

**UFRRJ**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA**  
**ORGÂNICA**

**DISSERTAÇÃO**

**Valor Nutritivo de Silagens de Capim BRS Capiacu e *Gliricidia*  
*sepium* Submetidas a Diferentes Proporções para Sistemas de  
Pecuária Leiteira Orgânica**

**Isabella Combat Vital**

**Julho de 2024**



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE AGRONOMIA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA

**VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS DE CAPIM BRS  
CAPIAÇU E *GLIRICIDIA SEPIUM* SUBMETIDAS A  
DIFERENTES PROPORÇÕES PARA SISTEMAS DE  
PECUÁRIA LEITEIRA ORGÂNICA**

**ISABELLA COMBAT VITAL**

*Sob a Orientação do(a) Professor(a)*  
**André Moraes Moura**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

Seropédica, RJ  
Julho de 2024

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

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V836v Vital, Isabella Combat, 1996-  
Valor nutritivo de silagens de Capim BRS Capião e  
Gliricidia sepium submetidas a diferentes proporções  
para sistemas de pecuária leiteira orgânica / Isabella  
Combat Vital. - Duque de Caxias, 2024.  
37 f.: il.

Orientador: André Moraes Moura.  
Dissertação (Mestrado). -- Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em  
Agricultura Orgânica, 2024.

1. leguminosa. 2. forragem suplementar. 3. valor  
nutritivo. 4. produção de leite agroecológica. I.  
Moura, André Moraes, 1984-, orient. II Universidade  
Federal Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós  
Graduação em Agricultura Orgânica III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**  
**INSTITUTO DE AGRONOMIA**  
**CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA ORGÂNICA**

**ISABELLA COMBAT VITAL**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Agricultura Orgânica**, no Curso de Pós-Graduação em Agricultura Orgânica.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 12/07/2024

---

André Morais Moura Dr. UFRRJ  
(Orientador/ Presidente da Banca)

---

Luiza Carneiro Mareti Valente Dr<sup>a</sup>. UFF  
(Membro Titular)

---

Flávio Moreno Salvador Dr. IFTM  
(Membro Titular)



---

**DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS Nº 26408/2024 - PPGAO (12.28.01.00.00.00.36)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

**(Assinado digitalmente em 06/12/2024 12:20 )**

**ANDRE MORAIS MOURA**  
PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR  
DPA (12.28.01.00.00.00.00.63)  
Matrícula: ###581#1

**(Assinado digitalmente em 06/12/2024 14:30 )**

**FLÁVIO MORENO SALVADOR**  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: ###.###.328-##

**(Assinado digitalmente em 06/12/2024 14:42 )**

**LUIZA CARNEIRO MARETI VALENTE**  
ASSINANTE EXTERNO  
CPF: ###.###.727-##

Visualize o documento original em <https://sipac.ufrj.br/documentos/> informando seu número: **26408**, ano: **2024**, tipo: **DOCUMENTOS COMPROBATÓRIOS**, data de emissão: **06/12/2024** e o código de verificação: **25870a9cef**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus filhos(as) caninos(as) e felinos(as), que são a razão da minha vida e a fonte da minha felicidade.

## **AGRADECIMENTO**

À minha irmã, Larissa, meu alicerce. Aos meus pais Joseny e Dorian, aos meus avós maternos Maria Eny e Josely e às minhas tias Tânia, Angelina e Inocência pelo amor, carinho, apoio e dedicação dados ao longo da minha vida. Ao meu tio Ely, pelo apoio e por vibrar tanto a cada conquista. À grande amiga Marli, que sempre contagia a gente com tanta alegria e felicidade. À minha prima Liana, por incentivar o início da minha trajetória no ensino superior.

Ao professor/orientador André, sempre compreensivo, e às discentes Ana Vitória e Carol, bolsistas de iniciação científica que auxiliaram nas análises.

## RESUMO

VITAL, Isabella Combat. **Valor nutritivo de silagens de Capim BRS Capiapu e *Gliricidia sepium* submetidas a diferentes proporções para sistemas de pecuária leiteira orgânica.** 2024. 23p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica). Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2024.

As forrageiras tradicionalmente utilizadas na suplementação dos rebanhos na época seca do ano apresentam baixo teor de proteína bruta (PB) e os suplementos proteicos não transgênicos são escassos e caros, o que torna relevante a busca por forrageiras alternativas com maior concentração de PB. Uma alternativa para incrementar a PB da forragem é o consórcio com leguminosas ou forrageiras com alto conteúdo de PB. Neste contexto, o Capim BRS Capiapu (CAP) destaca-se pelo alto rendimento forrageiro e a *Gliricidia sepium* (GLI) pelo alto teor de PB na forragem. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade nutricional de silagens mistas de capim CAP com GLI, adicionadas ou não de 10% de milho moído (M), como alternativa para a produção de silagem de alta qualidade em sistemas pecuários orgânicos. Para tanto, as amostras das forragens, colhidas e picadas, foram acondicionadas em silos de PVC com capacidade de 2,6 litros, nas seguintes proporções 0/100%, 35/65%, 65/35% e 100/0% de GLI/CAP, respectivamente. Os silos foram abertos após 96 dias de fermentação e avaliados para composição química das silagens, recuperação de proteína bruta (RPB) e degradabilidade *in vitro* da MS e FDN. Não houve interação entre a proporção de GLI e adição de M para as variáveis de MS das silagens ( $P=0,13$ ), PB ( $P=0,64$ ) e DIVFDN ( $P=0,13$ ), porém houve interação para MO das silagens ( $P<0,01$ ), recuperação de PB ( $P<0,01$ ), FDN ( $P<0,01$ ) e DIVMS ( $P=0,02$ ). O teor de MS das silagens aumentou linearmente com o aumento da proporção de GLI na massa ensilada ( $P<0,01$ ). A adição de 10% de M na matéria natural aumentou ( $P<0,01$ ) a MS das silagens. A matéria orgânica das silagens aumentou linearmente com o aumento da proporção de GLI na massa ensilada ( $P<0,01$ ) e a adição de M aumentou a MO nas silagens exclusiva de CAP, mista com 65% de GLI e exclusiva de GLI. O teor de PB aumentou linearmente com o aumento da proporção de GLI na massa ensilada. A adição de M não alterou o teor de PB das silagens ( $P=0,45$ ). A recuperação da PB reduziu linearmente ( $P<0,01$ ) com o aumento da proporção de GLI quando não houve adição de 10% M na massa ensilada. A adição de M aumentou a recuperação de PB das silagens mista com 65% de GLI e exclusiva de GLI. A concentração de FDN das silagens reduziu linearmente ( $P<0,01$ ) com o aumento da proporção de GLI quando não houve adição de 10% M na massa ensilada. O comportamento da concentração de FDN nas silagens em função da proporção de GLI foi quadrático, quando o M foi adicionado com máxima redução da concentração de FDN na silagem exclusiva de CAP. A DIVFDN das silagens reduziu linearmente com o aumento da proporção de GLI na massa ensilada ( $P<0,01$ ) e não foi alterada com a adição do M. O comportamento da DIVMS das silagens foi quadrático em função da proporção de GLI quando o M foi adicionado, sendo a maior DIVMS observada para silagem exclusiva de CAP. A silagem mista de CAP e GLI apresenta-se como uma boa alternativa para a melhoria da qualidade da forragem na época seca do ano para sistemas de produção orgânicos.

**Palavras-chave:** Leguminosa. Forragem suplementar. Valor nutritivo. Produção de leite agroecológica.



## ABSTRACT

VITAL, Isabella Combat. **Nutritional value of silages of BRS Capi  u Grass and *Gliricidia sepium* subjected to different proportions for organic dairy cattle systems.** 2024. 23p. Dissertation (Master in Organic Agriculture). Institute of Agronomy, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2024

Forages traditionally used to supplement livestock during the dry season have low crude protein (CP) content, and non-transgenic protein supplements are scarce and expensive, which makes it important to search for alternative forages with higher CP concentrations. One alternative to increase forage CP is intercropping with legumes or forages with high CP content. In this context, BRS Capi  u (CAP) grass stands out for its high forage yield and *Gliricidia sepium* (GLI) for its high CP content in the forage. Thus, the objective of this study was to evaluate the nutritional quality of mixed silages of CAP grass with GLI, with or without the addition of 10% ground corn (GC), as an alternative for the production of high-quality silage in organic livestock systems. For this purpose, the harvested and chopped forage samples were stored in PVC silos with a capacity of 2.6 liters, in the following proportions 0/100%, 35/65%, 65/35% and 100/0% of GLI/CAP, respectively. The silos were opened after 96 days of testing and evaluations for silage chemical composition, crude protein recovery (CPR) and *in vitro* degradability of DM and NDF. There was no interaction between the proportion of GLI and addition of GC for the variables of silage DM ( $P = 0.13$ ), CP ( $P = 0.64$ ) and IVFDN ( $P = 0.13$ ), however there was interaction for silage OM ( $P < 0.01$ ), CP recovery ( $P < 0.01$ ), NDF ( $P < 0.01$ ) and IVDMD ( $P = 0.02$ ). The DM content of the silages increased linearly with the increase in the proportion of GLI in the ensiled mass ( $P < 0.01$ ). The addition of 10% GC in the natural matter increased ( $P < 0.01$ ) the DM of the silages. The organic matter of the silages increased linearly with the increase in the proportion of GLI in the ensiled mass ( $P < 0.01$ ) and the addition of GC increased the OM in the silages exclusive of CAP, mixed with 65% GLI and exclusive of GLI. The CP content increased linearly with the increase in the proportion of GLI in the ensiled mass. The addition of GC did not change the CP content of the silages ( $P = 0.45$ ). The CP recovery resulted linearly ( $P < 0.01$ ) with the increase in the proportion of GLI when there was no addition of 10% GC in the ensiled mass. The addition of corn increased the CP recovery of mixed silages with 65% GLI and exclusive GLI. The NDF concentration of the silages was linearly indicated ( $P < 0.01$ ) with the increase in the proportion of GLI when there was no addition of 10% GC in the ensiled mass. The behavior of the NDF concentration in the silages as a function of the proportion of GLI was quadratic, when GC was added with maximum reduction in the NDF concentration in the exclusive CAP silage. The IVDFDN of the silages showed a linear increase in the proportion of GLI in the ensiled mass ( $P < 0.01$ ) and was not changed with the addition of GC. The behavior of the IVDMD of the silages was quadratic as a function of the proportion of GLI when GC was added, with the highest IVDMD observed for exclusive CAP silage. Mixed silage of CAP and GLI is a good alternative for improving forage quality in the dry season of the year for organic production systems.

