



**Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**

**SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE CV. BRS  
CAPIAÇU COM INCLUSÃO DE DIFERENTES  
PROPORÇÕES DO ALGODÃO-DE-SEDA**

**JANIQUELE SOARES SILVA BATISTA**

**2021**

**JANIQUELE SOARES SILVA BATISTA**

**SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE CV. BRS CAPIAÇU COM INCLUSÃO DE DIFERENTES  
PROPORÇÕES DO ALGODÃO-DE-SEDA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Zootecnia no Semiárido, para obtenção do título de Mestre.

**Orientador**

**Prof. Dr. Dorismar David Alves**

**Janaúba  
2021**

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

Batista, Janiquele Soares Silva

B333s Silagem de capim-elefante cv. BRS Capiacu com inclusão de diferentes proporções do algodão-de-seda [manuscrito] / Janiquele Soares Silva Batista – 2021.  
58 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2021.

Orientador: Prof. D. Sc. Dorismar David Alves.

1. Capim-elefante. 2. Proteínas na nutrição animal. 3. Silagem.  
I. Alves, Dorismar David. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.08552

Catálogo: Joyce Aparecida Rodrigues de Castro Bibliotecária CRB6/2445

**JANIQUELE SOARES SILVA BATISTA**

**SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE CV. BRS CAPIAÇU COM INCLUSÃO DE DIFERENTES  
PROPORÇÕES DO ALGODÃO-DE-SEDA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre.

**APROVADA em: 31 de março de 2021**

**Prof. Dr. Dorismar David Alves**  
Unimontes (Orientador)

**Prof. Dr. João Paulo Sampaio Rigueira**  
Unimontes (Coorientador)

**Prof. Dr. Flávio Pinto Monção**  
Unimontes (Coorientador)

**Prof. Dr. Alfredo Acosta Backes**  
UFS

**Janaúba  
2021**



GOVERNO DO ESTADO DE MINAS GERAIS

Universidade Estadual de Montes Claros

Mestrado em Zootecnia

Declaração - UNIMONTES/PRPG/PPGZ - 2021

Montes Claros, 18 de junho de 2021.

**JANIQUELE SOARES SILVA BATISTA**

**SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE CV. BRS CAPIAÇU COM INCLUSÃO DE DIFERENTES PROPORÇÕES DO ALGODÃO-DE-SEDA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Zootecnia no Semiárido, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**APROVADA em 31 de MARÇO de 2021.**

Dr. Dorismar David Alves/ Presidente/ UNIMONTES

Dr. Dr. Flávio Pinto Monção/ Membro Interno/ UNIMONTES

Dr. João Paulo Sampaio Rigueira/ Membro Interno/ UNIMONTES

Dr. Alfredo Acosta Backes/ Membro Externo/ UFS

JANAÚBA, MINAS GERAIS –

BRASIL/2021



Documento assinado eletronicamente por **Dorismar David Alves, Professor(a)**, em 18/06/2021, às 12:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **João Paulo Sampaio Rigueira, Professor(a)**, em 18/06/2021, às 14:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alfredo Acosta Backes, Usuário Externo**, em 18/06/2021, às 16:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).



Documento assinado eletronicamente por **Flávio Pinto Monção, Usuário Externo**, em 18/06/2021, às 20:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 47.222, de 26 de julho de 2017](#).

18/06/2021

SEI/GOVMG - 31045669 - Declaração



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [http://sei.mg.gov.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](http://sei.mg.gov.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **31045669** e o código CRC **54858A18**.

---

Referência: Processo nº 2310.01.0009603/2021-68

SEI nº 31045669

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, pelo dom da vida.

À minha virgem e mãe intercessora, Nossa Senhora Aparecida.

À minha família, fonte de amor, carinho e incentivo durante toda a formação.

Aos colegas e amigos de pós-graduação, pelo companheirismo.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia por todo aprendizado.

Em especial o meu orientador, prof. Dorismar David Alves, pela dedicação, pelo apoio e pelo incentivo, e aos meus coorientadores, João Paulo Sampaio Rigueira e Flávio Pinto Monção, por todo o auxílio prestado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão de bolsa de estudos.

À Universidade Estadual de Montes Claros, e ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pela oportunidade.

## SUMÁRIO

|  |    |
|--|----|
| NORMAS DA REVISTA CIENTÍFICA .....   | 8  |
| RESUMO GERAL.....  | 9  |
| GENERAL ABSTRACT .....   | 11 |
| 1 INTRODUÇÃO GERAL.....  | 13 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA .....  | 14 |
| 2.1 Produção forrageira .....  | 14 |
| 2.2 Capim-elefante cv. BRS Capiçu ( <i>Pennisetum purpureum</i> Schum.).....   | 15 |
| 2.3 Algodão-de-seda ( <i>Calotropis procera</i> ) .....  | 16 |
| 2.4 Produção de silagem .....  | 18 |
| 3 REFERÊNCIAS.....   | 22 |
| 4. CAPÍTULO 1 – Silagem de capim-elefante cv. BRS capiçu com inclusão de diferentes<br>proporções do algodão-de-seda ..... | 28 |
| RESUMO: .....  | 28 |
| ABSTRACT:.....   | 29 |
| 4.1 INTRODUÇÃO .....   | 29 |
| 4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....  | 31 |
| 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....   | 36 |
| 4.4 CONCLUSÃO .....  | 45 |
| 4.5 AGRADECIMENTO.....   | 45 |
| 4.6 REFERÊNCIAS.....   | 46 |
| 4.7 TABELAS.....   | 52 |
| 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....  | 56 |



## **NORMAS DA REVISTA CIENTÍFICA**

Esta dissertação segue as premissas básicas da Revista Semina Ciências Agrárias.  
link:<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/7973/6955#>.

