutrientes do solo, sendo ainda um importante fixador de nitrogênio atmosférico. Possui baixa relação C/N e se adequa bem ao manejo rotacionado de culturas (PEREIRA, 1985). É destacado como uma importante fonte de proteínas (PROVAZI *et al.*, 2007), variando de 16 a 23% de PB em suas folhas, flores, ramos, vagens e sementes (MAIOR JUNIOR, 2006).

O cultivo consorciado entre capim marandu, amendoim forrageiro e feijão guandu pode promover efeitos benéficos aos sistemas de produção. Isso, porque cada cultura apresenta características particulares de desenvolvimento.

## **2.6 Desempenho produtivo animal em pastagens**

Em sistemas de produção animal à pasto, a estrutura e controle do dossel forrageiro exercem influência direta na eficiência do sistema (PAULA *et al.*, 2012). A base do manejo envolve atingir um equilíbrio ideal entre o desenvolvimento das plantas, o consumo delas e a produção animal, mantendo a estabilidade do sistema de produção (SILVA, 2004). Pastos com relação não desejada entre folhas e colmos prejudicam o hábito de pastejo e consumo de forragem pelos animais.

O desempenho animal está diretamente ligado ao consumo diário de forragem e a qualidade da forragem ingerida. Bryan *et al.* (2000), avaliando o rendimento animal em pastagens de *Poa pratensis* em alturas distintas de pastejo, concluíram que a altura do dossel forrageiro está intimamente ligada com a massa de forragem. Os autores ainda encontraram que dosséis pastejados em alturas inferiores, apresentaram menores teores de fibra em detergente ácido e maior proteína bruta. Já Duple *et al.* (1971) encontraram valores de ganho médio diário superior à 1,1 kg/animal, em pastagens com digestibilidade média de matéria seca acima de 66% e produção de massa de forragem de 500kg/ha/ano.

Porém, não somente a massa de forragem como também a relação folha:colmo influencia no rendimento produtivo animal (STOBBS, 1973), isso porque a estrutura do dossel modifica o consumo da forragem e comportamento ingestivo (MOORE; SOLLENBERGER, 1997). O

consumo de forragem pelos animais é sugestionado pelo tempo de pastejo e taxa de ingestão, sendo essas variáveis correlacionadas com a taxa e tamanho do bocado. Assim, justifica-se a interferência do consumo de forragem pela estrutura do dossel (CÂNDIDO *et al.*, 2005).

Inúmeras pesquisas (CARNEVALLI *et al.*, 2000, 2006; ANDRADE, 2003; SARMENTO, 2007; SBRISSIA, 2004; DIFANTE, 2005; BARBOSA *et al.*, 2007) confirmaram que pastagens onde é realizado o controle da estrutura do dossel expressaram respostas positivas quanto a produção de forragem de qualidade e melhor desempenho produtivo animal.

### **3. Material e Métodos**

#### **3.1 Local e histórico da área**

O experimento foi conduzido em área experimental pertencente ao Departamento de Zootecnia/DZO, da Universidade Federal de Lavras, em Lavras/MG. Esta, localizada à 21°14'06'' latitude sul, 44°58'06'' longitude oeste e 918 metros de altitude. O clima da região é classificado como Cwa mesotérmico úmido subtropical de inverno seco (Köppen-Geiger climate classification: Cwa; SÁ JÚNIOR *et al.*, 2012). Os dados climáticos foram obtidos através da estação meteorológica, distante a 1.000 m da área experimental.

A área experimental utilizada foi de pastagem formada, na qual foram realizados experimentos anteriores (Homem *et al.* 2021a; Homem *et al.* 2021b). Em janeiro de 2014, foi realizada a semeadura do capim marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich) Stapf cv. Marandu – sinónímia *Urochloa brizantha*) em toda área experimental. Após o estabelecimento, a área foi dividida em piquetes e blocada. Em dezembro de 2015 a semeadura do amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krap. & Greg. cv. Mandobi) foi realizado nas unidades experimentais sorteadas para o respectivo tratamento.

#### **3.2 Tratamentos e manejo experimental**

Foram estudados cinco tipos de pastagens, sendo: 1) Monocultivo de capim marandu sem adubação nitrogenada (Controle), 2) Consórcio de capim marandu com amendoim forrageiro (B+A), 3) Consórcio de capim marandu com feijão guandu (B+G), 4) Consórcio de capim marandu

com amendoim forrageiro e feijão guandu (B+A+G), 5) Capim marandu adubado com 150 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> de N (N). A adubação nitrogenada foi realizada com uréia e parcelada em três aplicações anuais de 50,0 kg/ha<sup>-1</sup> (no início, meio e no final da estação chuvosa).

Para implementação do presente experimento, em janeiro/2022, foi realizada o rebaixamento do dossel por meio de pastejo intenso (20 – 15cm) e a fertilização da área com a aplicação de superfosfato simples e cloreto de potássio, correspondendo a 22 kg P/ha e 41 kg K/ha. Após os manejos anteriormente citados, foi realizada a semeadura do feijão guandu nos respectivos tratamentos. Todos os piquetes foram diferidos por 90 dias, durante a estação do outono. Nesse período, as avaliações de massa de forragem foram realizadas.

A entrada dos animais foi realizada na época seca (junho/2022). Todos os tratamentos foram manejados com método de lotação contínua, com taxa de lotação variável (ALLEN *et al.*, 2011). A oferta de forragem foi utilizada como critério para ajuste de lotação (5kg/MS/Kg peso corporal). Foram utilizadas fêmeas da raça nelore na fase de recria, com idade média de 180 dias e peso médio de 160kg. Em cada unidade experimental foram alocados dois animais, recebendo água e suplemento mineral comercial *ad libitum*. A composição do suplemento fornecido encontra-se detalhada na Tabela 1.

**Tabela 1** - Composição mineral de suplemento comercial Nutriflex B25-4 TIMAC Agro ®

<b>NÍVEIS DE GARANTIA</b>	
P min (g/kg)	40
Ca min-máx (g/kg)	60 - 100
Mg min (g/kg)	30
Na min (g/kg)	35
S min (g/kg)	4.000
PB min (g/kg)	350
I (mg/kg) min	53
Co (mg/kg) min	9
Se (mg/kg) min	18
Mn (mg/kg) min	1.800,00
Cu (mg/kg) min	900
Zn (mg/kg) min	2.700,00
Fe (mg/kg) min	0
Vit A (UI/kg) min	20.000
Vit D (UI/kg) min	2.500
Vit E (UI/kg) min	350
NNP Equiv. Prot máx (g/kg)	340

---

## COMPONENTES

---

Melaço de cana-de-açúcar, farelo de soja, farelo de arroz, carbonato de cálcio, fosfato monocálcico, cloreto de sódio, uréia pecuária, óxido de magnésio, flor de enxofre, iodato de cálcio, óxido de manganês, timafeed poost, óxido de zinco, selenito de sódio, sulfato de cobre, Vitamina A, Vitamina D3, Vitamina E, ácido cítrico, propionato de cálcio, sorbato de potássio, etoxiquin, hidróxido de tolueno butilato

A fim de controlar o pastejo em razão da oferta de forragem, foram utilizados animais “reservas”, empregando a técnica descrita por Mott e Lucas (1952) como *put-and-take*.

### 3.3 Avaliações

#### 3.3.1 Altura do dossel forrageiro

O monitoramento da altura do dossel foi realizado a cada 14 dias, com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, “sward stick”, segundo metodologia descrita por Barthram (1985). Em cada piquete foram medidos 100 pontos aleatórios, e a altura do dossel foi mensurada através da média aritmética dos pontos.

#### 3.3.2 Calibração da equação de regressão

A mensuração da massa de forragem total (MF) foi realizada pelo método da dupla amostragem do prato ascendente (SANDERSON *et al.*, 2001). Dessa forma, tem-se equações de regressão linear, em razão de altura e massa de forragem. As equações utilizadas foram distintas em cada estação, descritas em: outono/diferimento =  $159,44 \times H + 2685,59$ ; inverno =  $234,28 \times H + 872,47$ ; primavera =  $152,44 \times H + 1788,17$ ; verão =  $212,74 \times H + 1104,33$ .

A cada 15 dias foram medidos 100 pontos aleatórios em todas as unidades experimentais com o auxílio do prato ascendente. Através da média aritmética da altura entrada, foi realizada a estimativa da massa de forragem total por hectare, através das equações anteriormente citadas.

### 3.3.3 Composição morfológica

A cada 28 dias, foram colhidas amostras em pontos médios do dossel com finalidade de definir a composição botânica e morfológica da massa herbácea. Com auxílio de molduras com medidas de 0,5 m<sup>2</sup> e cortador elétrico, o material contido em seu interior foi cortado, pesado, seco em estufa com circulação de ar por 72 horas, à 55°C e mensurado a matéria seca total. As amostras foram separadas em gramínea e leguminosas, pesadas e sub amostradas. As sub amostras de gramíneas foram separadas em folha (lâmina foliar), colmo + bainha e material morto, enquanto as leguminosas em folha e colmo. Das diferentes frações obtidas, foi realizada a pesagem e secagem em estufa. Com os valores de peso seco obtidos, foi estimada a composição morfológica do dossel. À composição foi expressa em porcentagem, sendo a proporção dos componentes na matéria seca total.

As coletas mensais foram agrupadas de acordo com as estações do ano, representando então outono, inverno, primavera e verão.

### 3.3.4 Acúmulo de forragem herbácea

O acúmulo de forragem foi mensurado mediante a utilização de gaiolas de exclusão. Em cada unidade experimental foram alocadas duas gaiolas, compreendendo uma área aproximada de 1,0 m<sup>2</sup> (100 cm x 100 cm) cada. Foi utilizado ciclo de avaliação de acúmulo de 14 dias.