**Keywords:** Legume. Supplementary forage. Nutritional value. Agroecological milk production.

## LISTA DE ABREVIACÕES E SÍMBOLOS

cm – centímetro  
cm<sup>2</sup>- centímetro quadrado  
DIVFDN – Digestibilidade *in vitro* da Fibra em Detergente Neutro  
DIVMS – Digestibilidade *in vitro* da Matéria seca  
EE – Extrato Etéreo  
EMATER-RIO – Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro  
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
FAO – Food and Agriculture Organization  
FDA – Fibra em Detergente Ácido  
FDN – Fibra em Detergente Neutro  
FIESP – Federação das Indústrias do Estado de São Paulo  
g – grama  
h – hora  
ha – hectare  
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
INCT-CA – Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal  
kg - quilo  
L – litro  
m - metro  
m<sup>2</sup>- metro quadrado  
m<sup>3</sup>- metro cúbico  
MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
MFab – Massa de forragem na abertura  
MFfe – Massa de forragem no fechamento  
mL – mililitro  
mm – milímetro  
MN – Matéria Natural  
MO – Matéria Orgânica  
MS – Matéria Seca  
N - Nitrogênio  
N<sub>2</sub> – Nitrogênio atmosférico  
OMS - Organização Mundial de Saúde  
PB – Proteína Bruta  
PBab – Teor de Proteína Bruta na abertura  
PBfe – Teor de Proteína Bruta no fechamento  
pH – Potencial Hidrogeniônico  
PIB – Produto Interno Bruto  
PIDN – Proteína Insolúvel em Detergente Neutro  
RPB – Recuperação da Proteína Bruta  
SEAPPA – Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento  
SIPA - Sistema Integrado de Produção Agroecológica  
t – tonelada

UFRRJ – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

WGS 84 - World Geodetic System

° C – Graus Celsius

μL – microlitro

% - Percentual

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Composição químico-bromatológica e pH de silagem de <i>Gliricidia sepium</i> .....	6
<b>Tabela 2.</b> Teores de matéria seca e proteína bruta das misturas de capim Capiçu e <i>Gliricídia</i> adicionados ou não com 10% de milho moído antes da ensilagem .....	8
<b>Tabela 3.</b> Matéria Orgânica (g kg <sup>-1</sup> ) de silagens exclusivas e mistas de capim Capiçu e <i>Gliricídia</i> adicionadas ou não de 10% de milho moído.....	11
<b>Tabela 4.</b> Recuperação da proteína bruta (g kg <sup>-1</sup> ) de silagens exclusivas e mistas de capim Capiçu e <i>Gliricídia</i> adicionadas ou não de 10% de milho moído.....	14
<b>Tabela 5.</b> Fibra em detergente neutro (g kg <sup>-1</sup> ) de silagens exclusivas e mistas de capim Capiçu e <i>Gliricídia</i> adicionadas ou não de 10% de milho moído.....	15
<b>Tabela 6.</b> Digestibilidade in vitro da matéria seca (g kg <sup>-1</sup> ) de silagens exclusivas e mistas de capim Capiçu e <i>Gliricídia</i> adicionadas ou não de 10% de milho moído. ....	17

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Matéria seca, de silagens exclusivas e mistas de capim Capiçu e Gliricídia, em função da proporção de Gliricídia. A barra de dispersão representa o desvio padrão. ....	10
<b>Figura 2.</b> Matéria Orgânica, de silagens exclusivas e mistas de capim Capiçu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído, em função da proporção de Gliricídia. A barra de dispersão representa o desvio padrão.....	11
<b>Figura 3.</b> Proteína bruta, de silagens exclusivas e mistas de capim Capiçu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído, em função da proporção de Gliricídia. A barra de dispersão representa o desvio padrão.....	12
<b>Figura 4.</b> Recuperação da proteína bruta, de silagens exclusivas e mistas de capim Capiçu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído, em função da proporção de Gliricídia. A barra de dispersão representa o desvio padrão.....	13
<b>Figura 5.</b> Fibra em detergente neutro, de silagens exclusivas e mistas de capim Capiçu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído, em função da proporção de Gliricídia. A barra de dispersão representa o desvio padrão.....	14
<b>Figura 6.</b> Digestibilidade in vitro da matéria seca, de silagens exclusivas e mistas de capim Capiçu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído, em função da proporção de Gliricídia. A barra de dispersão representa o desvio padrão. ....	16
<b>Figura 7.</b> Digestibilidade in vitro da fibra em detergente neutro, de silagens exclusivas e mistas de capim Capiçu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído, em função da proporção de Gliricídia. A barra de dispersão representa o desvio padrão. ....	18

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>3</b>
2.1. Geral .....	3
2.2. Específicos .....	3
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>3</b>
3.1 Ensilagem.....	3
3.2 Capim Elefante - BRS Capiacu .....	4
3.3 Gliricídia .....	5
<b>4 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>6</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>9</b>
5.1 Matéria Seca.....	9
5.3 Proteína Bruta .....	12
5.4 Recuperação da Proteína Bruta.....	13
5.4 Fibra em Detergente Neutro .....	14
5.5 Digestibilidade <i>in vitro</i> da Matéria Seca.....	16
5.6 Digestibilidade <i>in vitro</i> da Fibra em Detergente Neutro.....	17
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>18</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>19</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A agropecuária brasileira enfrenta novos desafios, cada vez mais complexos, uma vez que, enquanto a demanda global por alimentos segue em crescimento (FAO, 2023), questões ambientais, como o uso sustentável da terra e da água, a preservação da biodiversidade e a redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE), pressionam o setor para que se torne mais eficiente na utilização dos recursos naturais como alternativa à pressão por abertura de novas fronteiras agrícolas. Esses desafios têm levado a uma busca por sistemas de produção de alimentos que sejam ambientalmente sustentáveis, produzam alimentos de alta qualidade - sem resíduos - e garantam o bem-estar animal (COMERÓN & ANDREO, 2000). Atrelado a isso, observa-se também mudanças nos valores e atitudes do mercado consumidor, cada vez mais exigente, caracterizadas pelo seu crescente protagonismo em relação à valorização de sistemas de produção mais resilientes, sustentáveis e regenerativos do ecossistema (MACHADO et al., 2021).

Essa tendência global tem incentivado um crescimento significativo na produção orgânica nas propriedades rurais. No Brasil, entre 2010 e 2018, constatou-se um crescimento médio anual de 19% de unidades de produção orgânica e de cerca de 17% do número de produtores orgânicos registrados no Mapa (BRASIL, 2019). Nesse contexto, a pecuária leiteira orgânica brasileira ainda é uma atividade incipiente e em fase de estruturação e expansão de sua cadeia produtiva. Apesar de sua baixa representatividade em relação a produção total de leite convencional, o país destaca-se pela vocação e potencial para expandir a produção, visto que predominam os sistemas de produção a pasto com uso de raças adaptadas ao clima tropical, sendo estes fatores priorizados na regulamentação para sistemas orgânicos de produção animal (MACHADO et al., 2021).

O termo "orgânico" refere-se a alimentos de origem animal e vegetal que são produzidos sem o uso de fertilizantes, pesticidas, inseticidas, antimicrobianos, antiparasitários, transgênicos ou qualquer outra substância que deixe resíduos prejudiciais à saúde humana. Isso inclui produtos agropecuários destinados ao uso em animais de produção leiteira. Como resultado, o valor agregado dos produtos orgânicos - a exemplo do leite e seus derivados - é superior - entre 50% e 70% acima - ao dos produtos convencionais. Dessa forma, tendo em vista os valores recebidos e os custos de produção do leite orgânico, pesquisas apontam um bom potencial de rentabilidade da atividade no país (SNA, 2014). No entanto, a pecuária orgânica ainda enfrenta grandes desafios, sendo um destes a suplementação alimentar (EMBRAPA, 2014).

Em relação aos manejos alimentar e nutricional do rebanho, o alimento deve atender as exigências nutricionais dos animais, sendo obrigatória a permanência destes em ambientes pastoris, em pelo menos parte do dia, e vedado seu confinamento total (RUSSO & BOTERO, 2001). Entretanto, a sazonalidade da produção forrageira representa um desafio já conhecido e amplamente debatido na pecuária, caracterizado por alterações nas condições climáticas, que podem ocorrer em maior ou menor escala em todo o Brasil. Essa variação apresenta efeito direto no crescimento das plantas forrageiras. Na maior parte do país, a produção forrageira concentra-se entre os meses de outubro a março (75 a 85%) e, no período de abril a setembro, ocorre escassez de oferta de forragem nas pastagens, no qual, normalmente, se faz necessária a suplementação forrageira no cocho.

Nesse contexto, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) constitui-se uma alternativa de baixo custo para a suplementação volumosa em decorrência de seu alto rendimento forrageiro e caráter perene (CÓSER et al., 2000; PEREIRA et al., 2010). A cultivar BRS Capiapu, desenvolvida pela Embrapa, possui elevado potencial de produção e bom valor

nutritivo, sendo especialmente indicada para uso na forma de silagem (PEREIRA et al., 2016). O potencial de produção de biomassa da BRS Capiáu supera o do milho e da cana-de-açúcar, alcançando uma média de 50 t/ha/ano de matéria seca. Além disso, esta cultivar apresenta tolerância ao estresse hídrico, tornando-se uma alternativa viável ao cultivo do milho em regiões propensas a períodos de seca (PEREIRA et al., 2016).

O BRS Capiáu apresenta baixo teor de matéria seca (MS) quando atinge seu melhor valor nutritivo. Isso resulta em uma biomassa ensilada com alto teor de umidade, o que prejudica a fermentação láctica e favorece a ocorrência de fermentações secundárias no silo, aumentando as perdas por efluentes (BERNARDES et al., 2015). Como forma de evitar as consequências negativas da ensilagem desse capim, a colheita deve ser realizada com a planta mais madura, o que, entretanto, reduz o teor de proteína bruta (PB) da silagem, normalmente em torno de 6%, um nível limitante para a produção animal (PEREIRA et al., 2016). Esse fato não é relevante para pecuária convencional, pois a simples suplementação com alimentos concentrados proteicos resolve esse entrave. Por outro lado, para pecuária orgânica, o excedente agrícola orgânico para ser utilizado na alimentação animal ainda é pouco disponível. Apesar do uso de suplementos convencionais não transgênicos ser permitido pela legislação, desde que não exceda 15% da MS total ingerida, estes são caros e escassos, o que torna crucial a busca por forrageiras com maior teor de PB.

Uma alternativa é o uso de leguminosas para a produção de silagem, pois uma das qualidades comumente atribuídas às leguminosas é o alto teor de PB da forragem. No entanto, silagens exclusivas de leguminosas, frequentemente, não apresentam qualidade fermentativa adequada devido ao alto poder tampão desses alimentos, que são ricos em proteína e possuem baixos teores de carboidratos solúveis. Isso dificulta a produção de ácidos lácticos e a conservação da massa ensilada. Contudo, o cultivo consorciado de gramíneas com leguminosas pode elevar o teor de proteína bruta (PB) da forragem enquanto mantém a qualidade fermentativa necessária para a conservação da massa ensilada (DE ANDRADE E FERRARI JR., 1991). Além disso, as leguminosas forrageiras têm capacidade de fixação simbiótica do nitrogênio atmosférico e, geralmente, possuem a característica de não compartilharem doenças e pragas com gramíneas, tornando o consórcio mais resiliente, o que constitui um caminho na direção da sustentabilidade de sistemas orgânicos.

Neste contexto, destaca-se a *Gliricidia sepium*, uma leguminosa arbórea de porte pequeno à médio de regiões tropicais. Seu sistema radicular bem desenvolvido lhe confere uma rápida capacidade de rebrote e maior eficiência na ciclagem de nutrientes, em decorrência da exploração de camadas mais profundas do solo pelas suas raízes (MATOS et al., 2005). A *Gliricídia* tolera múltiplos cortes, que podem ser realizados a cada 90 dias durante as estações chuvosas e a cada 120 dias nas estações secas, ou conforme o desenvolvimento da planta, quando atinge 1,50 m de altura (CARVALHO et al., 1997).

Além disso, o processo de ensilagem pode ser melhorado através do uso de aditivos com as finalidades de minimizar as perdas de nutrientes, estimular ou inibir vias fermentativas, suprir certa deficiência nutricional intrínseca à matéria prima ensilada e melhorar a sua conservação. Um aditivo muito utilizado é o milho moído que pode elevar o teor de matéria seca da biomassa ensilada e fornecer carboidratos solúveis, favorecendo o processo de fermentação. Como principais resultados observados na adição de milho moído, destacam-se a redução do teor de água na silagem, o aumento da concentração dos carboidratos solúveis, menor ocorrência de fermentações indesejáveis (ex.: clostrídica), abaixamento do pH, redução da quebra de proteína em amônia e diminuição da produção de gases e efluentes (ANTONIO, 2016).



## 2 OBJETIVOS

### 2.1. Geral

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produção de silagem mista de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) BRS Capiçu com *Gliricidia sepium* como uma alternativa para produção de silagem de alta qualidade em sistemas pecuários orgânicos.