## RESUMO GERAL

BATISTA, Janiquele Soares Silva. **Silagem de capim-elefante cv. BRS Capiaçú com inclusão de diferentes proporções do algodão-de-seda**. 2021. 56p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil<sup>1</sup>.

A utilização de espécies nativas com potencial forrageiro para produção de silagens de gramíneas convencionalmente utilizadas na região semiárida, podem resultar em incremento significativo na produção de matéria seca disponível para a alimentação animal, melhorando os índices de qualidade e valor nutricional das dietas. Em busca de resultados que demonstrem a proporção de inclusão mais adequada dessas espécies às silagens, objetivou-se avaliar diferentes proporções de inclusão do algodão-de-seda durante a ensilagem do capim-elefante cv. BRS Capiaçú sobre os aspectos qualitativos e nutricionais da silagem. Foram avaliadas cinco proporções (0, 15, 30, 45 e 60% com base na matéria natural) de inclusão do algodão-de-seda (*Calotropis procera*) à silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. BRS Capiaçú seguindo o delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. A inclusão do algodão-de-seda resultou em redução linear nos teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro(FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) em 0,06, 0,30, 0,23, 0,20 e 0,09 pontos percentuais para cada 1% de inclusão, respectivamente. Houve efeito linear crescente nos teores de proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT), com incremento de 39,32 e 20,89% da menor à maior proporção de inclusão do algodão-de-seda à silagem do capim-elefante cv. BRS Capiaçú. O potencial hidrogeniônico (pH), as perdas por gases (PG), as perdas por efluentes (PE), a recuperação de matéria seca (RMS) e os teores de hemicelulose e lignina não foram influenciados pelos níveis de inclusão avaliados apresentando médias estimadas de 3,87, 1,42%, 11,55 kg t<sup>-1</sup> de matéria natural (MN), 97,36%, 19,30% e 7,20%, respectivamente. Foi observado efeito linear crescente para fração “a”, “c”, degradabilidade efetiva (DE) (2% e 5%) da matéria seca, com incremento de

<sup>1</sup>**Comitê de Orientação:** Prof. Dorismar David Alves - Departamento de Ciências Agrárias/ UNIMONTES (Orientador); Prof. João Paulo Sampaio Rigueira – Departamento de Ciências Agrárias/ UNIMONTES (Coorientador); Pós-doutorando Flávio Pinto Monção – Departamento de Ciências agrárias/UNIMONTES (Coorientador).

0,05; 0,0005 e 0,11 pontos percentuais, respectivamente. Houve efeito quadrático para fração “b”, degradabilidade potencial (DP) e DE (2%) com pontos de mínima de 23,72%, 50,52%, (no nível de 45 % de inclusão) e 39,69%, (no nível de 15 % de inclusão), respectivamente. A fração indigestível (FI) apresentou efeito quadrático com máxima de 49,48% no nível de 45% de inclusão. O tempo de colonização (TC) reduziu linearmente em 0,09 pontos percentuais para cada 1% de inclusão do algodão-de-seda. A inclusão de até 60% de algodão-de-seda na ensilagem de capim-elefante cv. BRS Capiçu favorece os aspectos nutricionais e o valor nutritivo das silagens.

**Palavras-chave:** *Calotropis procera*. Composição químico-bromatológica. *Pennisetum purpureum* Schum. Proteína bruta. Valor nutritivo.

**<sup>1</sup>Comitê de Orientação:** Prof. Dorismar David Alves - Departamento de Ciências Agrárias/ UNIMONTES (Orientador); Prof. João Paulo Sampaio Rigueira – Departamento de Ciências Agrárias/ UNIMONTES (Coorientador); Pós-doutorando Flávio Pinto Monção – Departamento de Ciências agrárias/UNIMONTES (Coorientador).

## GENERAL ABSTRACT

BATISTA, Janiquele Soares Silva. **Elephant grass cv. BRS Capiaçú silage with inclusion of different proportions of silk cotton.** 2021. 56p. Dissertation (Master in Animal Science) - State University of Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil<sup>1</sup>.