O prato ascendente foi utilizado para determinar à altura da forragem da gaiola. Este, permaneceu devidamente calibrado antes (MFi) e depois (MFf) da alocação da gaiola. Quatro pontos aleatórios na gaiola foram medidos e posteriormente realizada a média aritmética. Neste método de avaliação indireta, a massa de forragem é determinada pela altura através de equações de regressão linear, as quais foram definidas de forma distinta para cada estação do ano avaliadas. Após a avaliação de cada ciclo, a gaiola foi realocada a outro ponto aleatório da unidade experimental, caracterizando então o início de um novo ciclo avaliativo. Os cálculos de acúmulo de forragem foram realizados através do método agrônômico da diferença, conforme a equação abaixo:

$$AF = (MFf - MFi) / P$$

sendo: AF, acúmulo de forragem; MFf: massa de forragem, sob a gaiola, no último dia de exclusão (dia 14), MFi: massa de forragem média da parcela por ocasião da colocação das gaiolas (dia 1), P: período de avaliação (número de dias, 14).

### 3.3.5 Composição química

A composição química da forragem foi avaliada por meio de amostras de pastejo simulado; JOHNSON, 1978), representando as estações do ano Inverno, Primavera e Verão. A área coletada buscou respeitar sempre a área de seleção de pastejo animal, de forma a serem obtidas porções semelhantes às selecionadas em pastejo natural. As amostras foram então identificadas, levadas ao laboratório e separadas botanicamente, entre gramínea e leguminosa, de acordo com cada tratamento. Na sequência, as diferentes espécies foram pesadas e secas em estufa com circulação de ar a 55° C por 72 hora. Após a secagem e pesagem, foram processadas em moinho do tipo Willey, com peneira de malha de 1 mm.

Para determinação da composição mineral total (método INCT-CA M-001/1), fibra em detergente neutro (FDN; método INCT-CA F-002/1) e fibra em detergente ácido (FDA; método INCT-CA F-004/1) foram seguidas as recomendações descritas por Detmann *et al.* (2021).

O teor de nitrogênio (N) total foi determinado através do método de Dumas utilizando-se analisador Leco FP-828 (Leco Instruments, Inc., St. Joseph, MI) e a concentração de proteína bruta foi calculada multiplicando-se o teor de N total por 6,25. O teor de tanino das amostras foi avaliado através de espectrofotometria de onda 550nm, segundo metodologia descrita por FAO/IAEA (2000).

### 3.3.6 Performance animal

Foi realizada a pesagem mensal de todos os animais alocados em cada piquete, sendo ao final do período experimental avaliado o desempenho animal. Foi computado o número de dias em pastejo e peso animal individual. A taxa de lotação foi calculada pela razão entre o número de

unidades animais (UA= 500 kg) e a área pastejada. O ganho médio diário foi encontrado através da diferença entre peso atual e anterior em razão do intervalo entre pesagens.

$$\text{GMD} = [(\text{Peso atual}) - (\text{Peso anterior})] / \text{Intervalo entre pesagens}$$

Através do valor encontrado de ganho de cada animal *tester*, foi realizada a média aritmética, representando o ganho médio diário (kg/dia) por piquete. O ganho por área (kg/ha/dia) foi definido pelo produto entre o ganho médio diário e a taxa de lotação (animais por hectare), sendo:

$$\text{Ganho por área} = \text{Tx lot (ani/ha)} * \text{GMD}$$

Após os cálculos mensais e avaliação geral, o desempenho animal foi agrupado por períodos do ano, sendo expresso em seca, transição e águas, de forma a melhor representar às condições produtivas encontradas na região experimental.

### 3.4 Análise estatística

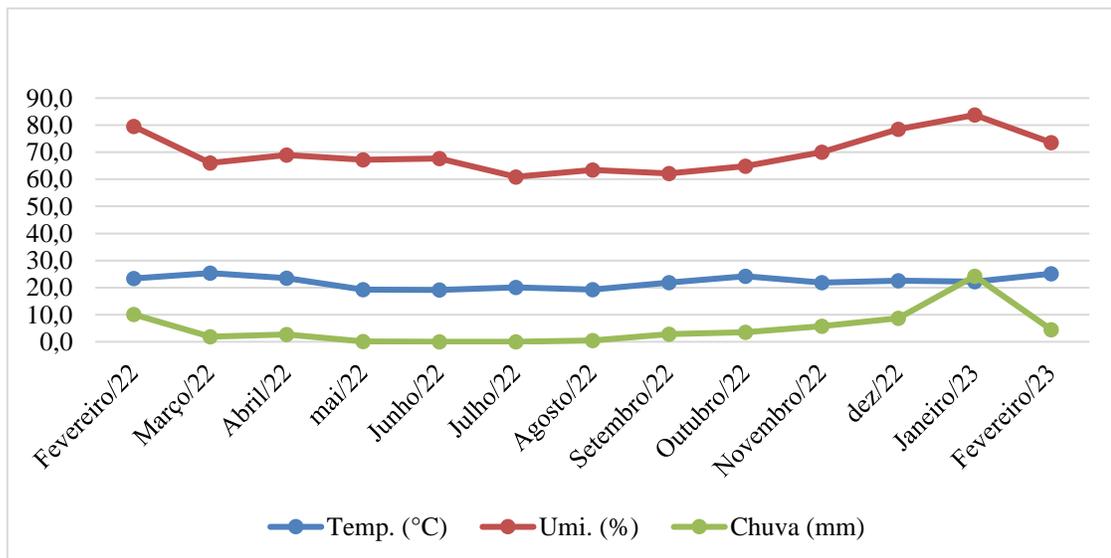
O delineamento experimental utilizado foi utilizado o em blocos casualizados (DBC), com cinco tratamentos e três repetições, sendo as unidades experimentais representadas por piquetes. Os dados utilizados foram expressos como média de cada estação do ano. Os modelos para análise dos dados foram ajustados (LITTELL *et al.*, 2000), utilizando o procedimento MIXED do SAS (Instituto SAS, Cary NC). Os tratamentos e estações foram considerados efeitos fixos, enquanto o efeito exercido pelo bloco foi definido como efeito aleatório. Para definir a melhor estrutura de covariância, foi utilizado o modelo de informação estatística Akaike (AKAIKE, 1974). As médias foram pressupostas através da análise LSMEANS, sendo as comparações avaliadas à 5% de probabilidade de erro. O modelo estatístico para análise dos dados é descrito por:

$$Y_{ijkz} = \mu + B_i + PT_j + \gamma_{ij} + S_k + (PT \times S)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

onde  $Y_{ijkz}$  = valor observado no  $i$ -ésimo bloco, do  $j$ -ésimo PT,  $k$ -ésima estação do ano;  $\mu$  = média geral;  $B_i$  = efeito aleatório associado ao  $i$ -ésimo bloco,  $i = 1, 2, 3$ ;  $PT_j$  = efeito fixo associado aos  $j$ -ésimos tipos de pastagem,  $j = 1, 2, 3, 4, 5$ ;  $\gamma_{ij}$  = erro aleatório associado ao  $i$ -ésimo bloco do  $j$ -ésimo PT.;  $S_k$  = efeito fixo associado à  $k$ -ésima estação do ano,  $z = 1, 2, 3$ ;  $(PT \times S)_{jk}$  = efeito fixo da interação  $j$ -ésimo PT com a  $k$ -ésima estação do ano.  $\varepsilon_{ijk}$  = erro aleatório associado ao  $i$ -ésimo bloco, ao  $j$ -ésimo PT, e ao  $k$ -ésima estação do ano.

#### 4. Resultados

**Figura 1** – Dados meteorológicos da cidade de Lavras/MG, registrados mensalmente entre fevereiro de 2022 e 2023.



Fonte: Adaptado de INMET/LAVRAS 83687 (2024)

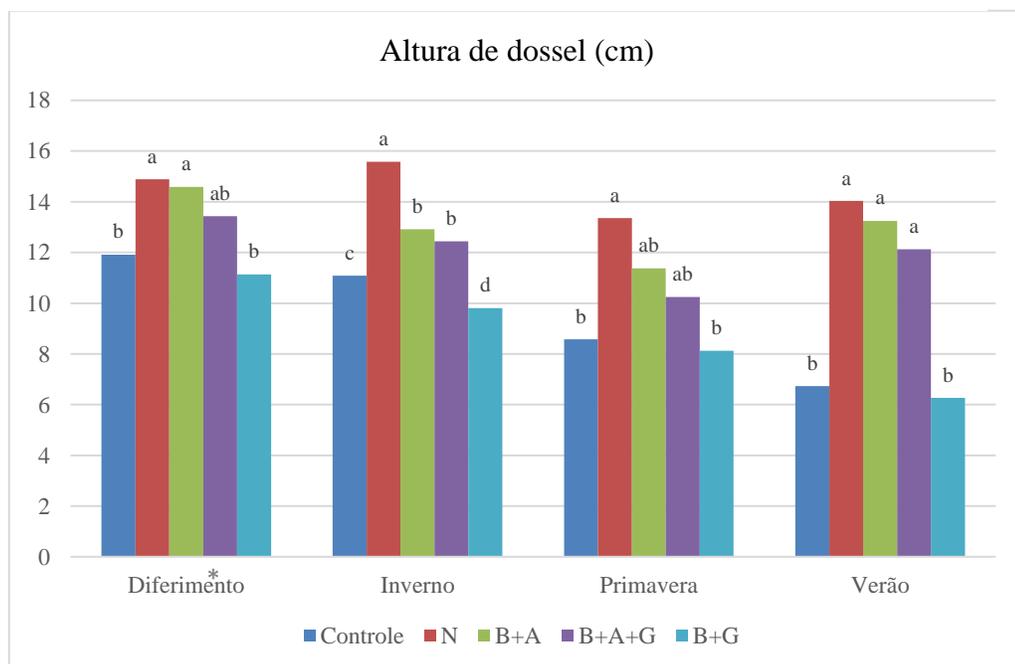
*Temp. (°C): média mensal de temperatura, registrada em graus Celsius; Umi. (%): Média mensal de umidade, registrada em porcentagem; Chuva (mm): média mensal de pluviosidade, registrada em milímetros por metro quadrado.*

## 4.1 Forragem

### 4.1.1 Altura de dossel

A altura do dossel foi influenciada pela interação dos tipos de pastagens e estação do ano ( $p = 0,0147$ ; Figura 1). Durante o período de diferimento, a maior altura foi encontrada nos tratamentos N e B+A em relação ao controle e B+G. Não houve diferença entre B+A+G em relação aos demais tratamentos. No inverno, pastagens recebendo adubação nitrogenada (N) tiveram maior altura do dossel. A menor altura do dossel foi observada no tratamento B+G, o qual em média foi 9,8 cm. Tanto na primavera quanto verão, os tratamentos N, B+A e B+A+G demonstraram alturas de dosséis semelhantes. No verão, pastagens Controle e B+G obtiveram o mesmo crescimento, sendo em média  $6,5 \pm 2,15$ cm.