### 2.2. Específicos

- Avaliar o efeito das diferentes proporções de capim-elefante e Gliricídia na massa ensilada e a adição de milho moído na composição química da silagem.
- Avaliar o efeito das diferentes proporções de capim-elefante e Gliricídia na massa ensilada e a adição de milho moído na degradabilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da silagem.
- Avaliar o efeito das diferentes proporções de capim-elefante e Gliricídia na massa ensilada e a adição de milho moído na degradabilidade *in vitro* da Fibra em Detergente Neutro (DIVFDN) da silagem.

## 3 REVISÃO DE LITERATURA

### 3.1 Ensilagem

Consiste no processo de conservação da biomassa vegetal, em ambiente anaeróbio, após o seu corte, picagem, compactação e vedação em silos, de modo a reduzir a respiração celular, a qual continua a ocorrer após o corte da forrageira. A conservação de forragem, por meio de sua ensilagem, tem como objetivo minimizar as perdas de matéria seca (MS) e energia, mantendo a qualidade da fração proteica da forrageira durante seu armazenamento, de modo a conservar suas características e seu valor nutritivo para alimentação dos animais durante a estação seca, caracterizada pela ocorrência de decréscimo tanto qualitativo quanto quantitativo das espécies forrageiras (NUSSIO et al., 2002; TOMICH et al., 2003).

A eficiência do processo fermentativo para a obtenção de uma silagem de boa qualidade está condicionada à uma série de fatores, tais como a composição bromatológica da planta forrageira, principalmente os teores de matéria seca e carboidratos solúveis, a microflora epífita presente na planta, o estágio de maturação no ponto de colheita/corte, condições climáticas no momento do corte da planta a campo, que influenciam o conteúdo de umidade da silagem, tamanho das partículas, grau de compactação da biomassa, eficiente vedação, dentre outros (NUSSIO et al., 2002). Da Silva (2001) destaca alguns parâmetros importantes para a escolha da planta forrageira a ser ensilada, tais como: teor de matéria seca entre 26 e 38%; teor de carboidratos solúveis de, no mínimo, 6 a 8% na MS; baixo poder tampão para permitir a acidificação da massa e redução do pH para valores em torno de 3,8 a 4,0.

A estabilidade da condição de anaerobiose no interior do silo é determinante para a preservação da qualidade da forragem e está diretamente relacionada à eficiência nas etapas de compactação e vedação. A densidade da massa de forragem observada no fechamento do silo condiciona a quantidade de oxigênio residual. Este será utilizado pelas células da planta e por microrganismos aeróbicos e anaeróbicos facultativos presentes na forragem para a degradação de substratos a dióxido de carbono e água. Dessa forma, há uma redução da quantidade de carboidratos solúveis disponíveis para a fermentação das bactérias produtoras de ácido lático,

as quais têm o seu crescimento estimulado em anaerobiose, produzindo grande quantidade de ácido, de modo a reduzir o pH e os níveis de ácido butírico e de nitrogênio amoniacal, inibindo o desenvolvimento de microrganismos deletérios indesejáveis, particularmente, enterobactérias e clostrídios (OSHIMA & MCDONALD, 1978; NUSSIO et al., 2002). Plantas forrageiras que apresentam elevado teor de matéria seca têm a compactação dificultada, podendo esta ser considerada inadequada quando o valor ultrapassa 60% de MS. São caracterizadas silagens adequadamente compactadas, as que apresentam densidades entre 600 kg/m<sup>3</sup> e 800 kg/m<sup>3</sup>, pois, geralmente, não contêm oxigênio residual suficiente para prejudicar a fermentação. A utilização de forrageiras com baixo teor de MS para a ensilagem permite a compactação a densidades próximas a 550 kg/m<sup>3</sup>, que objetivam minimizar as perdas por efluentes (LOURES et al., 2003; TOMICH et al., 2003).

O término do consumo do oxigênio residual no interior do silo promove o aumento da população e da atividade das bactérias anaeróbicas, inicialmente, enterobactérias e bactérias heterofermentativas, caracterizadas pela maior resistência ao calor e ao ácido acético. À medida que há o acúmulo dos ácidos orgânicos, principalmente o acético, ocorre a redução do pH do meio e, conseqüentemente, uma alteração na população de bactérias, com predomínio das bactérias homofermentativas, mais eficientes na produção de ácido lático. Como resultado, o pH diminui ainda mais rápido (D' OLIVEIRA e OLIVEIRA, 2014).

Nussio et al. (2002) destacaram que o valor adequado de pH para promover a eficiente conservação do material ensilado está condicionado, principalmente, ao conteúdo de MS da forrageira original. Os clostrídios, principais microrganismos anaeróbicos prejudiciais à qualidade da silagem, contaminam a forragem na forma de esporos presentes nas partículas de solo e têm o seu crescimento iniciado logo após o estabelecimento da condição de anaerobiose no interior do silo. Assim como as enterobactérias, eles são sensíveis a baixos valores de pH, mas são particularmente sensíveis à disponibilidade de água, apresentando-se inativos em silagens com teor de MS acima de 28%, enquanto que, em materiais com cerca de 15% de MS e valores de pH abaixo de 4, podem não acarretar na inativação de seu crescimento (EDWARDS e MCDONALD, 1978; FISHER e BURNS, 1987; LEIBENSPERGER e PITT, 1987; MCDONALD et al., 1991).

As principais perdas de energia e matéria seca do material ensilado ocorrem pela respiração residual durante o enchimento do silo e, imediatamente, após a sua vedação; tipo de fermentação no interior do silo; deterioração aeróbica durante a retirada de forragem do compartimento; insuficiência de carboidratos solúveis e/ou umidade excessiva, favorecendo o catabolismo do ácido lático à butírico. A produção de ácido butírico resulta em grande perda de MS, devido à produção de dióxido de carbono e perda expressiva de energia, além de intensa proteólise, o que resulta em elevação do poder tampão (McCULLOUGH, 1977; OSHIMA & MCDONALD, 1978).

### 3.2 Capim Elefante - BRS Capiçu

O gênero *Pennisetum* é o mais amplamente difundido e cultivado no Brasil dentre as gramíneas forrageiras destinadas ao corte. Isso se deve à sua elevada produtividade de matéria seca, porte elevado e formação de colmos alongados, o que facilita o transporte amarrado em feixes. Comparado a outras gramíneas, o *Pennisetum* tende a se adaptar melhor a solos mais férteis e responde bem à adubação orgânica (CÓSER, 2000). Sua propagação é feita por meio de colmos (mudas) e, geralmente, o primeiro corte pode ser realizado aos 90 dias, com cortes subsequentes em intervalos regulares de 60 dias, dependendo da estação do ano.

O *Pennisetumpurpureum* cv. BRS Capiçu foi certificado pelo MAPA em 2015, resultado de um trabalho de melhoramento genético realizado pela EMBRAPA Gado de Leite.

Esse trabalho envolveu cruzamentos dirigidos entre acessos de capim-elefante do Banco Ativo de Germoplasma (BAGCE). O clone CNPGL 92-79-2 foi nomeado Capiáu, que significa "capim grande" em tupi-guarani, uma referência ao seu porte elevado, que tem sido traduzido em produtividade. Esta cultivar possui crescimento ereto, porte alto, colmos grossos com internódios longos, e folhas verdes e largas (EMBRAPA, 2016). Apresenta-se como uma nova alternativa para os pecuaristas, que tradicionalmente utilizam apenas as cultivares Napier e Cameron. Produções de aproximadamente 50 t/ha/ano de matéria seca ou 300 t/ha/ano de matéria verde foram observadas em Minas Gerais (PEREIRA et al., 2016). Uma característica morfológica que diferencia o Capiáu das demais cultivares é a ausência de pelos (joçal), o que tem sido um grande atrativo para os produtores rurais, pois facilita o manuseio e contribui para maior eficiência na colheita manual.

A cultivar exibe um crescimento vegetativo vigoroso, rápida expansão foliar e intenso perfilhamento basal e axilar. As touceiras são eretas e apresentam um alto número de perfilhos (média de 30 perfilhos/m<sup>2</sup>), o que confere resistência ao tombamento e facilita a colheita mecanizada. O florescimento é tardio, ocorrendo entre os meses de junho e julho na maioria das regiões brasileiras. Para a utilização da cultivar BRS Capiáu na forma de silagem, é recomendada sua colheita entre 90 e 110 dias, com altura entre 3,5 a 4,0 m, momento em que apresenta seu máximo potencial nutritivo. Todavia, neste momento, sua matéria seca está baixa, o que pode prejudicar o perfil fermentativo e qualidade da silagem (PEREIRA et al., 2016). Uma estratégia que pode ser adotada é o corte tardio da forragem, todavia, isso implica em redução no teor de PB e elevação dos níveis de fibra bruta (lignina e celulose), em parte, pelo seu rápido crescimento na época das águas, ocasionando o alongamento dos colmos e consequentemente, a redução da relação folha/colmo e do valor nutritivo (PEREIRA et al., 2016).

Uma das alternativas para a melhoria das características químico-bromatológicas e fermentativas das silagens de capim tropical é utilização de leguminosas. As silagens mistas surgem como uma estratégia para aumentar o valor nutricional do material ensilado, melhorando o desempenho produtivo dos rebanhos (SÁ et al., 2021).

### 3.3 Gliricídia

A *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth, Walpers origina-se da América Central, de onde difundiu-se por Honduras, Costa Rica, México, Guatemala e Brasil. É uma leguminosa arbórea de porte pequeno a médio, podendo atingir até 15 metros de altura e 30 a 40 cm de diâmetro de caule. A gliricídia é uma planta característica de regiões tropicais, alcançando seu melhor desenvolvimento em temperaturas mínimas de 14°C a 20°C nos meses frios e até 34°C a 41°C nos meses mais quentes. Seu sistema radicular é bem desenvolvido, característica que lhe confere tolerância à seca por períodos de até 8 meses, além de uma rápida capacidade de rebrote e maior eficiência na ciclagem de nutrientes, devido à exploração de camadas mais profundas do solo pelas raízes. Também é tolerante à uma grande variedade de solos de média à baixa fertilidade (MATOS et al., 2005).

Além de sua elevada adaptabilidade às condições ambientais adversas, a gliricídia tem demonstrado capacidade de recuperação de áreas degradadas, por meio do controle da erosão. Outro aspecto importante de contribuição dessa forrageira para a melhoria das características físicas, químicas e biológicas do solo, é o estabelecimento da relação simbiótica entre suas raízes e as bactérias do gênero *Rhizobium*, possibilitando dessa forma, a fixação biológica de nitrogênio (AROEIRA et al., 2011). Dentre suas múltiplas funções, pode ser utilizada como cerca viva, devido à sua fácil propagação (assexuada ou sexuada), por sementes ou mudas e por suportar vários cortes, podendo ocorrer a cada 90 dias nas estações chuvosas e 120 dias nas

secas ou de acordo com o desenvolvimento da planta (1,50 m de altura), além de ser boa fornecedora de estacas (CARVALHO et al., 1997).

O uso da gliricídia como componente na dieta dos animais destaca-se, principalmente quando considerados o período seco do ano e as regiões caracterizadas por temperaturas elevadas e/ou déficit hídrico, fatores que acarretam um declínio significativo na produção e na qualidade da forragem ofertada para o rebanho. Além da redução dos custos de produção em comparação à suplementação com grãos, os benefícios do uso dessa forrageira leguminosa estão associados ao elevado teor de proteína (23,0%), à produção de biomassa (capacidade de produção total superior a 70 toneladas de matéria verde/ano) e à menor taxa de declínio nos teores de proteína bruta e digestibilidade (BARCELLOS et al., 2008). Pode ser produzida em sistema consorciado, adensado (banco de proteína) e para produção de feno ou silagem, sendo determinado, basicamente, pelo espaçamento e combinações com outras culturas, definidos de acordo com o objetivo e a necessidade de cada propriedade.

Dentre as formas de fornecimento para alimentação animal, estão: sob pastejo, fornecimento *in natura* e sob a forma de feno ou de silagem. Em relação à produção de silagem, feita a partir das folhas e ramos tenros, o ponto de colheita é atingido com idade entre 70 e 90 dias após o plantio.