The use of native species with forage potential for the production of grass silages conventionally used in the semiarid region can result in a significant increase in the dry matter production available for animal feed, improving the quality and nutritional value of diets. In search of results that demonstrate the most adequate inclusion proportion of these species to silages, the objective was to evaluate different inclusion proportions of silk cotton during the ensiling of elephant grass cv. BRS Capiaçú on the qualitative and nutritional aspects of silage. Five proportions (0, 15, 30, 45 and 60% based on natural matter) of inclusion of silk cotton (*Calotropis procera*) to elephant grass silage (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. BRS Capiaçú following a completely randomized design with four replications. The inclusion of silk cotton resulted in a linear reduction in dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose and indigestible neutral detergent fiber (iNDF) contents at 0.06, 0.30, 0.23, 0.20 and 0.09 percentage points for each 1% of inclusion, respectively. There was an increasing linear effect on crude protein (CP) and total digestible nutrients (TDN), with an increase of 39.32 and 20.89% from the smallest to the largest proportion of inclusion of silk cotton to elephant grass cv. BRS Capiaçú silage. The hydrogen ion potential (pH), gas losses (GL), effluent losses (EL), dry matter recovery (DMR) and hemicellulose and lignin contents were not influenced by the evaluated inclusion levels, showing estimated means of 3.87, 1.42%, 11.55 kg t<sup>-1</sup> of natural matter (NM), 97.36%, 19.30% and 7.20%, respectively. A linear increasing effect was observed for fraction a, c, effective degradability (ED) (2% and 5%) of dry matter, with an increment of 0.05, 0.0005, and 0.11 percentage points, respectively. There was a quadratic effect for fraction b, potential degradability (PD) and ED (2%) with minimum points of 23.72%, 50.52%, (at the 45% inclusion level) and 39.69%, (in the 15% inclusion level), respectively. The indigestible fraction (IF) had a quadratic effect with a maximum of 49.48% at the 45% inclusion level. The <sup>1</sup>**Guidancecommittee:** Prof. Dorismar David Alves – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Adviser); Prof. João Paulo Sampaio Rigueira – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Co-advisor); Post doctoral Flávio Pinto Monção – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Co-advisor).

colonization time (CT) linearly reduced by 0.09 percentage points for each 1% inclusion of silk cotton. The inclusion of up to 60% silk cotton in elephant grass cv. BRS Capiacu silage favors the nutritional aspects and nutritional value of silages.

**Keywords:** *Calotropis procera*. Chemical composition. *Pennisetum purpureum* Schum. Crude protein. Nutritional value.

<sup>1</sup>**Guidance committee:** Prof. Dorismar David Alves – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Adviser); Prof. João Paulo Sampaio Rigueira – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Co-advisor); Post doctoral Flávio Pinto Monção – Department of Agrarian Sciences/UNIMONTES (Co-advisor).

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Um dos principais entraves da produção de ruminantes no Brasil é a estacionalidade de produção forrageira devido às condições climáticas. Tal fato acarreta baixa disponibilidade de alimento para os animais ao longo do ano. Dessa forma, estratégias de conservação de forragem na forma de silagem visa armazenar o excedente de produção do período chuvoso para atender às necessidades nutricionais dos animais. Além disso, permite a utilização de fontes forrageiras nativas e com larga disseminação em determinadas regiões.

Dentre as forrageiras com potencial de ensilagem destaca-se o capim-elefante cv. BRS Capiáçu (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. BRS Capiáçu), que é um clone de capim-elefante que se destaca entre as forrageiras tropicais devido ao potencial de produção de biomassa (Pereira et al., 2016). Ainda, o algodão-de-seda (*Calotropis procera*) pode ser considerado como uma alternativa forrageira promissora para complementação da alimentação animal por apresentar bons valores nutricionais, com ocorrência expressiva em regiões onde a produção de matéria seca é limitada por fatores climáticos da região.

O algodão-de-seda é uma planta nativa das regiões de clima semiárido e vem sendo estudada como alternativa forrageira para ruminantes. Pertencente à família das *Asclepiadaceae*, é adaptada a regiões semiáridas e áridas, desenvolve-se satisfatoriamente em solos degradados e em locais com baixos índices pluviométricos (Andrade et al., 2005). Ainda de acordo com esses autores, avaliando a composição da planta completa, observaram elevados teores de proteína bruta (PB), com média de 19,4%.

Algumas pesquisas têm demonstrado que a planta apresenta algumas qualidades que a apontam como uma espécie que tem potencial para ser utilizada na nutrição de ruminantes (Andrade et al., 2005). Pode ser considerada como alternativa forrageira promissora para a alimentação animal por apresentar bons valores nutricionais, além da possibilidade de elevar o valor nutricional de silagens de forrageiras convencionalmente utilizadas. Contudo, não há na literatura informações sobre a inclusão de algodão-de-seda na ensilagem do capim-elefante sobre o perfil fermentativo e valor nutricional da silagem.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Produção forrageira

A criação de bovinos no Brasil é baseada na utilização de pastagens. Entretanto, a produção de forragem no país é fortemente influenciada pelos fatores climáticos de determinadas regiões que comprometem a produção forrageira.