**Figura 2** - Altura de dossel de pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.



Fonte: Do autor (2024)

Controle: Monocultivo de capim marandu ; N: Capim marandu adubado com 150 kg N/ha ; B+A: Capim marandu + amendoim forrageiro ; B+A+G: capim marandu + amendoim forrageiro + feijão guandu ; B+G: capim marandu + feijão guandu.

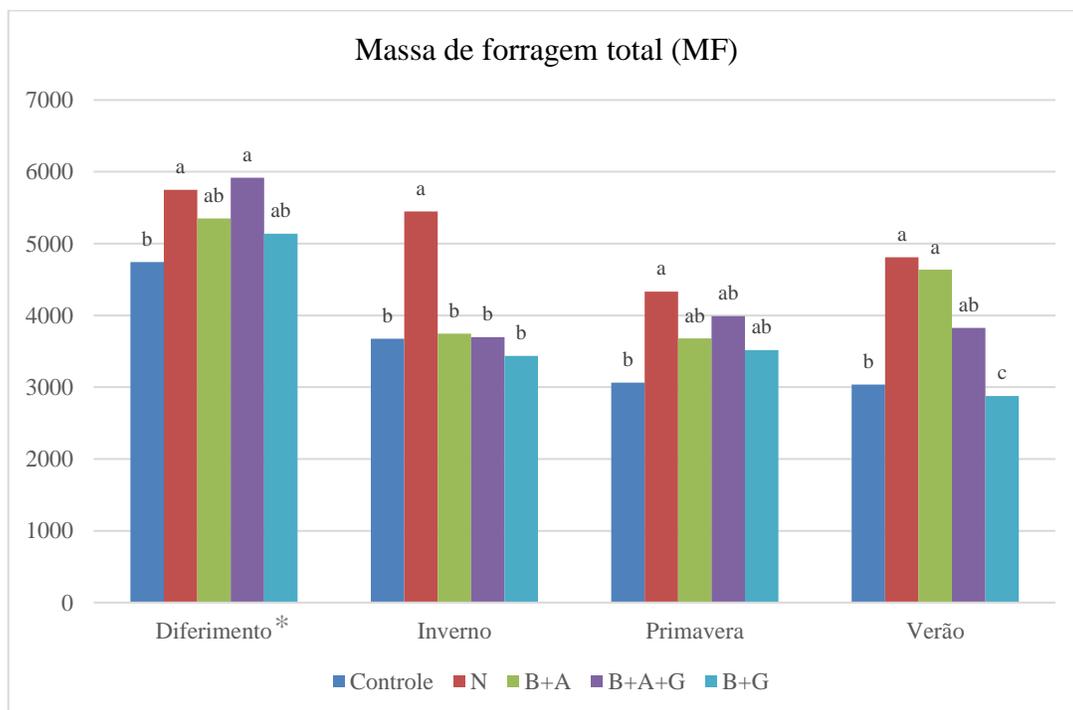
\*Corresponde à estação outono

\*\*Letras diferentes na mesma estação diferem entre si pelo Teste LSMEANS à 5% de probabilidade de erro.

### 4.1.2 Massa de forragem total

A massa de forragem total foi influenciada pelos tratamentos aplicados ( $p < .0001$ ; Figura 2). Durante o diferimento, piquetes aos quais receberam adubação nitrogenada (N) e que foram cultivados em consórcio entre B+A+G tiveram desempenho semelhantes de massa de forragem por hectare. Foram ainda semelhantes estatisticamente entre B+A e B+G. Já no inverno, a massa de forragem em pastagens adubadas (N) foi superior aos demais tratamentos, sendo  $5449,4 \pm 508,82$  kg/MS/ha. Comparando as médias de controle, B+A, B+A+G e B+A, a diferença foi de 1810,9 kg/MS/ha. Resultados semelhantes foram encontrados durante a primavera, onde a maior massa também foi no tratamento N. No verão, a menor massa foi de  $2879,6 \pm 508,82$  kg/MS/ha, pertence ao tratamento B+G.

**Figura 3** - Produção de massa de forragem (kg/MS/ha) de pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.



Fonte: Do autor (2024)

Controle: Monocultivo de capim marandu ; N: Capim marandu adubado com 150 kg N/ha ; B+A: Capim marandu + amendoim forrageiro ; B+A+G: capim marandu + amendoim forrageiro + feijão guandu ; B+G: capim marandu + feijão guandu.

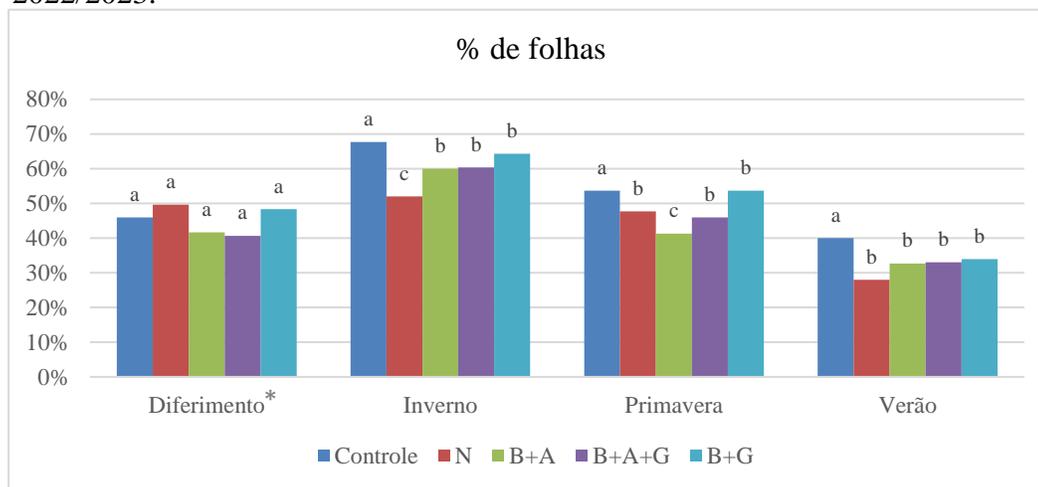
\*Corresponde à estação outono

\*\*Letras diferentes na mesma estação diferem entre si pelo Teste LSMEANS à 5% de probabilidade de erro.

#### 4.1.2.1 Gramínea

Os dados de produção de componentes morfológicos estão descritos nas Figuras 3, 4 e 5, respectivamente. A proporção de folhas teve efeitos de tratamento e estações do ano ( $p = 0,0415$ ;  $p < .0001$ ; Figura 3). Durante o diferimento (outono), ambos os tratamentos apresentaram produção semelhantes. No inverno, o maior percentual de folhas foi encontrado em piquetes do tratamento Controle, sendo 68% da produção total. Pastagens pertencentes ao tratamento N apresentaram menor proporção de folhas na massa de forragem total (52%). Durante a primavera, a produção de folhas dos piquetes Controle se mantiveram em maior escala (54%) e a menor produção foi encontrada no tratamento B+A, sendo 41%. Ambos os tratamentos avaliados não diferiram entre si durante o verão. As estações do ano influenciaram a proporção de colmos ( $p < .0001$ ; Figura 4). Durante o diferimento, a menor proporção de colmos foi encontrada nos tratamentos N e B+G (22%). Já no inverno, o Controle obteve o menor percentual (10%). Nesta estação, a maior proporção de colmos foi encontrada no tratamento N (17%). Na primavera, a maior proporção foi expressa nos tratamentos B+A e N. Este último obteve ainda resultados semelhantes com os demais tratamentos avaliados. No verão ambos os tratamentos se comportaram de forma semelhante. Efeitos da estação também foram encontrados na proporção de material morto da pastagem ( $p < .0001$ ; Figura 5). Durante o diferimento, primavera e verão não foram encontrados resultados estatísticos. Já no inverno, a maior proporção de material morto foi em piquetes de N, B+A e B+A+G. Controle e B+G expressaram resultados semelhantes, sendo estes ainda similares a B+A e B+A+G.

**Figura 4** - Percentual de folhas de gramínea (kg/MS/ha) em massa de forragem total de pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.



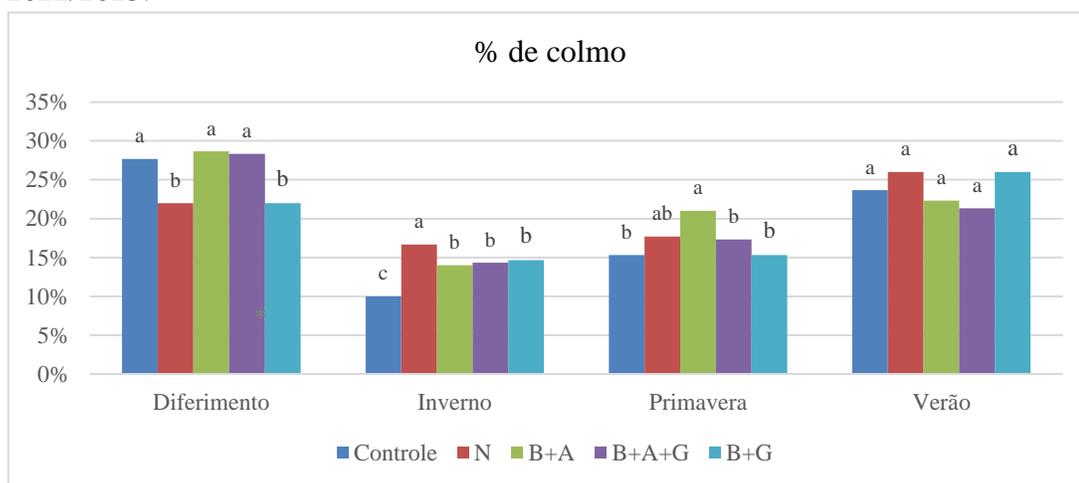
Fonte: Do autor (2024)

Controle: Monocultivo de capim marandu ; N: Capim marandu adubado com 150 kg N/ha ; B+A: Capim marandu + amendoim forrageiro ; B+A+G: capim marandu + amendoim forrageiro + feijão guandu ; B+G: capim marandu + feijão guandu.