Apesar da gliricídia, como leguminosa, apresentar características adversas àquelas preconizadas para o processo de ensilagem, como por exemplo, alto poder tampão, baixos teores de carboidratos solúveis e matéria seca (LEONEL et al., 2008), estudos têm obtido silagens de gliricídia que apresentam características químico-bromatológicas e pH que são indicativos de boa fermentação e longo tempo de conservação (Tabela 1).

**Tabela 1.** Composição químico-bromatológica e pH de silagem de *Gliricidia sepium*

Autor	MS	PB	EE	FDN	FDA	pH
	%					
Chagas et al. (2006)	34,17	19,09	-	52,72	-	4,8
Dantas et al. (2008)	28,2	24,05	2,29	57,39	32,07	5,35
Silva et al. (2015)	23,05	19,37	4,47	40,37	27,72	4,58
Edvan et al. (2013)	26,85	20,55	3,28	64,18	46,5	4,25
Costa et al. (2007)	27,9	14,76	-	60,3	47,81	-

MS - Matéria seca; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo; FDN – fibra em detergente neutro; FDA - fibra em detergente ácido. Fonte: Conceição (2017)

O teor de proteína da silagem de gliricídia a torna uma alternativa para a suplementação proteica na dieta dos animais, podendo substituir em até 40% a silagem de milho, promovendo ganhos nos índices produtivos, quando comparados às dietas na sua ausência (COSTA et al., 2007). Estudos também têm demonstrado eficiência na substituição parcial da fração concentrada das dietas por silagem de gliricídia, acarretando a redução dos custos de produção (COSTA, 2008; SANTANA NETO et al., 2013).

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O capim elefante BRS Capiacu e a Gliricídia foram cultivados no município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro, dentro do Sistema Integrado de Produção Agroecológica

(SIPA), sob sistema de cultivo agroecológico, em parcelas distintas com aproximadamente 2.000 m<sup>2</sup> (equivalentes a 0,2 ha).

A implantação das culturas foi realizada mediante preparo do solo, aração e gradagem, calagem (200g m<sup>-2</sup> com calcário dolomítico) e fosfatagem (10 g m<sup>-2</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> com termofosfato yoorin) à lanço no mesmo dia. O plantio da Gliricídia foi realizado por mudas pré-semeadas e cultivadas em bandejas. O espaçamento de plantio foi de 150 cm entre fileiras e 50 cm entre plantas. O plantio do capim Capiáu foi realizado com colmos com mais de 120 dias de crescimento, imediatamente após a colheita. Os colmos foram colocados em sulcos de 30 cm de profundidade com espaçamento de 150 cm. Os colmos foram distribuídos no sulco em duplas, ponta de um colmo foi pareada com o pé de outro, e cortados em toletes de 70cm de comprimento e 2/3 da profundidade dos sulcos foi coberta com solo.

Antes da colheita para a avaliação foi realizado um corte de uniformização do dossel forrageiro a 10 cm de altura e então, foi realizada a adubação da cobertura com torta de mamona apenas no capim capiaçu, na dosagem de 10 g m<sup>-2</sup> de N. A colheita das forrageiras para ensilagem foi realizada com 90 dias de rebrota, através de cortes feitos rente ao solo para a gramínea e a uma altura de 10 cm do solo para a leguminosa. Foram colhidos cinco metros lineares de 2 linhas centrais de cada lavoura. No momento da colheita, as alturas médias do dossel forrageiro foram de 2,67m para o capim Capiáu e 2,32m para a Gliricídia. Foi utilizado uma picadeira acoplada a um trator agrícola para picar a forragem em partículas com tamanho médio de 2 cm.

Os materiais colhidos e picados foram misturados nas seguintes proporções da matéria natural (MN) para compor os seguintes tratamentos com níveis crescentes de gliricídia e adição ou não de milho moído: **CAP** = 100 % de capiaçu; **GL/35%** = 65 % de capiaçu + 35 % de gliricídia, **GL/65%** = 65 % de gliricídia + 35 % de capiaçu; **GL** = 100 % de gliricídia, **CAP+M** = 100 % de capiaçu + 10 % de fubá grosso (milho moído à 3,0 mm); **GL/35%+M** = 65 % de capiaçu + 35 % de gliricídia + 10 % de fubá grosso, **GL/65%+M** = 65 % de gliricídia + 35 % de capiaçu + 10 % de fubá grosso; **GL+M** = 100 % de gliricídia + 10 % de fubá grosso. Os teores de MS e PB dos tratamentos antes da ensilagem estão apresentados na tabela 2.

O experimento foi desenhado para um delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x2, com dois fatores (proporção de Gliricídia e adição de milho moído) e cinco repetições (silos experimentais), totalizando 40 unidades experimentais. Levando em consideração que silagens exclusivas de gramíneas apresentam baixo teor de matéria seca e, por este motivo, essas ensilagens tendem a resultar em silagens de qualidade inferior, por precaução, o milho moído foi usado como aditivo sequestrador de umidade. Este também foi mantido nos demais tratamentos para permitir a verificação sobre possível ocorrência de efeito aditivo com as silagens mistas. A proporção de 10 % de fubá adicionado sob a MN foi escolhida pela praticidade do cálculo à exemplo do que ocorre rotineiramente no campo com o produtor rural.

As misturas foram amostradas e pré-secas em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas para determinar a matéria seca (MS) do material ensilado. Após a pré-secagem, essa forragem foi moída em moinho com peneira de 1 mm, amostrada e seca a 105°C até peso constante e analisadas para proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl de acordo com a metodologia proposta por Silva & Queiroz (2002).

**Tabela 2.** Teores de matéria seca e proteína bruta das misturas de capim Capiapu e Gliricídia adicionados ou não com 10% de milho moído antes da ensilagem

Tratamentos		Matéria seca	Proteína bruta
		g kg <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>
Sem Milho moído	CAP	250	43
	GL/35%	267	91
	GL/65%	300	131
	GL	333	162
Com 10% Milho moído	CAP + M	333	67
	GL/35% + M	317	83
	GL/65% + M	383	109
	GL + M	383	134

Uma amostra de cada tratamento foi ensilada em silos experimentais confeccionados com tubos e conexões de PVC com capacidade para 2,6 L, sendo que cada um dispunha de um saco filtrante com 300 gramas de areia lavada posicionado no fundo, para resgatar os efluentes gerados durante o processo de ensilagem. Após o enchimento e a compactação do material, os silos foram tampados, identificados e pesados.

Após 96 dias de fermentação, os silos foram abertos e amostras da silagem experimental foram coletadas, estas foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e processadas em moinho de facas com peneiras de porosidade de 1 mm. As amostras moídas foram utilizadas para determinação da MS, matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína bruta (PB) segundo métodos preconizados pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal (INCT-CA).

A recuperação da PB (RPB) foi determinada através da pesagem dos silos experimentais vazios e cheios, antes e após a ensilagem, e dos respectivos teores de PB segundo a seguinte equação descrita por Jobim et al. (2007):

$$RPB = (MFab \times PBab) / (MFfe \times PBfe)$$

Onde:

RPB = recuperação de proteína bruta;

MFab= massa de forragem na abertura;

PBab= teor de PB na abertura;

MFfe = massa de forragem no fechamento;

PBfe = teor de PB da forragem no fechamento.

Para realizar a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e da FDN (DIVFDN) foi coletado um inóculo ruminal de três fêmeas bovinas, mestiças, de peso médio de 450 kg e dotadas de cânula ruminal. A dieta do animal doador foi composta por silagem de sorgo e concentrado comercial com 22% de PB, sendo a relação volumoso:concentrado de 80:20 com base na MS. O animal teve acesso irrestrito à água e à mistura mineral completa e foi adaptado à dieta padrão por 14 dias anteriormente ao início das coletas. A digesta ruminal foi coletada em vários pontos da interface líquido-sólido do ambiente ruminal imediatamente antes da incubação. Logo após a retirada, a digesta foi filtrada e transferida para o interior de garrafas térmicas pré-aquecidas à temperatura de 39°C. Utilizou-se solução tampão proposta por McDougall (1948). Previamente à mistura da solução tampão com o inóculo ruminal, foram adicionados 5mL de solução de ureia (5,5g/100mL) para cada 300mL da solução tampão de McDougall. Logo em seguida, o pH da solução foi reduzido para 6,80 por borbulhamento com CO<sub>2</sub> por 15 a 20 minutos.

As avaliações *in vitro* foram realizadas utilizando a incubadora Daisy II e seguindo as recomendações descritas no manual desta. Foram pesados, em quadruplicata, 500mg de amostra e colocados em filter bags de TNT previamente pesados. Os filter bags de TNT foram confeccionados para terem as medidas de superfície próximas à 36cm<sup>2</sup>, com dimensões de 4cm × 4,5cm. Após as amostras serem pesadas, os filter bags foram imediatamente selados a quente. Previamente aos procedimentos, todos os filter bags foram limpos e pesados conforme procedimentos sugeridos por Detmann et al. (2012). Foram incubados 22 filter bags por jarro, sendo dois filter bags “branco”. Em seguida, foram adicionados, em cada jarro, 400 mL de inóculo ruminal e 1600mL de solução de McDougall (relação 1:4 inóculo e solução tampão). Os jarros foram saturados com CO<sub>2</sub>, fechados e acondicionados no interior da incubadora, previamente aquecida a 39°C. Após 48 horas, os filter bags foram imediatamente lavados com água destilada. Após a lavagem, todos os filter bags foram pré-secos em estufa de ventilação forçada de ar a 55°C por 72 horas. Metade dos filter bags foram secos em estufa (105°C/24h) e pesados, obtendo-se o resíduo aparentemente não digerido da MS. A outra metade foi utilizado para a avaliação da DIVFDN, onde os filter bags foram acondicionados em coletores universais autoclaváveis (120mL), sendo adicionados 80mL de solução de detergente neutro e 250µL de amilase termoestável. Os coletores com os filter bags em seu interior foram autoclavados. Posteriormente, foram lavados com água destilada quente e acetona. Após a lavagem, os filter bags foram secos (105°C/24h) e pesados para obtenção do resíduo de FDN.

A DIVMS e a DIVFDN (g kg<sup>-1</sup>) foram calculadas como:

$D = ((M - (R - B)) \times M^{-1}) \times 1000$ ; em que:

M= massa de MS ou FDN incubada (g);

R= resíduo de MS ou FDN da incubação (g);

B= resíduo de MS ou FDN obtido nos frascos “branco” (g).

Para a análise estatística foi utilizado o software Ambiente R (R CORE TEAM, 2020), versão 4.0.3 Platform: x86\_64-w64-mingw32/x64 (64-bit) e pacote ‘ExpDes.pt’ versão 1.2.2. Para o fator quantitativo (proporção de Gliricídia) foram realizadas análises de regressão e para o fator qualitativo (adição de milho moído) foram realizadas comparações das médias empregado o teste Tukey a 5% de probabilidade do erro.