Um dos principais entraves que o pecuarista enfrenta no Brasil é a baixa disponibilidade de forragem de bom valor nutritivo em determinados períodos do ano. Nas regiões semiáridas do país, a produção de forragem apresenta forte estacionalidade, em decorrência, principalmente, de baixos índices pluviométricos e da má distribuição das chuvas, que caracterizam essas regiões, resultando em baixa disponibilidade de matéria seca, além de diminuição do valor nutritivo das plantas forrageiras. Alternativamente, faz-se necessário a busca por técnicas de conservação de forragem que garantam o aporte de nutrientes aos animais durante todo o ano.

A conservação de alimentos volumosos é uma técnica eficiente e bem difundida, que permite a utilização desses alimentos em qualquer época do ano. Dessa forma, Carvalho et al. (2013) mencionaram que, para evitar a escassez de alimento na época seca, são propostos alguns métodos de conservação, como a produção de silagem como uma alternativa para os produtores. Nesse contexto, a ensilagem de gramíneas tropicais se destaca, tornando-se alternativa promissora para grandes e pequenos pecuaristas por permitir armazenar o excedente forrageiro do período das águas para ser fornecida no período seco do ano (Perim et al., 2014; Epifanio et al., 2014; Ribeiro et al., 2017).

As plantas mais recomendadas para utilização no processo de ensilagem são as gramíneas, tais como, milho (*Zea mays*), milheto (*Pennisetum glaucum*), sorgo (*Sorghum bicolor*), capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), girassol (*Helianthus annuus*), além de leguminosas como leucena (*Leucaena leucocephala*), gliricídia (*Gliricídia sepium*) (Evangelista et al. 2016). Alguns estudos visam maximizar a disponibilidade de matéria seca nessas regiões, utilizando espécies alternativas como incremento às silagens – denominadas silagens mistas – que, além de propiciar maior disponibilidade de biomassa, podem melhorar o valor nutricional das silagens de materiais convencionalmente utilizados.

A mistura de culturas forrageiras é uma alternativa promissora para os produtores, pois favorece a utilização de plantas que apresentam potencial forrageiro, com grande

disponibilidade na região, em busca de melhorias na qualidade de silagens, ou ainda sanar alguma limitação de uma determinada cultura destinada ao processo de ensilagem.

Portanto, o conhecimento sobre potencial forrageiro de plantas nativas, de grande disseminação e que se adaptam às condições climáticas da região, é imprescindível para o sistema de produção animal.

## **2.2 Capim-elefante cv. BRS Capiáçu (*Penisetum purpureum* Schum.)**

O capim-elefante é uma gramínea tropical nativa de regiões da África Tropical. No Brasil, essa gramínea se destaca como uma das mais adaptadas a sistemas intensivos de produção em função do seu elevado rendimento de massa forrageira, bom valor nutricional, vigor e perenidade constituindo alternativa de baixo custo para suplementação volumosa, sendo por isso, muito utilizada para a produção de silagem (Lobo et al., 2014; Cardoso et al., 2016).

Com o objetivo de oferecer suplementação volumosa, a Embrapa desenvolveu a cultivar de capim-elefante, obtida através do cruzamento entre os acessos Guaco (BAGCE 60) e Roxo (BAGCE 57) no ano de 1992 pelo programa de melhoramento genético do capim-elefante conduzido pela Embrapa Gado de Leite. Em 2015, esse clone recebeu a denominação de BRS Capiáçu, apresentando elevado potencial de produção, atingindo média de 50 t ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> de matéria seca e bom valor nutritivo, visando à utilização na forma de silagem ou picado verde, destacando-se das demais cultivares de capim-elefante por apresentar tolerância ao estresse hídrico e resistência ao tombamento, o que facilita a colheita mecânica, podendo ser utilizado para produção de silagem de boa qualidade (Pereira et al. 2016).

As gramíneas tropicais, de forma geral, se caracterizam por apresentar baixos teores de matéria seca e de carboidratos solúveis na idade em que alcançam o melhor valor nutritivo da forragem. A ensilagem de biomassa com alto teor de umidade pode prejudicar o processo de fermentação no silo e aumentar o índice de perdas (Bernardes et al., 2015). Afim de evitar tais problemas, a colheita deve ser realizada quando há equilíbrio entre produção de biomassa, valor nutritivo e teor de matéria seca.

Recomenda-se o corte da BRS Capiáçu para ensilagem, quando as plantas atingirem altura média de 3,0-4,2m, o que ocorre próximo a 90-120 dias de idade de rebrota, período em que se encontra melhor relação entre a composição nutricional e teor de matéria seca



(Monção et al. 2019). Não é recomendada a ensilagem do BRS Capiáçu com idade superior a 120 dias de rebrota por propiciar perda de valor nutritivo à medida que ultrapasse essa faixa de idade (Schafhauser et al.,2018).

Monção et al. (2019) trabalharam com a produtividade e o valor nutricional do capim-elefante cv. BRS Capiáçu em diferentes idades de rebrota (30, 60, 90, 120 e 150 dias), e verificaram que, com 120 dias de rebrota, o Capiáçu apresentava teores de MS (matéria seca), PB (proteína bruta), FDN (Fibra em detergente neutro), FDA (fibra em detergente ácido) e NDT (nutrientes digestíveis totais) de 21,25, 8,74, 75,02, 52,94 e 39,65%, respectivamente. Por serem plantas de porte elevado, necessitam de boas estruturas de sustentação que compreendem uma parede celular mais rígida e lignificada (Schafhauser et al., 2018).