\*Corresponde à estação outono

\*\*Letras diferentes na mesma estação diferem entre si pelo Teste LSMEANS à 5% de probabilidade de erro.

**Figura 5** - Percentual de colmos de gramínea (kg/MS/ha) em massa de forragem total de pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.



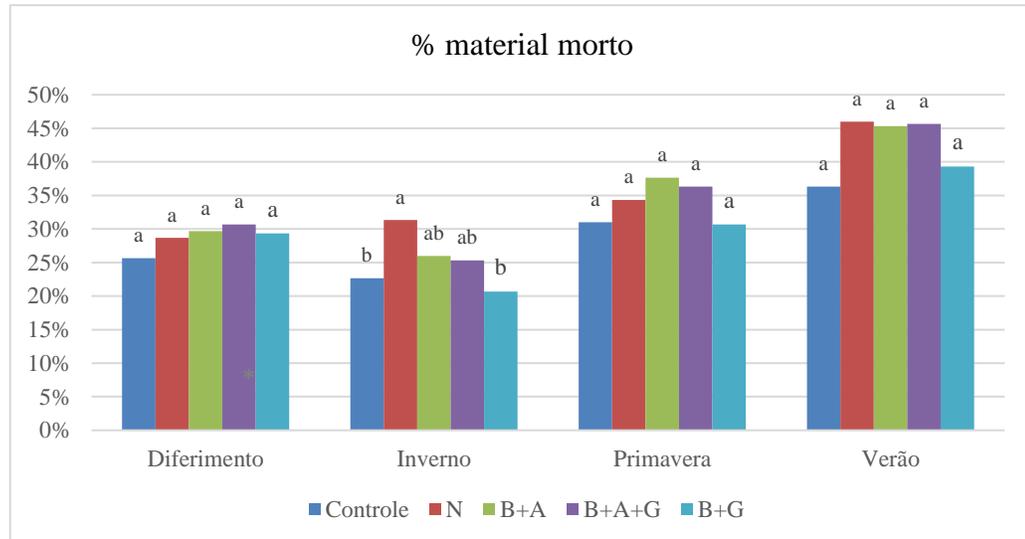
Fonte: Do autor (2024)

Controle: Monocultivo de capim marandu ; N: Capim marandu adubado com 150 kg N/ha ; B+A: Capim marandu + amendoim forrageiro ; B+A+G: capim marandu + amendoim forrageiro + feijão guandu ; B+G: capim marandu + feijão guandu.

\*Corresponde à estação outono

\*\*Letras diferentes na mesma estação diferem entre si pelo Teste LSMEANS à 5% de probabilidade de erro.

**Figura 6** - Percentual de material morto de gramínea (kg/MS/ha) em massa de forragem total de pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.



Fonte: Do autor (2024)

Controle: Monocultivo de capim marandu ; N: Capim marandu adubado com 150 kg N/ha ; B+A: Capim marandu + amendoim forrageiro ; B+A+G: capim marandu + amendoim forrageiro + feijão guandu ; B+G: capim marandu + feijão guandu.

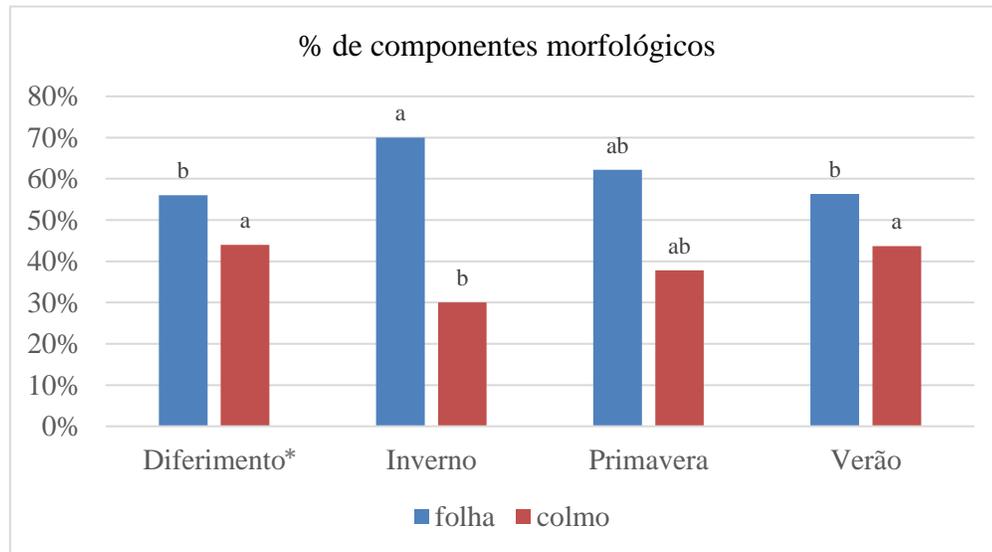
\*Corresponde à estação outono

\*\*Letras diferentes na mesma estação diferem entre si pelo Teste LSMEANS à 5% de probabilidade de erro.

#### 4.1.2.2 Leguminosa

O mesmo método de avaliação dos componentes morfológicos foi utilizado para piquetes contendo a leguminosa herbácea (B+A e B+A+G), sendo estratificação dos componentes. No percentual de folhas e colmos a estação do ano expressou efeito significativo ( $p = 0,0115$ ; Figura 6).

**Figura 7** - Proporção de componentes morfológicos de leguminosa herbácea em massa de forragem total de pastagens consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.



Fonte: Do autor (2024)

\*Corresponde à estação outono

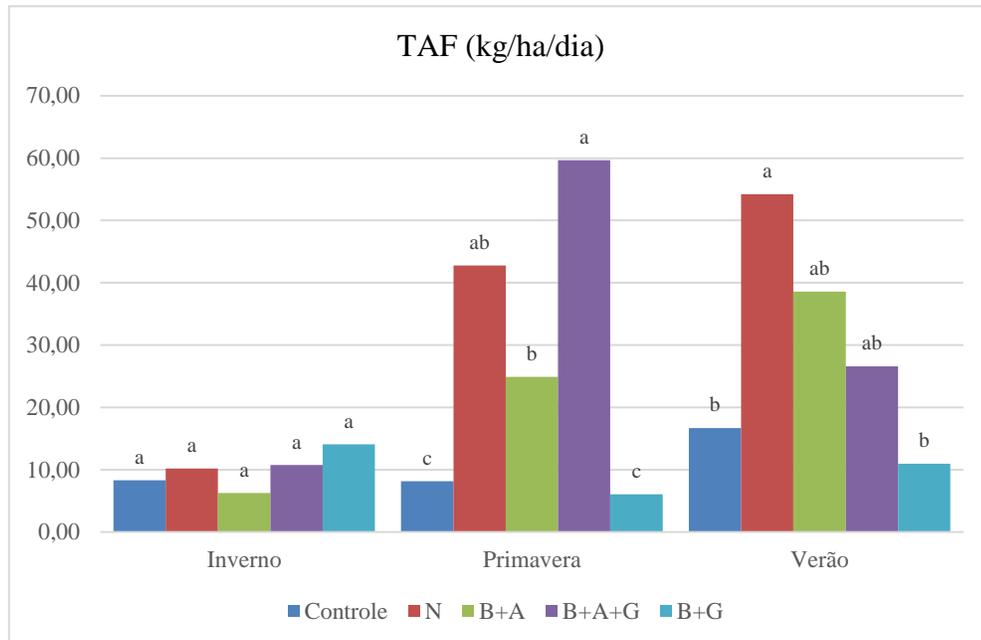
\*\*Letras diferentes na mesma cor (componente) diferem entre si pelo Teste LSMEANS à 5% de probabilidade de erro.

Em ambas as estações, a proporção de folhas foi superior a colmos, com maior percentual encontrado no inverno. Diferimento e verão expressaram o mesmo percentual de folhas na pastagem, 56%. Para colmos, diferimento, primavera e verão foram semelhantes. A menor proporção foi encontrada no inverno.

#### 4.1.3 Acúmulo de forragem herbácea

Houve interação entre ambos os efeitos sob o acúmulo de forragem herbácea ( $p = 0,0398$ ; Figura 7). Durante o inverno, todos os tratamentos obtiveram taxa de acúmulo semelhantes. A maior TAF foi encontrada na primavera, para o tratamento B+A+G e N. Já a menor TAF foi expressa em piquetes dos tratamentos Controle e B+G. No verão os tratamentos N, B+A e B+A+G demonstraram resultados de acúmulo de forragem semelhantes. B+A e B+A+G se mostraram estatisticamente similares à Controle e B+G.

**Figura 8** - Desdobramento da interação entre estações do ano e tratamentos, para avaliação da Taxa de acúmulo de forragem (TAF).



Fonte: Do autor (2024)

*Controle: Monocultivo de capim marandu ; N: Capim marandu adubado com 150 kg N/ha ; B+A: Capim marandu + amendoim forrageiro ; B+A+G: capim marandu + amendoim forrageiro + feijão guandu ; B+G: capim marandu + feijão guandu.*

*\*\*Letras diferentes na mesma estação diferem entre si pelo Teste LSMEANS à 5% de probabilidade de erro.*

#### 4.1.4 Composição química

Na Tabela 2, encontram-se descritos os resultados das variáveis de composição química de capim marandu influenciados pelas estações do ano. A MO no inverno e primavera foram semelhantes, sendo o menor teor encontrado no verão. A FDN foi maior na primavera, seguido por inverno e verão. A FDA foi semelhante nas estações inverno e verão, apresentado os maiores teores. Já o TC, foi menor durante o inverno. O maior teor de TC foi expresso no verão.