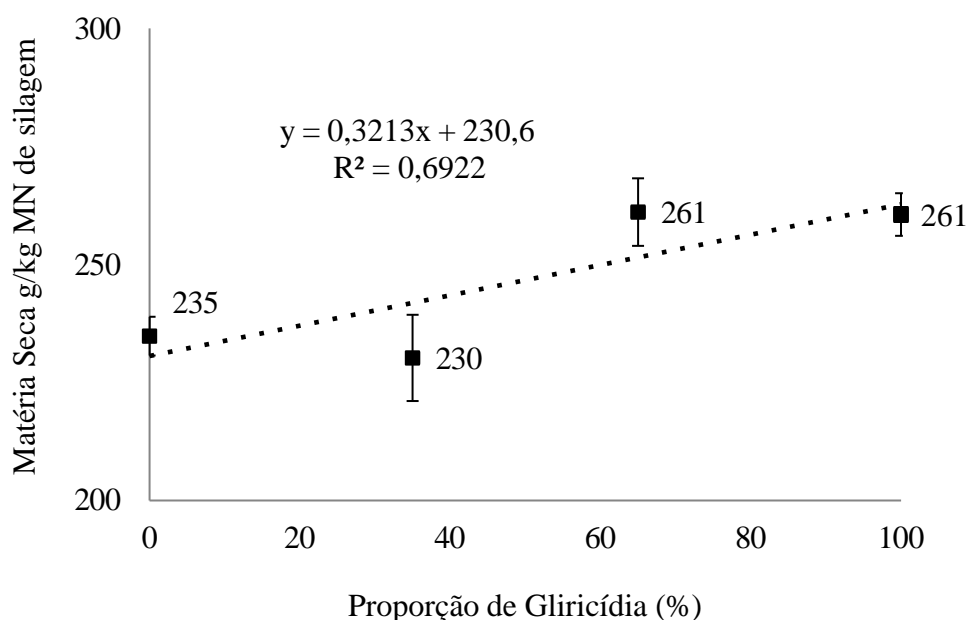
## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Matéria Seca

Não houve interação entre a proporção de Gliricídia e adição de milho moído para a MS das silagens (P=0,13). O teor de MS das silagens aumentou linearmente com o aumento da proporção de Gliricídia na massa ensilada (Figura 1, P<0,01). Este resultado se justifica, uma vez que foi observado na Gliricídia 33,2% mais MS do que no capim Capião antes da ensilagem, logo o aumento na proporção de Gliricídia foi capaz de aumentar a MS das silagens linearmente mesmo com a adição de 10% de milho moído. Pacheco et al. (2013), ao avaliarem o valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Shum) com adição de diferentes proporções de feno de gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq. Walp), observaram que os teores de MS das silagens aumentaram linearmente (P<0,05) à medida que se adicionou feno

de gliricídia, sendo obtida uma elevação de 0,72% no teor de MS para cada 1% de feno adicionado.

A adição de 10% de milho na matéria natural aumentou ( $P<0,01$ ), em média, 18,5% a MS das silagens, independentemente da proporção de Gliricídia (226 e 268 g kg<sup>-1</sup> sem e com milho moído, respectivamente). A elevação do teor de MS com a inclusão de milho pode ser atribuída ao alto teor de MS deste aditivo (acima de 85%) e à sua boa capacidade de retenção de umidade. Neto et al. (2001), ao avaliarem os efeitos de aditivos no valor nutritivo de silagens feitas com subproduto da extração do palmito de pupunha, constataram um aumento no teor de matéria seca em relação ao tratamento sem a adição de 10% de milho moído. Fato também observado por Condé (1970) em estudo da ensilagem de capim-elefante cv. Taiwan A-146 com diferentes doses de fubá de milho e Faria et al. (2007) em silagem de capim-elefante com diferentes níveis de inclusão de casca de café. Os teores de MS das silagens foram inferiores aos das forragens ensiladas, o que pode ser justificado pela perda de MS no processo de ensilagem.



**Figura 1.** Matéria seca, de silagens exclusivas e mistas de capim Capiapu e Gliricídia, em função da proporção de Gliricídia. A barra de dispersão representa o desvio padrão.

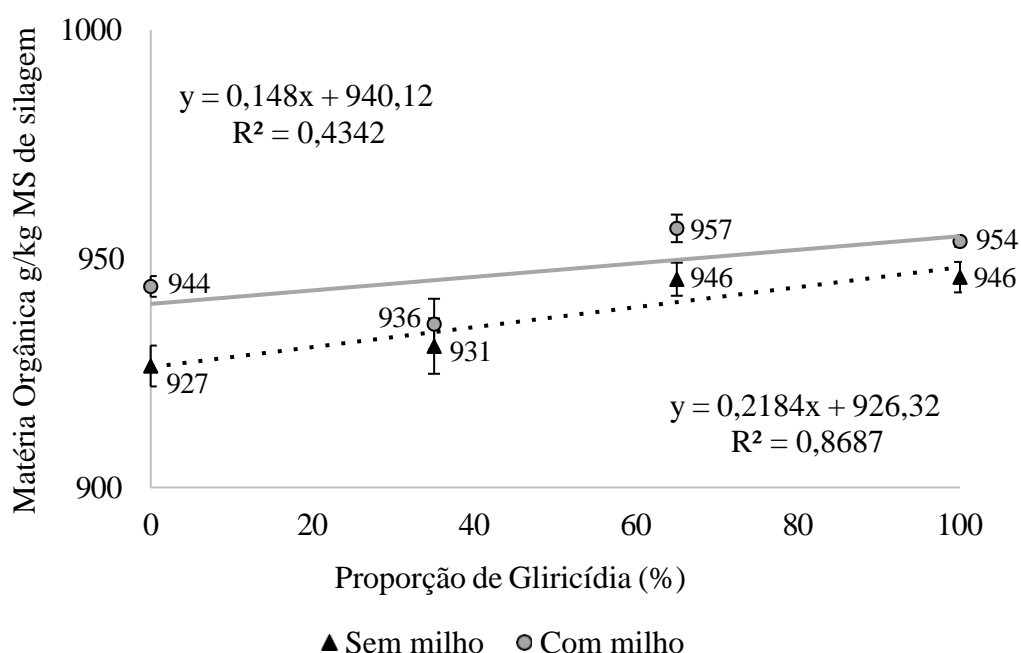
O teor de matéria seca é um fator de grande relevância para a obtenção de uma silagem com bom padrão de fermentação. Sabe-se que baixos teores de matéria seca (<25%) favorecem o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido butírico, o aumento das perdas por efluentes e da intensa degradação de proteínas (CRUZ et al., 2008). Em contrapartida, teores acima do recomendado (>38%), tornam difícil a compactação e eliminação do ar (DA SILVA, 2001).

## 5.2 Matéria Orgânica

Houve interação entre a proporção de Gliricídia e adição de milho moído para a MO das silagens ( $P<0,01$ ). O teor de MO das silagens aumentou linearmente com o aumento da proporção de Gliricídia na massa ensilada independente da adição ou não de 10% milho moído (Figura 2,  $P<0,01$ ). Este resultado pode ser explicado, em parte, pela altura de corte, que foi



rente ao solo para o capim Capiçu e a 10 cm para a Gliricídia. Forrageiras cortadas mais baixas estão mais sujeitas a contaminação por solo o que pode aumentar a matéria mineral da forragem.



**Figura 2.** Matéria Orgânica, de silagens exclusivas e mistas de capim Capiçu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído, em função da proporção de Gliricídia. A barra de dispersão representa o desvio padrão.

A adição de 10% de milho na matéria natural aumentou 1,8% a MO da silagem exclusiva de capim Capiçu, 1,2% da silagem mista com 65% de Gliricídia e 0,8% da silagem exclusiva de Gliricídia. Entretanto, a MO da silagem mista com 35% de Gliricídia não foi alterada pela adição de milho moído (Tabela 3).

**Tabela 3.** Matéria Orgânica (g kg<sup>-1</sup>) de silagens exclusivas e mistas de capim Capiçu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído

Proporção de Gliricídia (%)	10% de milho moído		EPM*	Valor de P
	Sem	Com		
0	927 B	944 A	3,1	<0,01
35	931	936	1,9	0,08
65	946 B	957 A	2,1	<0,01
100	946 B	954 A	1,5	<0,01

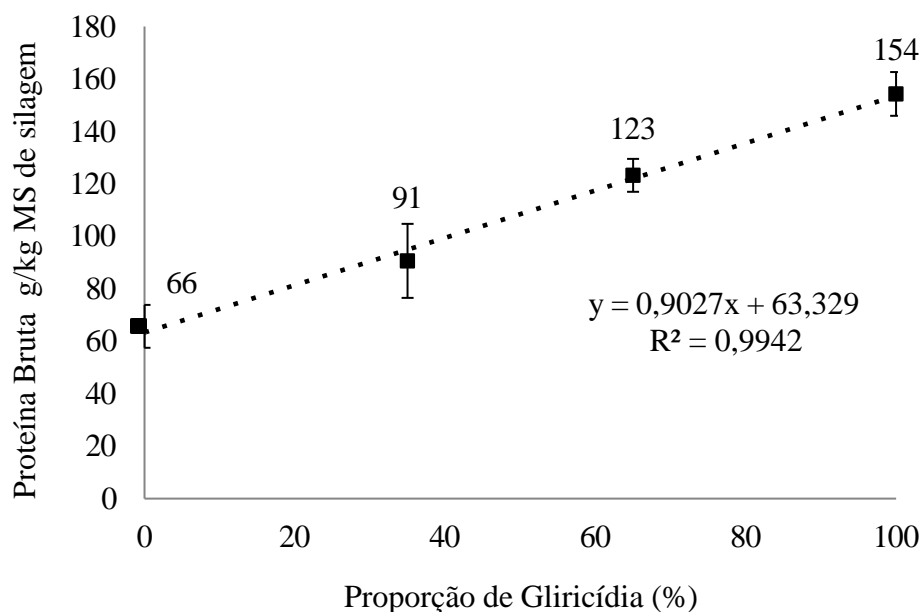
Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey (P<0,05),\*Erro padrão da média.

A avaliação da matéria orgânica da silagem é importante, pois a energia requerida pelo organismo animal provém deste componente do alimento e pode originar-se a partir de hidratos de carbono, das gorduras, bem como das proteínas. Todos esses nutrientes são fundamentais para, uma vez assimilados pelo animal, fornecerem energia (RODRIGUES, 2010).

### 5.3 Proteína Bruta

Não houve interação entre a proporção de Gliricídia e adição de milho moído para a PB das silagens ( $P=0,64$ ). O teor de PB das silagens aumentou linearmente com o aumento da proporção de Gliricídia na massa ensilada, independente da adição ou não de 10% de milho moído (Figura 3,  $P<0,01$ ). Este resultado sugere que aumentar a proporção de Gliricídia na massa ensilada é uma boa estratégia para aumentar a PB das silagens, o que era esperado, uma vez que foi observado na Gliricídia 277% mais PB do que no capim Capiacu antes da ensilagem.

A adição de 10% de milho na matéria natural não alterou ( $P=0,45$ ) o teor de PB das silagens independente da proporção de Gliricídia. Resultados semelhantes foram obtidos por Paula et al. (2020), ao avaliarem a composição bromatológica da silagem de capim-elefante BRS Capiacu com a inclusão de diferentes níveis de fubá de milho, os quais demonstraram não haver diferenças ( $P>0,05$ ) no teor de PB das silagens com o aditivo em relação às sem o fubá. Fato também observado por Zanine et al. (2006) utilizando farelo de trigo e Faria et al. (2007) com casca de café. Outros autores (EVANGELISTA et al., 1999; CORRÊA & CORDEIRO, 2000; ÁVILA et al., 2003) também não observaram aumento no teor protéico em silagens produzidas com níveis crescentes de polpa cítrica. Herling (1998) observou o mesmo para silagens com fubá de milho.