Avaliando a composição nutricional do capim-elefante *in natura*, Martins et al. (2020) verificaram que com 112 dias de rebrota, o capim apresentou 25,20, 5,05, 74,05, 44,53 e 6,51% de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina, respectivamente. Diante disso, a produção de silagens mistas de BRS Capiáçu com outras espécies de adequado potencial forrageiro, podem ser promissoras a fim de melhorar o valor nutricional e reduzir o custo de produção na alimentação de ruminantes.

### **2.3 Algodão-de-seda (*Calotropis procera*)**

O algodão-de-seda (*Calotropis procera*), pertencente à família *Asclepiadaceae*, é uma planta nativa da África tropical e da Ásia com ampla distribuição geográfica e se desenvolve com muita facilidade em regiões áridas e semiáridas (Andrade et al., 2005). No Brasil, a espécie foi introduzida como planta ornamental e, posteriormente, seu largo poder de disseminação a tornou invasora de pastagens em virtude da grande propagação de suas sementes, encontrando-se principalmente nos estados das regiões Nordeste, Centro Oeste e Sudeste (Correa, 1974; Lázaro et al., 2012).

Algumas características favoráveis do algodão-de-seda como alternativa forrageira no semiárido para inclusão na dieta de ruminantes podem ser ressaltadas, como permanência das folhas e rebrota vigorosa, em resposta aos cortes, mesmo nos períodos de seca e baixa precipitação; grande disponibilidade de sementes e excelente germinação, que facilita a produção de mudas; tolerância na utilização de solos salinos; boa digestibilidade e consumo

da matéria seca (Pereira et al., 2015). Possui altos valores de proteína bruta variando de 13,61 a 19,4% e digestibilidade da MS de 72% MS, de acordo com Costa et al. (2009).

O algodão-de-seda, por se tratar de uma planta lactífera, pode ter o seu consumo pelos animais reduzido. A presença do látex é uma estratégia do sistema natural de defesa dessa planta contra predadores (Costa et al., 2009). Mello et al. (2001) avaliando a composição do látex produzido pelo algodão-de-seda, detectaram substâncias glicosídicas, flavônicas, cardiotônicas e esteróides. Esses autores afirmam ainda que após picagem e dessecação das folhas, essas perdem, por volatilização, algumas dessas substâncias ativas, o que as torna menos tóxicas, propiciando o consumo pelos animais.

Nehra et al. (1987) conduziram uma pesquisa em condições áridas na Índia e observaram que o consumo das folhas *in natura* da *C. procera* por caprinos, ovinos e camelos foi baixo quando fornecida de forma exclusiva. Mas, houve aumento no consumo voluntário quando picadas e adicionadas a outros alimentos, sem a ocorrência de danos aos animais.

Os mecanismos de defesa desenvolvidos por espécies, como o algodão-de-seda, podem prejudicar o consumo, o metabolismo e o desempenho dos animais quando essas são adicionadas à dieta. Com isso, a utilização de métodos que proporcionem a redução desses efeitos nos animais é fundamental para obter resultados satisfatórios no sistema de produção.

Lima et al. (2005) avaliaram a silagem do algodão-de-seda com 12 horas de pré-secagem e observaram valores de 39,57% de MS, 10,74% de PB, 46,33% de FDN, 30,09% de FDA, 24,88% de carboidrato não estrutural (CNE), 87,55% de matéria orgânica (MO) e 4,28 Mcal/kg de energia bruta (EB). Ao fornecer para ovinos, verificaram 71,23% para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca. Os mesmos autores, ao avaliarem a inclusão da silagem do algodão-de-seda na alimentação de ovinos, com 12, 24 e 36 horas de emurchecimento, verificaram que o algodão-de-seda emurchecido por 12 horas pode ser utilizado exclusivamente nas dietas de ovinos, sem comprometer o consumo pelos animais.

Avaliando a composição bromatológica de *Calotropis procera in natura*, Andrade et al. (2005) observaram 23,25% de matéria seca (MS); 86,69% de matéria orgânica (MO); 19,44% de proteína bruta (PB); 3,61% de extrato etéreo (EE); e 13,72% de matéria mineral (MM); e para os componentes da fração fibrosa encontraram valores de 42,17, 28,41, 14,59,

20,25, 9,25, 25,22 e 65,5% para FDN, FDA, hemicelulose, celulose, lignina, carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHOT), respectivamente.

Cruz et al. (2007) avaliando a composição químico-bromatológica, caracterizaram os taninos condensados e estimaram as correlações entre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) do algodão-de-seda *in natura*, observaram 20,7; 40,6; 27,4; 16,1 e 80,1 % para PB, FDN, FDA, MM, e digestibilidade *in vitro* de MS (DIVMS), respectivamente, e nesse trabalho os autores destacam o teor de PB e DIVMS como valores promissores para utilização do algodão-de-seda na alimentação animal.