**Tabela 2** – Composição química do capim marandu de pastagens em monocultivo ou consorciadas entre capim marandu, amendoim forrageiro e feijão guandu durante as estações do ano de 2022/2023

Variáveis (% / MS)	Estações do ano (TP)			<i>Pr &gt; F</i>	<b>**EPM</b>		
					Estações do ano (TP)		
	Inverno	Primavera	Verão		Inverno	Primavera	Verão
MO	92,49a	92,27a	91,45b	<.0001	0,14	0,40	0,21
FDN	60,63ab	62,57a	58,90b	0,0011	1,26	0,44	0,90
FDA	30,10ab	28,71b	30,71a	0,0001	0,82	0,40	0,33
TC	0,06b	0,09a	0,10a	0,0264	0,01	0,01	0,01

Médias seguidas por diferentes letras na mesma linha diferem pelo Teste LSMEANS à 5% de probabilidade de erro. \*MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; TC = Tanino condensado. \*\*EPM: Erro padrão da média.

As médias das variáveis analisadas para o amendoim forrageiro estão descritas na Tabela 3. A maior MO foi encontrada durante o inverno. Tanto a FDN quanto a FDA foram maiores durante o verão e menores no inverno. O TC foi similar em todas as estações avaliadas.

**Tabela 3** – Composição química do amendoim forrageiro de pastagens em monocultivo ou consorciadas entre capim marandu, amendoim forrageiro e feijão guandu durante as estações do ano de 2022/2023

Variáveis (% / MS)	Estações do ano (TP)		
	Inverno	Primavera	Verão
MO	92,61	92,78	91,67
FDN	34,27	40,62	42,27
FDA	20,72	24,64	25,01
TC	1,23	1,20	1,22

MS = Matéria seca; MO = matéria orgânica; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; TC = Tanino condensado.

Já o teor de proteína bruta (PB) foi influenciado pelos tratamentos aplicados para o capim marandu (Tabela 4,  $p = 0,0307$ ) e pelas estações do ano para o amendoim forrageiro (Tabela 5,  $p = 0,0037$ ). No capim marandu, para o grupo controle, o maior teor de PB foi encontrado no inverno.

Piquetes adubados (N) obtiveram médias semelhantes em todas as estações. Para B+A, o inverno apresentou a maior PB. Demais estações foram semelhantes. B+A+G apresentou a maior PB nas estações inverno e verão. Esta última se assemelhou ainda a primavera. Já para B+G, no verão houve um decréscimo significativo quanto ao teor de PB, sendo o menor teor encontrado durante todas as estações avaliadas (7,80% na matéria seca).

Para o amendoim forrageiro, piquetes em consorcio com B+A apresentaram o maior teor de PB no inverno. O consorcio entre B+A+G apresentou resultados semelhantes, sendo que, neste tratamento, o verão foi similar no teor de PB dos piquetes.

**Tabela 4** – Teor de proteína bruta (%/Matéria seca) do capim marandu de pastagens em monocultivo ou consorciadas entre capim marandu, amendoim forrageiro e feijão guandu durante as estações do ano de 2022/2023

Estação do ano (TP)	Tratamentos (TRAT)					<i>Pr &gt; F</i>	<b>**EPM</b>
	Controle	N	B+A	B+A+G	B+G		
Inverno	10,73a	11,57a	12,00a	10,38a	12,13a		
Primavera	9,99b	13,53a	11,30ab	11,00b	11,30ab	0,0307	1,04
Verão	8,99b	12,77a	11,03ab	10,66ab	7,80c		

Médias seguidas por diferentes letras na mesma coluna diferem pelo Teste LSMEANS à 5% de probabilidade de erro. Controle: Monocultivo de capim marandu ; N: Capim marandu adubado com 150 kg N/ha ; B+A: Capim marandu + amendoim forrageiro ; B+A+G: capim marandu + amendoim forrageiro + feijão guandu ; B+G: capim marandu + feijão guandu.  
\*\* EPM: Erro padrão da média

**Tabela 5** – Teor de proteína bruta (%/Matéria seca) do amendoim forrageiro de pastagens em monocultivo ou consorciadas entre capim marandu, amendoim forrageiro e feijão guandu durante as estações do ano de 2022/2023

Estação do ano (TP)	Tratamentos (TRAT)		<i>Pr &gt; F</i>	<b>**EPM</b>
	B+A	B+A+G		
<b>Inverno</b>	23,53ab	26,13a		
<b>Primavera</b>	19,63b	18,33b	0,0037	1,35
<b>Verão</b>	19,90b	20,57ab		

Médias seguidas por diferentes letras na mesma coluna diferem pelo Teste LSMEANS à 5% de probabilidade de erro. B+A: Capim marandu + amendoim forrageiro; B+A+G: capim marandu + amendoim forrageiro + feijão guandu. \*\*EPM: Erro padrão da média

## 4.2 Performance animal

### 4.2.1 Ganho médio diário e ganho por área

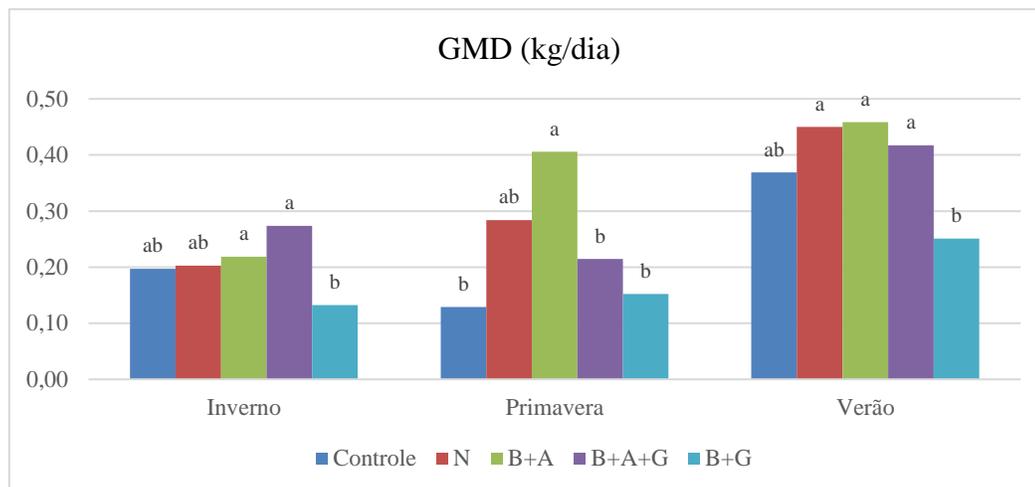
Para ganho médio diário (GMD) e ganho por área (GA) houve interação entre tratamento e estação ( $p = 0,0031$ ;  $p = 0,0103$ ), sendo o desdobramento detalhado nas Figuras 8 e 9. Na média total de ganho de peso entre os tratamentos, no inverno foi encontrado o menor desempenho, sendo 0,200 kg/dia. Dentro desta estação, o menor ganho de peso foi mensurado em novilhas alojadas no tratamento B+G, sendo este semelhante estatisticamente à Controle e N. Os tratamentos anteriormente citados se assemelham ainda em desempenho de ganho de peso em B+A+G e B+A. Estes, obtiveram os maiores ganhos, sendo 0,270 e 0,220 kg/dia. Na primavera, o maior GMD foi em novilhas pertencentes ao tratamento B+A (0,410 kg/dia). Resultados semelhantes foram expressos para as novilhas que consumiram pastagens adubadas (N) (0,280 kg/dia). No verão, média igual ou superior à 0,450 kg/dia foram mensuradas nos tratamentos B+A e N, sendo estes similares ainda ao desempenho em pastagens B+A+G e Controle. O menor GMD ficou explícito no tratamento B+G.

Já o ganho por área foi consideravelmente maior durante o verão, quando consideradas as médias totais dentro da estação. O menor ganho foi identificado nos tratamentos Controle e B+G. B+A, B+A+G e N foram semelhantes, com uma média de ganho de 2,31 kg/ha/dia.

O oposto aconteceu durante o inverno. A média total de GA da estação ficou em 0,720 kg/ha/dia, 1,59 kg/ha/dia menor que a estação anteriormente citada. Dentro desta, o melhor ganho foi manifestado em piquetes consorciados (B+A+G e B+A), sendo 1,10 e 0,880 kg/ha/dia.

A primavera expressou ganhos intermediários, com destaque para maior GA em piquetes B+A e N. Controle e B+G se mantiveram com o menor ganho.

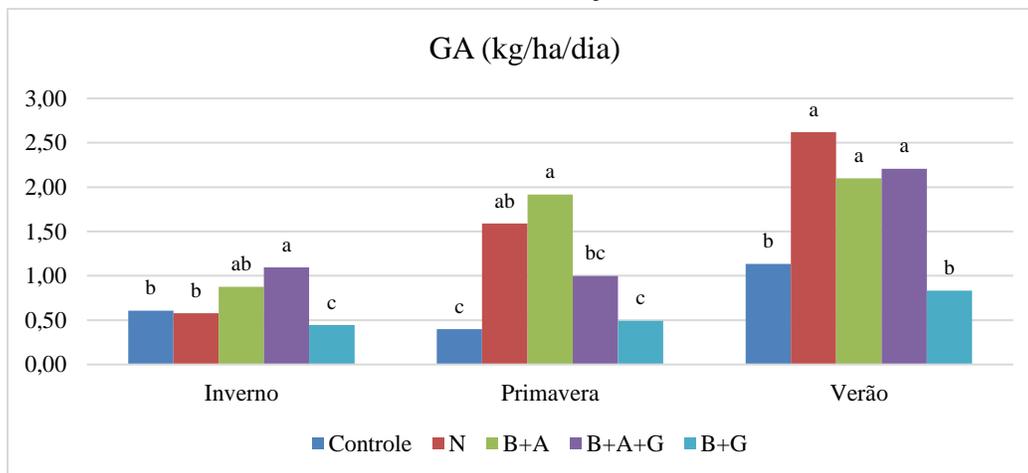
**Figura 9** - Ganho médio diário de fêmeas Nelore mantidas em pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.