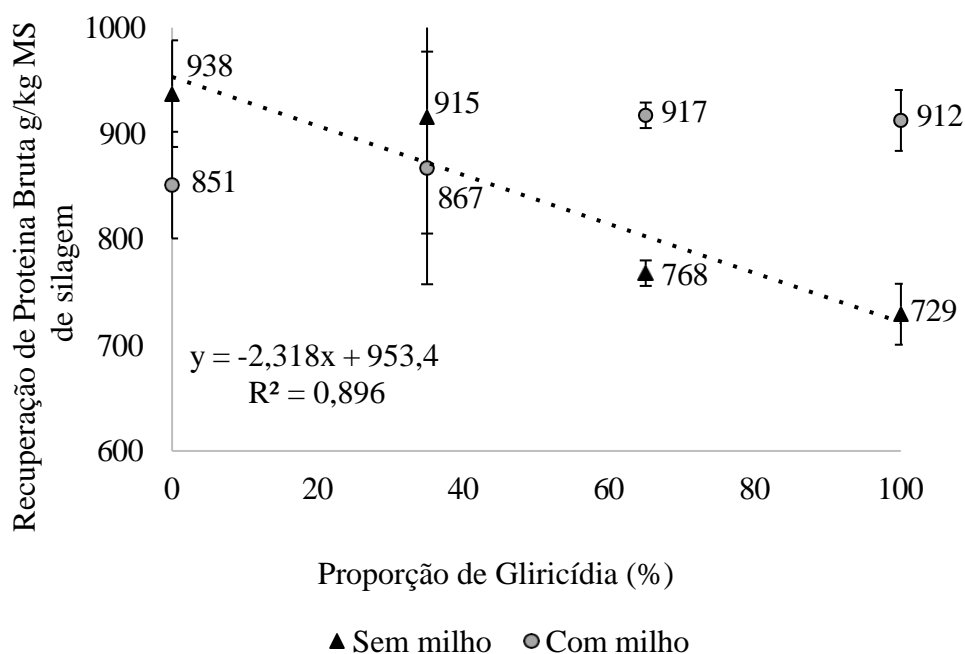
**Figura 3.** Proteína bruta, de silagens exclusivas e mistas de capim Capiacu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído, em função da proporção de Gliricídia. A barra de dispersão representa o desvio padrão

Apesar de não ser o componente mais importante a ser avaliado na silagem, tendo em vista que sua qualidade dá-se, em sua maioria, pela quantidade de carboidratos presentes na mesma, quando o teor de PB apresenta-se abaixo de 7%, haverá a necessidade de aumentar a oferta de concentrado protéico na dieta, ocasionando a elevação do custo da alimentação (RETORE et al., 2021).

## 5.4 Recuperação da Proteína Bruta

Houve interação entre a proporção de Gliricídia e adição de milho moído para a recuperação de PB das silagens ( $P<0,01$ ). A recuperação da PB das silagens reduziu linearmente ( $P<0,01$ ) com o aumento da proporção de Gliricídia quando não houve adição de 10% de milho moído na massa ensilada (Figura 4). Isso pode ser explicado por uma possível maior capacidade tampão da Gliricídia em relação ao capim Capiáu. Segundo Jobim et al. (2007), a capacidade tampão depende, basicamente, da composição da planta, no que se refere ao teor de PB, íons inorgânicos (Ca, K, Na) e combinação de ácidos orgânicos e seus sais. Quando a planta apresenta alta capacidade tampão, a velocidade de abaixamento do pH é lenta e, em consequência, as perdas no processo de ensilagem são maiores.

Quando houve adição de 10% de milho moído a recuperação de PB não foi alterada pela proporção de Gliricídia na massa ensilada. Estes dados sugerem uma melhor conservação da forragem quando o milho moído foi adicionado, principalmente, quando a proporção de Gliricídia é alta. Provavelmente a adição de milho aumentou os carboidratos passíveis de fermentação no silo, o que pode ter contribuído para uma maior velocidade de abaixamento do pH no silo e uma melhor preservação da PB.



**Figura 4.** Recuperação da proteína bruta, de silagens exclusivas e mistas de capim Capiáu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído, em função da proporção de Gliricídia. A barra de dispersão representa o desvio padrão

A adição de 10% de milho na matéria natural reduziu em 9,3% a recuperação de PB da silagem exclusiva de capim Capiáu (Tabela 4). Entretanto, a recuperação de PB da silagem mista com 35% de Gliricídia não foi alterada pela adição de milho moído e a silagem mista com 65% de Gliricídia e a silagem exclusiva de Gliricídia aumentaram a recuperação de PB com a adição de milho moído (19,4 e 25,1%, respectivamente). Estes resultados sugerem que a adição de milho moído na silagem exclusiva de Capiáu promoveu a inclusão de PB, advindas do milho, mais suscetível a perdas no processo de ensilagem. Enquanto que as silagens com 65% de Gliricídia e exclusiva de Gliricídia tiveram a recuperação de PB, possivelmente, beneficiada pela melhoria do processo de conservação no silo como citado anteriormente.

**Tabela 4.** Recuperação da proteína bruta (g kg<sup>-1</sup>) de silagens exclusivas e mistas de capim Capiáu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído

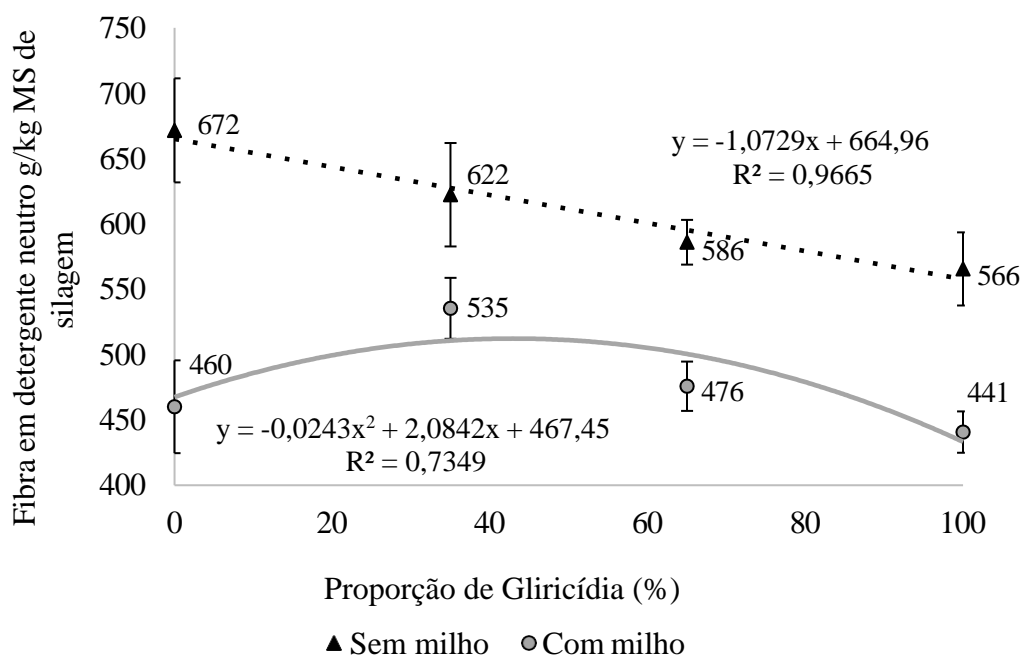
Proporção de Gliricídia (%)	10% de milho moído		EPM*	Valor de P
	Sem	Com		
0	938 A	851 B	25,4	0,05
35	915	867	25,0	0,26
65	768 B	917 A	31,5	<0,01
100	729 B	912 A	33,0	<0,01

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey (P<0,05)

\*Erro padrão da média.

#### 5.4 Fibra em Detergente Neutro

Houve interação entre a proporção de Gliricídia e adição de milho moído para a FDN das silagens (P<0,01). A concentração de FDN das silagens reduziu linearmente (P<0,01) com o aumento da proporção de Gliricídia quando não houve adição de 10% de milho moído na massa ensilada (Figura 5). Isso pode ter ocorrido em virtude do menor teor de FDN da *Gliricidia sepium* - folhas e caules tenros - em comparação ao capim-elefante cv. BRS Capiáu, sendo esses, em média, de 42% (CONCEIÇÃO, 2017) e 72% (PEREIRA et al., 2016), respectivamente. Menor valor de FDN, normalmente, está relacionado ao maior consumo de MS pelos animais e maior digestibilidade da MS (SHAVER et al., 1988, OBA & ALLEN, 1999 e KENDALL et al., 2009). O que sugere uma melhoria no valor nutritivo das silagens à medida que a proporção de Gliricídia aumenta, quando o milho moído não foi adicionado na massa ensilada.



**Figura 5.** Fibra em detergente neutro, de silagens exclusivas e mistas de capim Capiáu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído, em função da proporção de Gliricídia. A barra de dispersão representa o desvio padrão.

Quando o milho moído foi adicionado, o comportamento da concentração de FDN nas silagens em função da proporção de gliricídia foi quadrático (Figura 5). Isso pode ser justificado pela escolha de se adicionar 10% de milho moído na base da matéria natural nas forragens antes da ensilagem. Como foi observado na Gliricídia uma concentração de MS 33,2% maior do que no capim Capiacu (333 e 250 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente), a inclusão de milho, quando comparada na base da MS, foi menor à medida que a proporção de gliricídia aumentou.

A inclusão de milho moído na massa ensilada, como esperado, reduziu a concentração de FDN (Tabela 5) em 31,5% para silagem exclusiva de capim Capiacu, 14% para silagem com 35% de Gliricídia, 18,8% para silagem com 65% de Gliricídia e 22,1% para silagem exclusiva de Gliricídia. A maior magnitude de redução da FDN com a inclusão do milho moído também pode ser explicada pela decisão de incluir o milho na base da matéria natural. Paula et al. (2020), ao avaliarem a composição bromatológica da silagem de capim-elefante BRS Capiacu com a inclusão de diferentes níveis de fubá de milho, observou que este aditivo promoveu um efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) no teor de FDN, possivelmente em razão do menor teor deste componente estrutural no fubá em comparação ao capim-elefante. Resultados semelhantes foram obtidos por Coan et al. (1998) com ensilagem de aveia, Bergamaschine et al. (1998) com ensilagem de capim-Tanzânia e Ruggieri (1996) com ensilagem de alfafa; todos utilizando milho moído como aditivo; Faria et al. (2007), Bernardino et al. (2005) e Souza et al. (2003) com silagem de capim-elefante acrescida de casca de café; Ferrari Jr. & Lavezzo (2001) em silagem de capim-elefante acrescida de farelo de mandioca; e Crestana et al. (2001) em silagem de capim-tanzânia acrescida de polpa cítrica – como efeito do baixo de teor de FDN da polpa cítrica.

A redução dos níveis de FDN em decorrência do acréscimo do aditivo - milho moído - é importante para a qualidade e aproveitamento das silagens, pois a fibra representa a fração dos carboidratos de digestão lenta ou indigestíveis do alimento e a depender da sua concentração e digestibilidade, pode limitar o consumo voluntário de matéria seca, minerais e energia (COSTA et al., 2015) interferindo negativamente no desempenho animal, quando incluída em quantidade inadequada na dieta.

**Tabela 5.** Fibra em detergente neutro (g kg<sup>-1</sup>) de silagens exclusivas e mistas de capim Capiacu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído.

Proporção de Gliricídia (%)	10% de milho moído		EPM*	Valor de P
	Sem	Com		
0	672 A	460 B	37,0	<0,01
35	622 A	535 B	17,4	<0,01
65	586 A	476 B	19,1	<0,01
100	566 A	441 B	21,9	<0,01

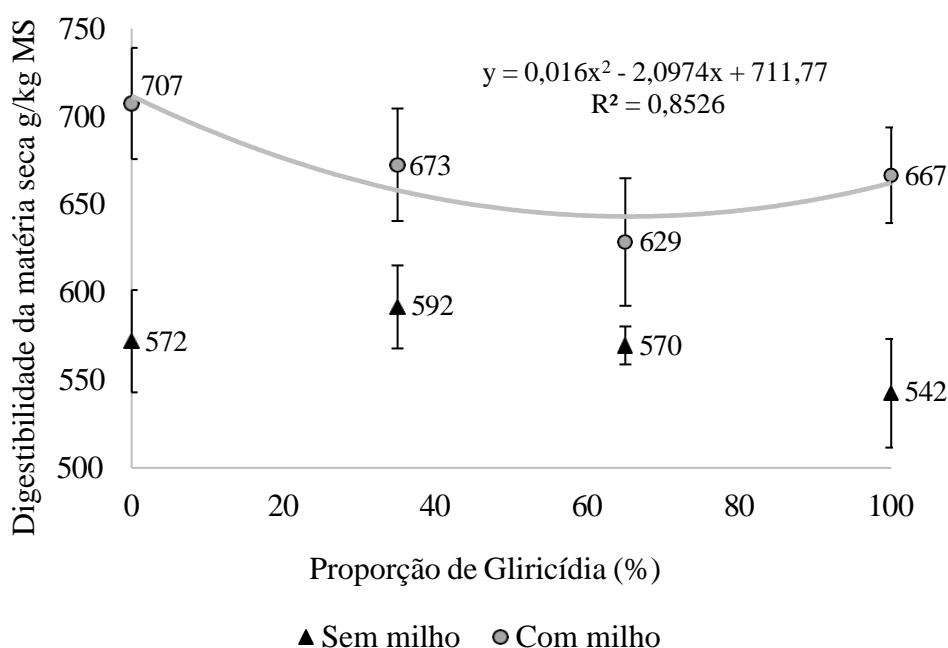
Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

\*Erro padrão da média.