Além do elevado teor de PB, o efeito antifúngico do algodão-de-seda pode favorecer sua utilização na produção de silagens (Lima et al. 2006). Fungos são microrganismos heterotróficos uni ou multicelulares que crescem em plantas, grãos, alimentos e matéria orgânica em geral, produzem enzimas digestivas que digerem a matéria orgânica, causando deterioração do substrato, e alterações na qualidade dos alimentos. Durante o crescimento das colônias, os fungos patogênicos liberam micotoxinas que estão associadas a alterações na composição dos alimentos (Diniz, 2002).

Lima et al. (2006) realizaram um experimento para determinar a incidência fúngica nas silagens de algodão-de-seda associado ao capim-andrequicé (*Leersia hexandra*), e observaram que os níveis crescentes do algodão-de-seda reduzem a presença de fungos toxigênicos.

## **2.4 Produção de silagem**

O processo de ensilagem consiste na fermentação anaeróbica de plantas forrageiras e constitui-se numa boa opção de conservação de alimentos volumosos (McDonald et al., 1991). Seu processo tem sido amplamente estudado com o intuito de suprir as deficiências causadas pelo período de estiagem prolongada, melhorar o valor nutricional da dieta, reduzir os gastos com a utilização de concentrados e otimizar a eficiência produtiva das propriedades.

A qualidade da silagem depende da eficiência do processo fermentativo do material ensilado, o qual é influenciado pelas condições do ambiente, como a umidade, a temperatura do ambiente no momento do armazenamento; a presença de oxigênio no material a ser ensilado; a concentração de carboidratos solúveis e outras características

particulares da forrageira ensilada, fatores que podem proporcionar variabilidade na obtenção de silagens com relação a seu valor nutritivo (Neumann, 2001).

Os teores de ácido orgânicos, pH e o nitrogênio amoniacal são os parâmetros mais utilizados para classificar qualitativamente a silagem, pois caracterizam as transformações relacionadas com as perdas nos elementos nutritivos no interior dos silos. Além disso, outros parâmetros podem influenciar o processo fermentativo das silagens, como teor de matéria seca da planta no momento da ensilagem, atividade de água (Aw), conteúdo de carboidratos solúveis, dentre outros (Brant, 2015).

A avaliação do pH das silagens permite avaliar a magnitude do processo fermentativo. De maneira geral, tem-se atribuído valores de pH entre 3,8 a 4,2 como adequados às silagens bem conservadas, sendo que esses valores são capazes de restringir a ação de enzimas proteolíticas da planta e de enterobactérias e clostrídios promotores dos processos de deterioração das silagens (Tomich, 2004).

De acordo com Jobim (2007), para a avaliação do processo fermentativo, o valor de pH não deve ser tomado isoladamente. O valor de pH adequado para promover a eficiente conservação da forragem ensilada depende do teor de umidade da silagem que, por sua vez, está relacionado à umidade ambiente, à incidência de luz solar durante a ensilagem e, principalmente, ao conteúdo de MS da forrageira a ser ensilada (Tomich, 2004).

Carvalho et al. (1992) afirmaram que o teor de matéria seca (MS) da planta forrageira é um dos fatores determinantes do tipo de fermentação no processo da ensilagem e é variável em função da idade de corte e também da natureza do colmo da planta. De acordo com McDonald et al. (1991), os teores de MS acima de 25%, quando associados a um bom nível de carboidratos solúveis, são características de silagem de boa qualidade.

De acordo com Kung Junior et al. (2018), para uma adequada fermentação da silagem, o teor de MS da forrageira deve situar entre 25 a 35%, valores próximos aos reportados por Jobim e Nussio (2013), que, segundo eles, para uma boa fermentação da forragem o teor de MS adequado varia entre 28 a 40%. Valores inferiores aumentam as perdas por efluentes, e favorecem a atuação de microrganismos indesejáveis, o que provoca o predomínio de fermentação butírica na massa ensilada (Michel, 2015). Conforme Ohmomo et al. (2002), teores superiores dificultam a compactação, e a eliminação do ar, proporcionando condições para o aquecimento e o desenvolvimento de microrganismos aeróbios e anaeróbios facultativos.

Diante do processo de ensilagem, eventuais perdas de nutrientes podem ocorrer de acordo com as características inerentes à realização do processo e da própria forrageira. Na colheita ocorrem perdas por tombamento, ocorrência de ventos, material forrageiro deixado no campo, no processo fermentativo ao produzir gases e efluentes. E, após a abertura dos silos, as perdas são ocasionadas pela presença de oxigênio no material (Jungues et al., 2013).

No processo da ensilagem, grandes perdas de nutrientes podem ocorrer através do efluente, que escoar de silagens com elevado teor de umidade. E, para evitar a produção de efluentes, as forragens destinadas à produção de silagens, devem ser armazenadas com teor de MS adequado.