Fonte: Do autor (2024)

\*\*Letras diferentes na mesma estação diferem entre si pelo Teste LSMEANS à 5% de probabilidade de erro.

**Figura 10** - Ganho por área de fêmeas Nelore mantidas em pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.



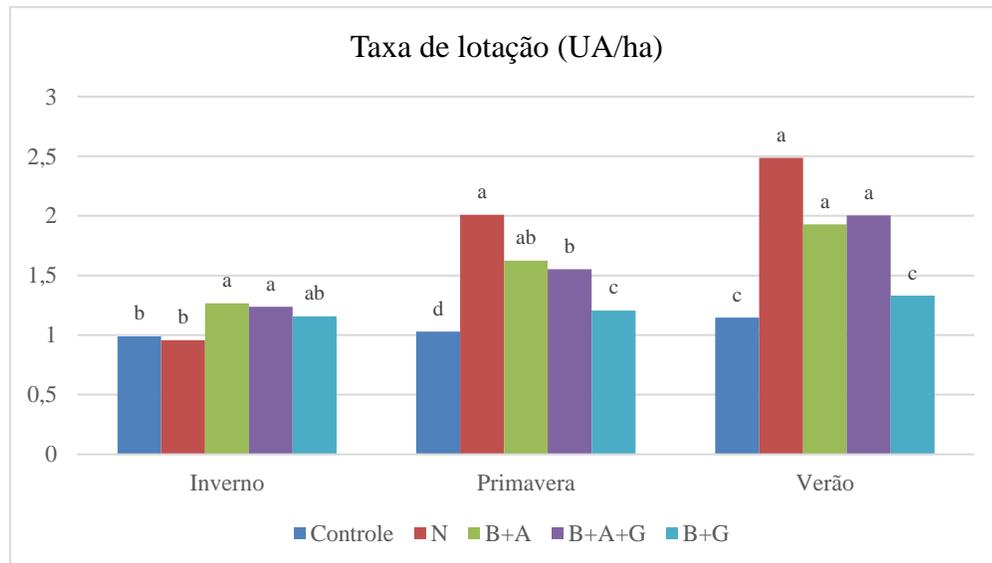
Fonte: Do autor (2024)

\*\*Letras diferentes na mesma estação diferem entre si pelo Teste LSMEANS à 5% de probabilidade de erro.

#### 4.2.2 Taxa de lotação

A taxa de lotação (UA/ha; UA = 500kg) foi significativa a interação entre tratamento e estação ( $p = 0,0024$ ) (Figura 10). Durante o inverno, os piquetes consorciados obtiveram a maior taxa de lotação, expressando média de 1,22 UA/ha. Os grupos Controle e N (0,99 e 0,96 UA/ha) se assemelharam estatisticamente à B+G. Na primavera, os piquetes referentes aos tratamentos N e B+A comportaram um maior número de unidades animal por hectare, sendo médias de 2,01 e 1,62, respectivamente. A menor taxa de lotação foi nos grupos Controle e B+G, sendo 1,03 UA/ha. No verão, N, B+A+G e B+A (2,49 ; 2,00 ; 1,93, respectivamente) comportaram um maior número de UA/ha. Controle e B+A obtiveram a menor taxa de lotação, sendo 1,15 e 1,33 UA/ha.

**Figura 11** - Taxa de lotação (UA/ha) de pastagens em monocultivo ou consorciadas durante as estações do ano de 2022/2023.



Fonte: Do autor (2024)

\*\*Letras diferentes na mesma estação diferem entre si pelo Teste LSMEANS à 5% de probabilidade de erro.

## 5. Discussão

Em razão das variáveis avaliadas, resultados semelhantes foram encontrados em piquetes adubados (N) e piquetes consorciados com amendoim forrageiro (B+A, B+A+G). Soares *et al.* (2020), trabalhando com capim-marandu diferido com doses variáveis de nitrogênio, encontraram respostas significativas na altura de dossel, confirmando que o nitrogênio influencia diretamente

na altura da pastagem. A semelhança entre pastagens adubadas e consorciadas com amendoim forrageiro pode ser justificada pelos benefícios exercidos pela leguminosa ao sistema. Homem *et al.* (2021c), observaram que a aplicação de fertilizantes nitrogenados ou a integração do amendoim forrageiro em pastagens otimiza a ciclagem do nitrogênio, favorecendo assim a produtividade das pastagens e expressando efeito direto na altura de dossel. Silva *et al.* (2018) reforçam o aumento na produtividade de forragem em resultados encontrados avaliando pastagens com *Arachis pintoi* cv. Belmonte.

O nitrogênio exerce influência direta na duração de vida da folha, uma vez que aumenta a taxa de aparecimento e alongamento foliar (PEREIRA *et al.* 2015). Dessa forma, a taxa de senescência é afetada, modificando a relação folha:colmo da pastagem. Maior proporção de colmos durante o diferimento associa-se com a altura do dossel forrageiro. Durante esse período, caracterizado pelo acúmulo de forragem e ausência de pastejo, a altura do dossel tende a ser maior. Dessa forma, a competição por luz se torna evidente, fazendo com que a planta alongue seu colmo para chegar à superfície. Tais resultados corroboram com Calvano *et al.* (2011), onde os autores encontraram o mesmo comportamento em pastagens de capim-marandu em diferentes intensidades de pastejo. Em razão do acúmulo de forragem herbácea, os resultados encontrados neste experimento contribuem com Paris *et al.* (2009), onde os autores descrevem que pastagens consorciadas ou em monocultivo, adubadas ou não com nitrogênio, possuem uma maior taxa de acúmulo de forragem durante o verão.

Na composição química da forragem, o efeito de tratamentos em relação ao teor de proteína bruta da forragem está intimamente ligado ao incremento de nitrogênio fornecido à piquetes adubados. Tais resultados já haviam sido descritos em Berça *et al.* (2021) e Leite *et al.* (2021), quando ambos os autores avaliaram o efeito da adubação nitrogenada nas frações proteínas e carboidratos em pastagens. Assim, é comprovado que o fornecimento de nitrogênio via adubação aumenta os teores de proteína bruta da gramínea, modificando a composição química da forragem produzida. Esta, reflete diretamente no aproveitamento nutricional pelos animais. Homem *et al.* (2021b) encontraram valores expressivos de ganho de peso diário de animais mantidos em pastagens de capim Marandu adubadas com nitrogênio. Juntamente com a maior produção de biomassa (MARTUSCELLO *et al.* 2018) e disponibilidade de forragem para consumo animal, justifica-se o maior ganho de peso. Durante um experimento realizado por Barker *et al.* (1999), avaliando o manejo intensivo de animais em pastejo sob pastagens mistas ou em monocultivo, os

autores observaram que pastagens consorciadas entre gramínea (bromegrass) e leguminosas (alfafa e trevo) propiciaram um maior ganho por área quando comparado ao ganho em pastagens em monocultivo. Resultados similares foram encontrados neste estudo, demonstrando o impacto produtivo positivo da associação entre as espécies forrageiras. Pastagens em consorcio com leguminosas herbáceas (*Stylosanthes spp.*, *Pueraria phaseoloides* e *Calopogonium mucunoides*) e *Brachiaria decumbens* apresentaram taxa de lotação de 1,23 UA/ha, em estudo descrito por Paciullo *et al.* (2014). O incremento de nitrogênio à pastagem proporciona uma maior produção de forragem, e conseqüente maior taxa de lotação (PARIS *et al.* 2009).

## **6. Conclusão**

Pastagens consorciadas com amendoim forrageiro mostraram desempenho semelhante a pastagens adubadas com nitrogênio. O consórcio entre capim marandu e feijão guandu se assemelhou ao controle, não expressando potencial produtivo significativo. A semeadura do feijão guandu na época recomendada pode maximizar sua utilização em pastagens mistas. Conclui-se que o amendoim forrageiro pode potencializar o desempenho de pastagens em consórcio.

## 7. REFERÊNCIAS

- ABIEC. **Nossa carne na mesa do mundo**. Disponível em: <https://www.abiec.com.br/>. Acesso em: 20 jan. 2024.
- AFONSO, L. E. F. *et al.* O capim marandu baixo no início do diferimento melhora a morfologia do pasto e aumenta o desempenho dos ovinos no inverno. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.70, p.1249-1256, 2018.
- AKAIKE, H. A new look at the statistical model identification. **IEEE Transactions on Automatic Control**, v.19, p. 716-723, 1974.
- ALEXANDRINO, E. *et al.* Características morfogênicas e estruturais na rebrotação da *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu* submetida a três doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1372-1379, 2004.
- ALLEN, V. G. *et al.* An international terminology for grazing lands and grazing animals. **Grass and Forage Science**, v. 66, p. 2-28, 2011.
- AMATO, A. L. P. *et al.* Estabelecimento de condições de luz e temperatura para germinação de sementes de amendoim forrageiro. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 3, p. 54-59, 2007.
- ANDRADE, C. M. S. de ; ASSIS, G. M. L. de ; FERREIRA, A. S. Eficiência de longo prazo da consorciação entre gramíneas e leguminosas em pastagens tropicais. **Anais do XXV Congresso Brasileiro de Zootecnia – ZOOTEC 2015**, Fortaleza/CE, v. 1, n. 1, p. 1 – 31, 2015.
- ANDRADE, C. M. S. de *et al.* Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.
- ANDRADE, F. M. E. **Produção de forragem e valor alimentício do capim marandu submetido a regimes de lotação contínua por bovinos de corte**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2003.
- BARBOSA, R. A. *et al.* Capim–tanzânia submetido a combinações entre intensidade e frequência de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, p. 329-340, 2007.
- BARCELLOS, A. O. *et al.* Sustentabilidade da produção animal baseada em pastagens consorciadas e no emprego de leguminosas exclusivas, na forma de banco de proteína, nos trópicos brasileiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n. 1, p. 51 - 67, 2008.
- BARKER, J. M. *et al.* Intensive Grazing Management of Smooth Bromegrass with or Without Alfalfa or Birdsfoot Trefoil: Heifer Performance and Sward Characteristics. **Applied Animal Science**, v. 15, n. 2, p. 130 – 135. 1999.
- BARROS, A. L. M. *et al.* Considerações acerca da avaliação de projetos de investimentos. **Simpósio sobre o Manejo da Pastagem**, FEALQ, Piracicaba, p. 301-326, 2003.
- BARTHURAM, G. T. Experimental techniques: the HFRO sward stick. In: ALCOCK, M. M. (Ed.). **Biennial report of the hill farming research organization**, p. 29-30, 1985.