No presente estudo, observa-se que as silagens exclusivas e mistas de capim Capiacu adicionadas de 10% de milho moído apresentaram teores de FDN dentro da faixa ideal (20% a 55%) para permitir o bom funcionamento do rúmen e, assim, não prejudicar o consumo de matéria seca pelos animais. Sendo assim, este aditivo apresenta-se como uma boa estratégia para a utilização em ensilagem de capins cortados com idade mais avançada (90 e 120 dias) para auxiliar na manutenção do teor de FDN da dieta dentro da faixa adequada, permitindo o bom funcionamento do rúmen (RETORE et al., 2021).

## 5.5 Digestibilidade *in vitro* da Matéria Seca

Houve interação entre a proporção de Gliricídia e adição de milho moído para a DIVMS das silagens ( $P=0,02$ ). Quando não houve adição de milho moído, a DIVMS não foi alterada pela proporção de Gliricídia na massa ensilada (Figura 6). Os resultados indicam que a redução da concentração de FDN em função do aumento da proporção de Gliricídia ocorreu de forma concomitante à redução da DIVFDN (Figura 5). Entretanto, quando o milho moído foi adicionado, observou-se um comportamento quadrático da DIVMS das silagens em função da proporção de Gliricídia (Figura 6). Estes resultados, assim como os de FDN, podem ser explicados pela inclusão do milho moído na base da matéria natural, o que, em última instância, reduziu a inclusão de milho na base de MS, com o aumento da proporção de Gliricídia - devido ao seu maior teor de MS.



**Figura 6.** Digestibilidade *in vitro* da matéria seca, de silagens exclusivas e mistas de capim Capiacu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído, em função da proporção de Gliricídia. A barra de dispersão representa o desvio padrão.

A inclusão de milho moído na massa ensilada aumentou a DIVMS independente da proporção de Gliricídia (Tabela 6). A DIVMS aumentou 23,6% para silagem exclusiva de capim Capiacu, 13,7% para silagem com 35% de Gliricídia, 10,4% para silagem com 65% de Gliricídia e 23,1% para silagem exclusiva de Gliricídia. A maior DIVMS observada para silagem exclusiva de capim Capiacu com a inclusão de 10% de milho moído corrobora com os dados de FDN observados neste trabalho. Condé (1970), ao avaliar a ensilagem de capim-elefante cv. Taiwan A-146, com várias doses de fubá de milho, observou aumento dos teores de matéria seca e da digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens com a adição de fubá. Resultados positivos nas características nutricionais da silagem de maniçoba com a inclusão de milho triturado foram observados por Backes et al. (2014), os quais obtiveram aumento nos teores de matéria seca, nutrientes digestíveis totais e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, e redução dos teores de FDN e FDA, de umidade e produção de ácido butírico.

**Tabela 6.** Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (g kg<sup>-1</sup>) de silagens exclusivas e mistas de capim Capiáu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído.

Proporção de Gliricídia (%)	10% de milho moído		EPM*	Valor de P
	Sem	Com		
0	572 B	707 A	24,3	<0,01
35	592 B	673 A	15,9	<0,01
65	570 B	629 A	12,6	<0,01
100	542 B	667 A	22,4	<0,01

Médias seguidas por letras diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey (P<0,05)

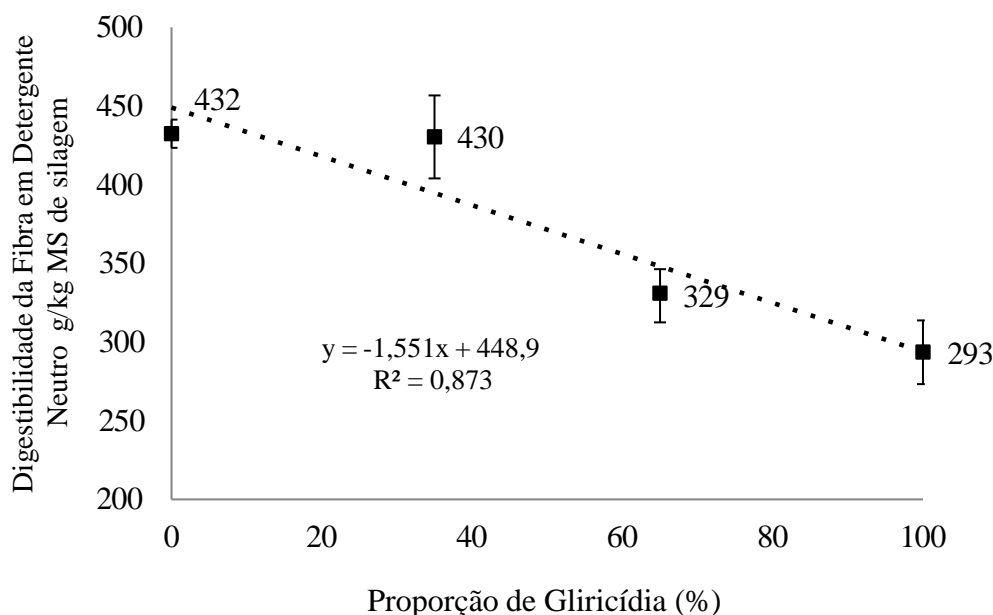
\*Erro padrão da média.

De forma geral, o aumento da proporção de Gliricídia melhora o valor nutritivo de silagens mistas de capim Capiáu e Gliricídia, o que pode ser observado pelo aumento da MS, MO, PB e redução da FDN. Entretanto, silagens exclusivas de Gliricídia podem apresentar baixa recuperação da PB e DIVFDN. A inclusão de 10% de milho moído na base da matéria natural como aditivo antes da ensilagem melhorou o valor nutritivo e a recuperação de PB para todas as silagens, porém com efeitos mais pronunciados à medida que a proporção de Gliricídia aumenta.

## 5.6 Digestibilidade *in vitro* da Fibra em Detergente Neutro

Não houve interação entre a proporção de Gliricídia e adição de milho moído para a DIVFDN das silagens (P=0,13). A DIVFDN das silagens reduziu linearmente com o aumento da proporção de Gliricídia na massa ensilada independente da adição ou não de 10% milho moído (Figura 7, P<0,01). Em estudo para avaliar a importância da digestibilidade da FDN para o desempenho animal, Oba e Allen (1999) observaram que a digestibilidade *in vitro* da FDN de gramíneas mostrou-se sempre superior à das leguminosas consideradas. Segundo os autores, além da FDN das gramíneas apresentar menor teor de lignina, o que favorece sua digestibilidade, a maior DIVFDN está relacionada ao maior tempo de retenção ruminal das gramíneas, o que causa maior efeito de enchimento ruminal. Em leguminosas, esse efeito é menor em virtude da maior fragilidade das partículas - redução de tamanho durante o processo de mastigação e ruminação - e, conseqüentemente, menor tempo de retenção no rúmen. Estes resultados estão de acordo com Buxton et al. (1997).

Lopes (2011) avaliou a digestibilidade da FDN das principais gramíneas tropicais, dentre elas o capim-elefante (*Penisetumpurpureum*) e observou 61±13% de DIVFDN em 48h. Além disso, a média da DIVFDN, em 48h de fermentação, das gramíneas tropicais foi 48,4% maior em comparação com uma silagem de alfafa padrão. Os resultados de Lopes (2011) corroboram com o presente trabalho, uma vez que a DIVFDN da silagem exclusiva de capim Capiáu foi 47,4% maior que a da silagem exclusiva de Gliricídia.



**Figura 7.** Digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro, de silagens exclusivas e mistas de capim Capiáu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído, em função da proporção de Gliricídia. A barra de dispersão representa o desvio padrão.

A adição de 10% de milho na matéria natural não alterou ( $P=0,95$ ) a DIVFDN das silagens independente da proporção de Gliricídia. As médias de DIVFDN foram de  $432 \text{ g kg}^{-1}$  para silagem exclusiva de Capiáu,  $430 \text{ g kg}^{-1}$  para silagem com 35% de Gliricídia,  $329 \text{ g kg}^{-1}$  para silagem com 65% de Gliricídia e  $293 \text{ g kg}^{-1}$  para silagem exclusiva de Gliricídia. Hoffman et al. (2007) classificam teores de digestibilidade da FDN em 48 horas em: baixo ( $<54\%$  até  $58,9\%$ ), médio (de  $58,9\%$  até  $63,8\%$ ) e alto ( $> 63,8\%$ ). Sendo assim, no presente trabalho, em todos os tratamentos avaliados, os valores de DIVFDN foram baixos ( $<54\%$ ).

Considerando os teores obtidos para FDN de silagens exclusivas e mistas de capim Capiáu e Gliricídia adicionadas ou não de 10% de milho moído (Tabela 5), pode-se inferir que uma das causas prováveis para os baixos valores de DIVFDN seja a maior participação da Fibra em Detergente Ácido (FDA) - porção menos digerível da parede celular constituída em quase totalidade por lignina e celulose - na FDN (SILVA e QUEIROZ, 2002), tendo em vista a colheita mais tardia da forragem, realizada aos 90 dias de rebrota. De acordo com Van Soest (1994), o conteúdo de FDA e lignina presentes na forragem estão relacionados à redução da digestibilidade dos alimentos, enquanto o de FDN, à redução do consumo pelos animais. A lignina atua na formação de uma barreira que impede a aderência dos microrganismos e a hidrólise enzimática da celulose e hemicelulose, o que resulta na indisponibilização dos carboidratos estruturais potencialmente degradáveis, diminuindo a digestibilidade da MS (SILVA et al., 2011).

## 5 CONCLUSÕES

A silagem mista de capim Capiáu e Gliricídia é uma boa estratégia para melhorar a qualidade da forragem na época seca do ano e reduzir a necessidade de suplementação proteica em sistemas de produção orgânicos. A proporção de 35% de Gliricídia na silagem mista é adequada quando não for possível adicionar o milho moído. Entretanto, a adição de 10% de milho moído na matéria natural é recomendada, neste caso, a proporção de 65% de Gliricídia é



mais vantajosa. Faz-se necessária a determinação do teor de Fibra em Detergente Ácido (FDA) para avaliar com maior precisão o efeito dessa sobre a digestibilidade das silagens analisadas no presente trabalho.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, J. B.; FERRARI JR., E; Associação sorgo-guandu para produção de silagem. **Boletim da Indústria Animal**. v.48, n.2, p.141-147, 1991.
- ANTONIO, P. **Aditivos proteicos sequestrantes de umidade na ensilagem de gramíneas tropicais**. Universidade Federal de Goiás (UFG), Tese de Doutorado, 50 folhas, 2016.
- AROEIRA, L. J. M.; ASSIS, L. C. C.; BRAGA, A. P..**Potencial forrageiro de plantas da caatinga**. In: JORNADA DA PRODUÇÃO ECOLÓGICA DE RUMINANTES NO SEMIÁRIDO, 1., 2011, Mossoró. **Anais...** Mossoró, 2011, p 10-46.
- BARCELLOS, A. de O.; RAMOS, A. K. B.; VILELA, L.; JUNIOR MARTHA, G. B. 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, p.51-67, 2008.
- BERNARDES, T. F.; SCHMIDT, P.; DANIEL, J. L. P. An overview of silage production and utilization in Brazil. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 2015, Piracicaba. Proceedings... Piracicaba: ESALQ, 2015. 623 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Em 7 anos, triplica o número de produtores orgânicos cadastrados no ministério. Brasília: Mapa, ago. 2019.
- BUXTON, D. R.; REDFEARN, D. D. Plant Limitations to Fiber Digestion and Utilization. **The Journal of Nutrition**. v.127, n.5, p. 814S-818, 1997.
- CARVALHO, O. M. F.; DRUMOND, M. A.; LANGUIDEY, P. H. *Gliricidia sepium*-leguminosa promissora para regiões semi-áridas. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1997. 16 p.il. (EMBRAPA CPATSA. Circular técnica, 35).
- CEPEA. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada; Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Série histórica preço do leite pago ao produtor. [Piracicaba]: CEPEA/ESALQ/USP, 2019. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/leite.aspx>.
- CHAGAS, E. C. DE O.; ARAÚJO, G. G. L. DE; MOREIRA, J. N.; et al. Composição química e pH de silagens de forrageiras nativas e adaptadas ao semi-árido. In: IV Congresso Nordestino de Produção Animal, Petrolina, 2006. Petrolina, PE. **Anais...** Petrolina, 2006. CD-ROM.
- CILEITE – Centro de Inteligência do Leite. Banco de dados. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite/SEAPA-MG, 2019. Disponível em: . Acesso em: 26 jan. 2023.
- COMERÓN E.A. & ANDREO N.A. 2000. Produção, industrialização e comercialização do leite orgânico na Argentina. Anais 2º Simpósio sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira no Brasil, Goiânia. Embrapa Gado de Leite, Juiz de Fora.
- CONCEIÇÃO, J. M. da. *Gliricidia sepium*: produtividade, composição químico bromatológica e características de fermentação da silagem. 2017. 62 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, SE, 2017.