O extravasamento do conteúdo celular que ocorre devido à ruptura das células no processo de corte e picagem acarreta em lixiviação de compostos de alto valor nutritivo, como açúcares, nitrogênio, ácidos orgânicos, vitaminas e minerais, reduzindo, assim, a qualidade da silagem (McDonald et al., 1991).

As perdas por gases estão relacionadas ao perfil de fermentação ocorrido na silagem, e estas estão diretamente ligadas ao desenvolvimento de microrganismos produtores de gás (enterobactérias), que apresentam crescimento associado ao excesso de umidade do material ensilado (Igarassi, 2002). Com isso, encontrar o equilíbrio do teor de umidade adequado das silagens é muito importante para redução da perda do valor nutritivo das silagens.

Dentre as análises de avaliação do valor nutritivo de silagens, a composição química em termos do teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e componentes da fração fibrosa (Fibra insolúvel em detergente neutro – FDN – e Fibra insolúvel em detergente ácido – FDA) são fundamentais para avaliação da qualidade dos alimentos e formulação de dietas.

De acordo com Van Soest (1994), o valor nutricional da silagem é caracterizado pela proporção de parede celular da planta utilizada, seu grau de lignificação, e o conteúdo celular na MS que determina a proporção de nutrientes disponíveis para digestão em ruminantes, podendo ser influenciado por condições edafoclimáticas, maturidade da espécie forrageira, entre outros.

A avaliação do teor de PB da silagem é muito importante, por ser fundamental para o organismo animal, para fins de manutenção e produção de leite e carne além da atividade da microbiota presente no rúmen (Lana, 2005). De acordo com Van Soest (1994), o limite mínimo de PB na dieta para que ocorra um bom desenvolvimento reprodutivo e funcional

dos microrganismos ruminais é de 7% da matéria seca. O teor de proteína geralmente é relacionado com melhor valor nutritivo pela possibilidade de reduzir os custos com concentrado proteico.

Determinar o teor de fibra (FDN e FDA) é muito importante para caracterizar o valor nutritivo da silagem, devido esses componentes estar relacionados com a regulação da ingestão, taxa de passagem, ruminação e digestibilidade do alimento pelo animal (Araújo, 2018). Uma dieta rica em fibras tende a apresentar baixa densidade energética, com ingestão limitada pelo rúmen e o desempenho dos animais pode ser comprometido, porém, o baixo teor de fibras aumenta o risco de ocorrência de alguns distúrbios metabólicos (Lima et al., 2017).

O teor dos componentes fibrosos é inversamente correlacionado com o valor nutritivo. O conteúdo de FDN relaciona-se à redução no consumo pelo animal, enquanto a FDA e a lignina, à redução da digestibilidade dos alimentos (Van Soest, 1994).

Pereira et al. (2016), ao avaliar a composição bromatológica da silagem de BRS Capiacu aos 110 dias de idades de corte, verificaram 20,4% de MS, 5,1% de PB, já o valor encontrado para FDN foi 73,8%. É possível observar, que a forrageira apresentou teor de umidade elevado, o que representa uma limitação para ensilagem, uma vez que aumenta a possibilidade de ocorrer fermentações indesejáveis, além de redução do valor nutritivo.

Avaliando a inclusão do subproduto do processamento da manga na silagem de capim-elefante, Sá et al. (2007) relataram melhora na composição nutricional das silagens por promover acréscimo nos teores de MS e diminuição nos teores dos componentes fibrosos. Bonfá et al., (2017), também verificaram resultados satisfatórios ao adicionar casca de abacaxi a silagem de capim-elefante, no qual observaram um bom padrão fermentativo e melhora do valor nutricional da silagem.

### **3 REFERÊNCIAS**

Andrade, M. V. M., Silva, D. S., Andrade, A.P., Medeiros, A. N., & Pinto, M. S. C. (2005). Fenologia da *Calotropis procera* Ait R. Br., em função do sistema e da densidade de plantio. *Archivos de Zootecnia*, 54, 631-634.

Bernardes, T. F., Schmidt, P., & Daniel, J. L. P. (2015). An overview of silage production and utilization in Brazil. In: International Silage Conference, Piracicaba. **Proceedings...** Piracicaba: ESALQ, 623 p.

Bonfá, C. S., Vilela, S. D. J., Castro, G. H. F., Santos, R. A., Evangelista, A. R., & Neto, O. S. P. (2017). Silagem de capim-elefante adicionada de casca de abacaxi. *Revista Ceres*, 64, 176-182. doi: [10.1590/0034-737x201764020010](https://doi.org/10.1590/0034-737x201764020010)

Brant, L. M. S. (2015). *Silagem de capim-elefante com casca de banana*. 46 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba – MG, Brasil.

Cardoso, A. M., Araújo, S. A. C., Rocha, N. S., Domingues, F. N., Azevedo, J. C., & Pantoja, L. A. (2016). Elephant grass silage with the addition of crambe bran conjugated to different specific mass. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 38, 375-382. doi: [10.4025/actascianimsci.v38i4.31828](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v38i4.31828)

Carvalho, D. D., Andrade, J. B., & Biondi, P. (1992). Estádio de maturação na produção e qualidade da silagem de sorgo I: Produção de matéria seca e de proteína bruta. *Boletim de Indústria Animal*, 49, 91-99.