- BATISTA, C. de S. *et al.* Características estruturais e produtivas de Brachiarias ao longo das estações climáticas, fertilizadas com adubação química. **Agri-Environmental Sciences**, v. 9, n. 1, p. 1 – 11, 2023.
- BERÇA, A. S. *et al.* Protein and Carbohydrate Fractions in Warm-Season Pastures: Effects of Nitrogen Management Strategies. **Agronomy**, v. 11, n. 5, p. 847, 2021.
- BONFIM-SILVA, E. M. *et al.* Adubação fosfatada no desenvolvimento e produção de feijão guandu em latossolo vermelho do cerrado em primeiro cultivo. **Biosci. J.**, v. 30, n. 5, p. 1380-1388, 2014.
- BRYAN, W. B. *et al.* Productivity of Kentucky Bluegrass pasture grazed at three heights and two intensities. **Agronomy Journal**, v.92, n.1, p.30-35, 2000.
- CALVANO, M. P. C. A. *et al.* Tillering and forage accumulation in Marandu grass under different grazing intensities. **Rev. Ceres**, v. 58, n. 6, p. 781-789, 2011.
- CÂNDIDO, M. J. D. *et al.* Período de Descanso, Valor Nutritivo e Desempenho Animal em Pastagem de Panicum maximum cv. Mombaça sob Lotação Intermitente. **R. Bras. Zootec.**, v. 34, n. 5, p. 1459 -1467, 2005.
- CANESIN, R. C. *et al.* Desempenho de bovinos de corte mantidos em pastagem de capim marandu submetidos a diferentes estratégias de suplementação no período das águas e da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 411- 420, 2007.
- CARDOSO, A. S. *et al.* Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. **Agricultural Systems**, v. 143, p. 86 - 96, 2016.
- CARNEVALLI, R. A. F. *et al.* Desempenho de ovinos e respostas de pastagens de Florakirk (*Cynodon spp.*) submetidas a regime de desfolha sob lotação contínua. **Boletim da Indústria Animal**, v. 57, p. 53 - 63, 2000.
- CARNEVALLI, R. A. F. *et al.* Herbage production and grazing losses in Panicum maximum cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v. 40, p. 165 - 176, 2006.
- CORRÊA, L. A. ; POTT, E. B. ; CORDEIRO, C. A. Integração de pastejo e uso de silagem de capim na produção de bovinos de corte. **Anais do II Simpósio de produção de gado de Corte**, Viçosa, v. 1, p. 1 - 20, 2000.
- CORRÊA, L. A. de ; SANTOS, P. M. **Irrigação de pastagens formadas por gramíneas forrageiras tropicais**, 2011. Disponível em: <https://pt.engormix.com/pecuaria-corte/artigos/irrigacao-pastagens-formadas-gramineas-t37192.htm>. Acesso em: 18 nov. 2023.
- COSTA, K. A. de P. ; OLIVEIRA, I. P. de ; FAQUIN, V. Adubação Nitrogenada para Pastagens do Gênero *Brachiaria* em Solos do Cerrado. **Documentos 192 : Embrapa Arroz e Feijão**, v. 1, n. 1, 2006.
- COSTA, V. G. da *et al.* Comportamento de pastejo e ingestão de forragem por novilhas de corte em pastagens de milho e papua. **R. Bras. Zootec.**, v. 40, n. 2, p. 251 - 259, 2011.
- CRUZ, N. T. *et al.* Produção de leguminosas para ensilagem: uma revisão. **Revista Científica Rural**, v. 22, n. 1, 2020.

- DETMANN, E. *et al.* An evaluation of the performance and efficiency of nitrogen utilization in cattle fed tropical grass pastures with supplementation. **Livestock Science**, v. 162, n. 1, p. 141-153, 2014.
- DETMANN, E. *et al.* **Métodos para análises de alimentos**. 2 ed., - Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2021.
- DIFANTE, G. S. **Desempenho de novilhos, comportamento ingestivo e consumo voluntário de “Panicum maximum cv. Tanzânia” sob regime de desfolhação intermitente**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- DUBLE, R. L. ; LANCASTER, J.A. ; HOLT, E.C. Forage characteristics limiting animal performance of warmseason perennial grasses. **Agronomy Journal**, v. 63, n. 5, p. 795 - 798, 1971.
- EUCLIDES, V. P. B. ; MACEDO, M. C. M. ; OLIVEIRA, M. P. Produção de bovinos em pastagens de *Brachiaria* spp. consorciadas com *Calopogonium mucunoides* nos cerrados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 238-245, 1998.
- EUCLIDES, V. P. B. *et al.* Características do pasto de capim-tanzânia adubado com nitrogênio no final do verão. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 42, n. 8, p. 1189-1198, 2007.
- FAGUNDES, J. L. **Características morfológicas e estruturais do pasto de *Brachiaria decumbens* Stapf. adubado com nitrogênio**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- FAO/IAEA. Quantification of Tannins in Tree Foliage. **Oint FAO/IAEA division of nuclear techniques in food and agriculture**, v. 1, n. 1, p. 1 - 26, 2000.
- FELLER, A. A. Produtividade da *Urochloa humidicola* em diferentes doses de nitrogênio e potássio na região do Vale do Jamari, Rondônia. **Research Society and Development**, v. 12, n. 8, p. 1 – 11, 2023.
- FERNANDES, F. D. *et al.* Produtividade de massa seca de genótipos de *Arachis* spp. no Distrito Federal. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 46, n. 1, 2009.
- FERNANDES, L. de O. ; REIS, R. A. ; PAES, J. M. V. Efeito da suplementação no desempenho de bovinos de corte em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 1, p. 240 - 248, 2010.
- FIGUEIREDO, M. R. P. de *et al.* Produtividade de pastagem de capim *Brachiaria brizantha* cv. *Paiaguás* adubada ou consorciada com Amendoim forrageiro. **Anais do Congresso Capixaba de Pesquisa Agropecuária - CCPA 2021**, Vitória, v. 1, n. 1, p. 146 – 149, 2021.
- FRANCISCO, E. A. B. ; SILVA-BONFIM, E. M. ; TEIXEIRA, R. A. Aumento da produtividade de carne via adubação de pastagens. **Informações Agronômicas**, v. 1, n. 158, p. 6 – 12, 2017.
- FRANK, A. B. ; BITTMAN, S. ; JOHNSON, D. A. Water Relations of Cool-Season Grasses. **Cool-Season Forage Grasses**, v. 34, n. 1, 1996.
- HOFFMANN, A. *et al.* Produção de bovinos de corte no sistema de pasto-suplemento no período da seca. **Nativa**, v. 2, n. 2, p. 119-130, 2014.

HOMEM, B. G. C. *et al.* Palisadegrass pastures with or without nitrogen or mixed with forage peanut grazed to a similar target canopy height. 1. Effects on herbage mass, canopy structure and forage nutritive value. **Grass and Forage Science**, v. 76, n. 3, p. 400 - 412, 2021a.

HOMEM, B. G. C. *et al.* Palisadegrass pastures with or without nitrogen or mixed with forage peanut grazed to a similar target canopy height. 2. Effects on animal performance, forage intake and digestion, and nitrogen metabolism. **Grass and Forage Science**, v. 1, n. 1, p. 1 - 14, 2021b.

HOMEM, B. G. C. *et al.* The application of nitrogen fertilizers or the integration of legumes improves N cycling in tropical pastures. **Nutr Cycl Agroecosyst.**, v. 121, n. 1, p. 167–190, 2021c.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados meteorológicos > Tabela de dados das Estações.** Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/sobre>. Acesso em: 18 abri. 2024.

JOHNSON, A. D. Sample preparation and chemical analysis of vegetation: Measurement of grassland vegetation and animal production. **Commonwealth Agricultural Bureaux**, p. 96-102, 1978.

LASCANO, C. E. Nutritive value and animal production of forage *Arachis*. In: KERRIDGE, P. C.; HARDY, B. (Ed.). **Biology and agronomy of forage *Arachis***/Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), p. 109 - 121, 1994.

LEITE, R. H. *et al.* Effects of nitrogen fertilization on protein and carbohydrate fractions of Marandu palisadegrass. **Scientific Reports**, v. 11, p. 1 – 8, 2021.

LEOPOLDINO, W. M. **Avaliação nutricional de pastagens consorciadas com leguminosas tropicais, dinâmica ruminal e produção de leite de vacas mestiças.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2000.

LIMA, V. R. A. **Estratégias de suplementação de bovinos de corte criados a pasto no período de estacionalidade de produção de forragens.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Medicina Veterinária) - Centro Universitário do Planalto Central Aparecido dos Santos, 2019.

LITTELL, R. C. ; PENDERGAST, J. ; NATARAJAN, R. Modelling covariance structure in the analysis of repeated measures data. **Statistics in Medicine**, v. 19, n. 1, p. 1793-1819, 2000.

MACEDO, M. C. M. *et al.* Degradação de pastagens, alternativas de recuperação e renovação, e formas de mitigação. **Anais de Congresso, Ribeirão Preto/SP, Embrapa Gado de Corte**, v. 1, n. 1, p. 158 - 181, 2014.

MAIOR JUNIOR, S. G. S. **Efeitos de arranjos populacionais na produção de forragem de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp.) em região Semi-árida.** Dissertação (Mestrado em Sistemas Agrosilvopastoris), Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2006.

MARTHA JUNIOR, G. B. **Balço de <sup>15</sup>N e perdas de amônia por volatilização em pastagem de capim-elefante.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999.