CÓSER, A. C.; MARTINS, C. E.; DERESZ, F. Capim- -elefante: formas de uso na alimentação animal. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2000. 27 p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 57).

COSTA, C. X. 2008. Consumo de nutrientes, desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos Santa Inês em confinamento no alto sertão sergipano. 2008. 64f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB, 2008.

COSTA, C. X.; MUNIZ, E. N.; SÁ, C. O.; SÁ, J. L. de; RANGEL, J. H.; FARIAS, I. L. Efeito da substituição parcial da silagem de milho por silagem de gliricídia sobre o desempenho de cordeiras santa inês alimentadas em confinamento. In: Simpósio Internacional sobre Caprinos e Ovinos de Corte. **Anais...**, João Pessoa- PB, 2007

COSTA, N.L.; MONTEIRO, A.L.G.; SILVA, A.L.P.; MORAES, A.; GIOSTRE, A.F.; STIVARI, T.S.S.; BALDISSERA, T.C. Considerações sobre a degradação da fibra em forragens tropicais associada com suplementos energéticos ou nitrogenados. *Archivos de Zootecnia*, v.64, (R), p. 31-41, 2015.

CRUZ, J.C.; PEREIRA FILHO, I.A.; GONTIJO NETO, M.M.; ALBERNAZ, W.M.; FERREIRA, J.J. Qualidade da silagem de milho em função do teor de matéria seca na ocasião da colheita. Circular Técnica. EMBRAPA milho e sorgo, Sete Lagoas, MG, 2008.

DA SILVA, J. M. SILAGEM DE FORRAGEIRAS TROPICAIS. **Embrapa Gado de Corte-Séries anteriores (INFOTECA-E)**, 2001.

DANTAS, F.R.; ARAÚJO, G.G.L.; BARROSO, D.D.; MEDINA, F.T. Qualidade das silagens de leucena (*Leucaenaleucocephala*) e gliricídia (*gliricídiasepium*) sob diferentes épocas de abertura dos silos. In: V Congresso Nordestino de Produção Animal (SNPA). **Anais...**, Aracaju-SE, 2008

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Métodos para análise de alimentos**. Suprema: Visconde do Rio Branco, 2012. 214p

EDVAN, R.L.; CARNEIRO, M.S.S.; COUTINHO, M.J.F.; SILVA, E.B.; OLIVEIRA, G.S.; SILVA, M.S.M.; ALBUQUERQUE, D.R. Perdas e composição bromatológica de silagem de gliricídia contendo diferentes níveis de vagem de algaroba. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.7, n.2, p.63- 68, 2013.

EDWARDS, R.A., McDONALD, P. **Fermentation of Silage - A Review**. West Des Moines: Iowa, 1978, 115p.

EMATER. Bovinocultura, Pecuária de Leite/Corte. Niterói, 2017. Disponível em: <http://www.emater.rj.gov.br/areaTecnica/RelBovi2017.pdf>.

EMBRAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Boas práticas para o leite quintuplicam produção orgânica. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/6031269/boas-praticas-para-o-leite-quintuplicam-producao-organica>. Acesso em: 21 de jul. de 2024.

EMBRAPA. **BRS Capiagu: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem**. Comunicado Técnico 79, EMBRAPA-GADO DE LEITE, 2016.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO statistical databases. Rome, 2009. Disponível em <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 26 fev. 2023.

FIESP. Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Agronegócio do Leite: Produção, Transformação e Oportunidades**. Disponível em:

<https://canaldoleite.com/arquivos/agronegocio-do-leite-producao-transformacao-e-oportunidades/>. Acesso em: 26 fev. 2023.

FISHER, D.S.; BURNS, J.C. Quality analysis of summer-annual forages. II. Effect of carbohydrate constituents on silage fermentation. **Agronomy Journal**, v.79, n.2, p.242-248, 1987

HOFFMAN, P.; COMBS, D.; CONTRERAS-GOVEA, F. E.; NEUTRO, D. Uso de la digestibilidad del FDN en la formulación de raciones. **Focus Forage**, v. 6, p. 1-5, 2004.

IBGE. Censo Agropecuário 2017. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2017. Acessado pelo link: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/>

IBGE. Produção de Leite. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/br>. Acesso em: 26 fev. 2023.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, A.R. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007 (supl.).

KENDALL, C.; LEONARDI, C.; HOFFMAN, P. C.; COMBS, D. K. Intake and milk production of cows fed diets that differed in dietary neutral detergent fiber and neutral detergent fiber digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.1, p.313-323, 2009.

LEIBENSPERGER, R.Y.; PITT, R.E. A model of clostridial dominance in ensilage. **Grass and Forage Science**, v.42, n.3, p.297-317, 1987.

LEONEL, F.P.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G.; MARCO JÚNIOR, P.; LARA, L.A.; SOUSA, D.P.; SILVA, C.J. Consórcio capim-braquiária e soja, produtividade das culturas e características qualitativas das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.11, p.2031-2040, 2008

LOPES, C. J. 2011. Nutrient composition and fiber digestibility measurements of tropical forages collected from intensively managed rotational grazing systems. 131 p. **Dissertação (Mestrado - Dairy Science)**. University of Wisconsin, Madison.

LOURES, D. R. S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; CECON, P. R.; SOUZA, A. L. de. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 6, p. 1851–1858, nov. 2003.

MACHADO, F. S.; CASTRO, C. R. T. de; DINIZ, F. H.; MAGALHAES JUNIOR, W. C. P. de; PIRES, M. de F. A. (ed.). Leite orgânico: cenário da pecuária leiteira orgânica no Brasil. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2021. 38 p. (Embrapa Gado de Leite. Documentos, 260).

MATOS, L. V.; CAMPELLO, E. F. C.; RESENDE, A. S. de (Ed.). **Plantio de leguminosas arbóreas para produção de moirões vivos e construção de cercas ecológicas**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2005. 100 p. (Embrapa Agrobiologia. Sistemas de Produção, 3).

McCULLOUGH, M.E. Silage and silage fermentation. **Feed stuffs**, v. 49, n. 13, p. 49-52, 1977.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

McDOUGALL, E.I. The composition and output of sheep's saliva. **Biochem. J.**, v.43, p.99-109, 1948.

NUSSIO, L. G.; PAZIANI, S. F.; NUSSIO, C. M. B. Ensilagem de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. p.60-90.

OBA, M.; ALLEN, M. S. Evaluation of the Importance of the Digestibility of Neutral Detergent Fiber from Forage: Effects on Dry Matter Intake and Milk Yield of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.3, p.589-596, 1999.

OLIVEIRA, P. S. d'; OLIVEIRA, J. S. e. Produção de silagem de milho para suplementação do rebanho leiteiro. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2014. 10 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 74).

OSHIMA, M.; McDONALD, P. A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensilage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 29, n. 6, p. 497-505, 1978.

PACHECO, W. F.; CARNEIRO, M. S. de SOUZA.; EDVAN, R. L., ARRUDA, P. C. L; CARMO, A. B. R. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante, *Pennisetum purpureum*, Shum, com feno de gliricídia, *Gliricidia sepium*, Jacq., Walp. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 2, p. 33, 2013.

PEREIRA, A. V. et al, BRS Capiçu: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2016. 6 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 79).

PEREIRA, A. V.; AUAD, A. M.; LEDO, F. J. S.; BARBOSA, S. *Pennisetum purpureum*. In: FONSECA, D. M. da; MARTUSCELLO, J. A. (Org.). Plantas Forrageiras. Viçosa: Editora UFV, 2010. v. 1, p. 197-219.

RETORE, M.; ALVES, J. P.; ORRICO JUNIOR, M. A.; GALEANO, E. J. Manejo do capim BRS Capiçu para aliar produtividade à qualidade. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2021. (Embrapa Agropecuária Oeste. Comunicado técnico, 263).

RODRIGUES, R. C. Métodos de análises bromatológicas de alimentos: métodos físicos, químicos e bromatológicos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 306).

RUSSO, R.O., BOTERO, R.B. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. In: CASTILLO, A. R. Producción de leche y carne en el trópico cálido: una realidad eficiente en el año 2001. **Anais...** Antioquia, Colômbia, p.145-163, 2001.

SÁ, M. K. N de.; ANDRADE, A. P. de.; MAGALHÃES, A. L. R.; VALENÇA, R. de L.; CAMPOS, F. S.; ARAÚJO, F. dos S.; ARAÚJO, G. G. L. de. Silagem de palma forrageira com *Gliricidia sepium*: alternativa alimentar para o Semiárido. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e27210212473, 2021.

SANTANA NETO, J. A.; MUNIZ, E. N.; SA, C. O. de; SA, J. L. de; SANTOS, D. O.; SILVA, A. V. C. da; CASTRO FILHO, E. S. Crescimento ponderal e características de carcaça de ovinos alimentadas com silagem de gliricídia. In: Caderno de cultura do estudante. São Cristóvão: Editora UFS, 2013. v. 8, n. 10, p. 91-97.

SEAPPA. Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária, Pesca e Abastecimento. Cadeia do leite fluminense entra em debate no governo. Rio de Janeiro, RJ: SEAPPA, 2019. Disponível em: <<http://www.rj.gov.br/web/seapec/exibeconteudo?article-id=11090175>>.

SHAVER, R. D.; SATTER, L. D., JORGENSEN, N. A. Impact of Forage Fiber Content on Digestion and Digesta Passage in Lactating Dairy Cows<sup>1, 2</sup>. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.6, p.1556-1565, 1988.

SILVA, M.D.A.; CARNEIRO, M.S.S.; PINTO, A.P.; POMPEU, R.C.F.F.; SILVA, D.S.; COUTINHO, M.J.F.; FONTENELE, R.M. Avaliação da composição químico-bromatológica das silagens de forrageiras lenhosas do semiárido brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 571-578, 2015

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos** 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SIQUEIRA, K. B. O mercado consumidor de leite e derivados. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2019. 17 p. il. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 120).

SNA. Sociedade Nacional de Agricultura: Apesar dos entraves, produzir leite orgânico compensa. 2014. Disponível em: <https://sna.agr.br/apesar-dos-entraves-compensa-produzir-leite-organico/>. Acesso em: 21 de jul. de 2024.

TOMICH, T.R.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C.; TOMICH, R. G. P.; BORGES, I. Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 20p. (Embrapa Pantanal. Documentos, 57).