- MARTHA JUNIOR, G. B. *et al.* Pecuária de corte no Cerrado: uma visão conjuntural. In: MARTHA JR., G.B.; VILELA, L.; SOUSA, D.M.G. (Ed.) **Uso Eficiente de Fertilizantes em Pastagens no Cerrado**. Embrapa Cerrados, Planaltina, 2006.
- MARTUSCELLO, J. A. *et al.* Produção de forragem, morfogênese e eficiência agronômica do adubo em capim BRS Quênia sob doses de nitrogênio. **Boletim da Indústria Animal**, v. 75, n. 1, p. 1-12, 2018.
- MARTUSCELLO, J. A. *et al.* Produção e morfogênese de capim BRS Tamani sob diferentes doses de nitrogênio e intensidades de desfolhação. **Boletim de Indústria Animal**, v. 76, p. 1-10, Nova Odessa, 2019.
- MENEZES, A. P. M. **Caracterização morfológica, divergência genética e correlação entre caracteres em genótipos de amendoim forrageiro**. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2011.
- MOORE, J. E.; SOLLENBERGER, E. Techniques to predict pasture intake. **Anais do Simpósio Internacional sobre Produção Animal em pastejo**. Universidade Federal de Viçosa, p. 59 - 80, 1997.
- MOREIRA, A. ; EVANGELISTA, A. R. ; RODRIGUES, G. H. S. Avaliação de cultivares de alfafa na região de Lavras, Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 6, p. 407 - 411, 1996.
- MOREIRA, L. M. *et al.* Produção animal em pastagem de capim-braquiária adubada com nitrogênio. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 63, n. 4, p. 914-921, 2011.
- MOTT, G. O. ; LUCAS, H. L. The desing, conduct, and interpretation of grazing trials on cultivated and improved pastures. In: **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**, Pennsylvania: State College Press, p. 1380 - 1385, 1952.
- NASCIMENTO, I. S. do. O cultivo do amendoim forrageiro. **Rev. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 387-393, 2006.
- NAVE, R. L. G. *et al.* Effects of nitrogen rate and start date on stored tall fescue during fall grazing in Tennessee. **Crop, forage and grass management**, v. 2, n. 1, p. 1 - 8, 2016.
- OLIVEIRA, E de. **Desempenho animal e da pastagem de Coastcross (Cynodon dactylon [L] Pers cv. Coastcross-1) consorciada com Araquis (Araquis pintoi cv. Krapovickas e Gregori) e Microbiota do solo em áreas recuperadas**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2004.
- OLIVEIRA, J. S. *et al.* Valor nutricional da planta, padrões de fermentação e qualidade da silagem de triticale em seis idades de corte. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 3, p. 765 -772, 2010.
- OLIVEIRA, P. P. A. *et al.* Métodos para avaliar as perdas de nitrogênio por volatilização da superfície do solo e por emissão de amônia pela folhagem de *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu*. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 16 : Embrapa Pecuária Sudeste**, v. 1, n. 1, 2008.

- PACIULLO, D. S. C. *et al.* Características produtivas e qualitativas de pastagem de braquiária em monocultivo e consorciada com estilosantes. **Pesq. agropec. bras.**, Brasília, v. 38, n. 3, p. 421 - 426, 2003.
- PACIULLO, D. S. C. *et al.* Sward characteristics and performance of dairy cows in organic grass-legume pastures shaded by tropical trees. **Animal**, v. 8, n. 8., p. 1264 – 1271, 2014.
- PARIS, W. *et al.* Produção de novilhas de corte em pastagens de Coastcross-1 consorciada com *Arachis pintoi* com e sem adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 122 - 129, 2009.
- PAULA, C. C. L. *et al.* Estrutura do dossel, consumo e desempenho animal em pastos de capim marandu sob lotação contínua. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 64, n. 1, p. 169 - 176, 2012.
- PEREIRA, J. M. Leguminosas Forrageiras em Sistemas de Produção de Ruminantes: Onde Estamos? Para onde vamos?. **Anais do Simpósio sobre Manejo de Pastagens**, Viçosa/ MG, v. 1, n. 1, p. 109, 2002.
- PEREIRA, J. O feijão guandu: uma opção para agropecuária brasileira. **Circular Técnica 20 : Embrapa CPAC**, 1985.
- PEREIRA, L. E. T. *et al.* Herbage utilisation efficiency of continuously stocked marandu palisade grass subjected to nitrogen fertilisation. **Scientia Agricola**, v. 72, n. 2, p. 114 - 123, 2015.
- PERIN, R. **Características da pastagem e desempenho animal em uma consorciação de *Panicum maximum jacq cv. Tanzânia* e *Arachis pintoi* submetida a diferentes alturas de manejo.** Tese (Doutorado em Ciências Agrárias), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.
- PIZZANI, R. *et al.* Acúmulo de massa de forragem e parâmetros nutricionais do amendoim forrageiro e Tifton 85 em cultivo singular ou consórcio submetido ou não à adubação mineral. **ENCICLOPÉDIA BIOSFERA : Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 23 - 32, 2012.
- PRIMAVESI, O. ; CORRÊA, L. de A. ; PRIMAVESI, A. C. Adubação com uréia em pastagem de *Cynodon dactylon cv. Coastcross* sob manejo rotacionado: eficiência e perdas. **Circular Técnica 30 : Embrapa Pecuária Sudeste**, 2001.
- PROVAZI, M. *et al.* Descrição botânica de linhagens puras selecionadas de guandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 328 - 334, 2007.
- PURCINO, H. M. A. *et al.* Adaptabilidade e característica nutricionais de acesso de *Arachis pintoi* às condições edafoclimáticas do cerrado de Minas Gerais. In: **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, p. 1 - 4, 2004.
- REIS, R. A. *et al.* Suplementação como estratégia de produção de carne de qualidade em pastagens tropicais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 3, p. 203 -210, 2012.

- RIBEIRO, O. L. *et al.* Produção de forragem e desempenho animal em pastagens de Coastcross consorciada ou não com *Arachis pintoii*, com e sem nitrogênio. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 30, n. 4, p. 371 - 377, 2008.
- SÁ JÚNIOR, A. *et al.* Application of the Köppen classification for climatic zoning in the state of Minas Gerais, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 108, n. 1, p. 1 - 7, 2012.
- SANDERSON, M. A. *et al.* Estimating Forage Mass with a Commercial Capacitance Meter, Rising Plate Meter, and Pasture Ruler. **Agron. J.**, v. 93, n. 1, p. 1281 – 1286, 2001.
- SANTOS, F. G. R. *et al.* Trocas gasosas, características produtivas e composição química de gramíneas tropicais diferidas II: cultivares BRS Paiaguás e BRS Piatã. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, v. 22, p. 01 - 16, 2021.
- SANTOS, M. E. R. *et al.* Capim braquiaria diferido e adubado com nitrogênio: produção e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 4, p. 650-656, 2009.
- SANTOS, M. E. R. *et al.* Estrutura do capim-braquiária durante o diferimento da pastagem. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 32, n. 2, p. 139-145, 2010.
- SANTOS, M. E. R. *et al.* Herbage accumulation and canopy structure during stockpiling of Marandu, Piatã, Xaraés, and Paiaguás brachiariagrass cultivars. **Pesq. agropec. bras.**, v. 56, n. 1, p. 1-9, 2021.
- SANTOS, M. E. R. *et al.* Todo ano tem seca. Está preparado? In: RESENDE, F. D. de ; SIQUEIRA, G.R. ; OLIVEIRA, I. M. de (Ed.) Entendendo o conceito Boi 777. **Gráfica Multipress Ltda**, p.107 - 121, 2018.
- SARMENTO, D. O. L. **Produção, composição morfológica e valor nutritivo da forragem em pastos de Brachiaria brizantha (Hochst ex A. Rich) Stapf. cv Marandu submetidos a estratégias de pastejo rotativo por bovinos de corte.** Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2007.
- SBRISSIA, A. F. **Morfogênese, dinâmica do perfilhamento e do acúmulo de forragem em pastos de capim marandu sob lotação contínua.** Tese (Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2004.
- SILVA, C. S. *et al.* Steer performance on deferred pastures of Brachiaria brizantha and Brachiaria decumbens. **Ciência Rural**, v. 46, p. 1998-2004, 2016.
- SILVA, G. P. *et al.* Sward structure and short-term herbage intake in *Arachis pintoii* cv. Belmonte subjected to varying intensities of grazing. **The Journal of Agricultural Science**, v. 156, n. 1, p. 92 – 99, 2018.
- SILVA, S. C. da. Fundamentos para manejo do pastejo de plantas forrageiras dos gêneros Brachiaria e Panicum. **Anais do Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem**, Viçosa, v. 2, p. 347-385, 2004.
- SIMIONI, T. A. *et al.* Potencialidade da consorciação de gramíneas e leguminosas forrageiras em pastagens tropicais. **PUBVET**, v. 8, n. 13, p. 1 - 37, 2014.

- SOARES FILHO, C. V. ; RODRIGUES, L. R. ; PERRI, S. H. V. Produção e valor nutritivo de dez gramíneas forrageiras na região Noroeste do Estado de São Paulo. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 5, p. 1377-1384, 2002.
- SOARES, F. Structure of differed Marandu palisade grass with variables nitrogen doses and Heights. **Vet. Not.**, v.26, n.2, p. 182 – 199, 2020.
- SOUZA SOBRINHO, F. *et al.* Avaliação agronômica de híbridos interespecíficos entre capim-elefante e milheto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 9, p. 873-880, 2005.
- STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I. Variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 24, n. 6, p. 809 - 819, 1973.
- TERRA, A. B. C. *et al.* Leguminosas forrageiras na recuperação de pastagens no Brasil. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, p. 305 - 313, 2019.
- VILELA, L. *et al.* Pasture degradation and long-term sustainability of beef cattle systems in the Brazilian Cerrado. **XIX Annual Meeting of the Society for Conservation Biology Conservation Biology Capacity Building & Practice in a Globalized World**, p. 15 - 19, 2005.
- VITOR, C. M. T. *et al.* Produção de matéria seca e valor nutritivo de pastagem de capim-elefante sob irrigação e adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 435-442, 2009.
- WUTKE, E. B. **Caracterização fenológica e avaliação agronômica de genótipos de guandu [(Cajanus cajan (L.) Millsp.)]**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1987.