Carvalho, R. S., Fiho, J. S. S., Santana, L. O. G., Gomes, D. A., Mendonça, L. C., & Faccioli, G. G. (2013). Influência do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica do girassol destinado à alimentação animal. *Ambi-Agua*, 8, 157-167.

Correa, M. P. (1974). *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro: IBDF, 5, 687p.

Costa, R. G., Medeiros, A. N., Alves, A. R., & Medeiros, G. R. (2009). Perspectivas de utilização da flor-de-seda (*Calotropis procera*) na produção animal. *Revista Caatinga*, 22, 1-9.

Cruz, G. M. da, & Vilela, D. (1986). Avaliação da silagem de capim-elefante para produção de leite. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, 15, 26-35, 1986.

Cruz, S. E. S. B. S., Beelen, P. M. G., Silva, D. S., Pereira, W. E., Beelen, R., & Beltrão, F. S. (2007). Caracterização dos taninos condensados das espécies maniçoba (*Manihot pseudoglazovii*), flor-de-seda (*Calotropis procera*), feijão bravo (*Capparis flexuosa*, L) e jureminha (*Desmanthus virgatus*). *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 59, 1038-1044. doi: [10.1590/S0102-09352007000400033](https://doi.org/10.1590/S0102-09352007000400033)

Epifanio, P. S., Costa, K. A. P., Severiano, E. C., Cruvinel, W. S., Bento, J. C., & Perim, R. C. (2014). Fermentative and bromatological characteristics of Piata palisade grass ensiled with levels of meals from biodiesel industry. *Semina Ciências Agrárias*, 35, 491-504.

Igarassi, M. S. (2002). *Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (Panicum maximum Jacq. cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano*. Piracicaba, 152p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

Jobim, C. C., Nussio, L. G., Reis, R. A., & Schmidt, P. (2007). Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 101-119. doi: [10.1590/S1516-35982007001000013](https://doi.org/10.1590/S1516-35982007001000013)

Jobim, C. C., & Nussio, L. G. (2013). Princípios básicos da fermentação na ensilagem. In: Reis, R. A.; Bernardes, T. F.; Siqueira, G. R. *Forrageicultura – Ciência, tecnologia, e gestão dos recursos forrageiros*. (p. 649-658). Jaboticabal: FAPESP, 2013.

Junges, D., Schmidt, P., Novinski, C. O., & Daniel, J. L. P. (2013). Additive containing homo and heterolactic bacteria on the fermentation quality of maize silage. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 35, 371-377.

Kung Junior, L. Shaver, R. D., Grant, R. J., & Schmidt, R. J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101, 4020-4033.



Lana, R. P. (2005). *Nutrição e alimentação animal: mitos e realidades*. Viçosa, Editora UFV, 344 p.

Lázaro, S. F., Fonseca, L. D., Fernandes, R. C., Tolentino, J. S., Martins, E. R., & Duarte, E. R. (2012). Efeito do extrato aquoso do algodão de seda (*Calotropis procera* Aiton) sobre a eficiência reprodutiva do carrapato bovino. *Revista Brasileira de Plantas Mediciniais*, 14, 302-305.

Lima, A. B., Silva, A. M. A., Medeiros, A. N., Rodrigues, O. G., Santos, G. J. C., & Santos, J. R. S. (2006). Incidência Fúngica em Silagem de *Calotropis procera* S. W. em Associação a *Leersia hexandra*. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 2.

Lima, A.B., Silva, A. M. A., Medeiros, A. N., Rodrigues, O. G., Araújo, G. T., & Costa, R. G. (2005). Estudos preliminares da *Calotropis procera* S. W. na dieta de ovino. *Agropecuária Científica no Semiárido*, 1, 15-24.

Lima, L.O.B., Pires, D. A. A., Moura, M. M. A., Rodrigues, J. A. S., Tolentino, D. C., & Viana, M. C. M. (2017). Agronomic traits and nutritional value of forage sorghum genotypes. *Acta Scientiarum Animal Sciences*. 39, 7-12. doi: [10.4025/actascianimsci.v39i1.32356](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v39i1.32356)

Lobo, B. S., Sales, E. C. J., Reis, S. T., Monção, F. P., Pereira, D. A., Rigueira, J. P. S., Oliveira, P. M., Mota, V. A. C., & Alves, D. D. (2014). Parâmetros morfogenéticos e produtividade do capim-Pioneiro submetido a doses de nitrogênio. *Semina: Ciências Agrárias*, 35, 3305-3318. doi: [10.5433/1679-0359.2014v35n6p3305](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p3305)

Magalhães, J. A., Fogaça, H. S., Costa, N. L., Rodrigues, B. H. N., Santos, F. J. S., Neto, R. B. A., & Bitencourt, A. B. (2015). Composição química da silagem mista de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) e faveira (*Parkia platycephala*). *X Congresso Nordestino de Produção Animal*. Terezina-PI.

McDonald, P., Henderson, A. R., & Heron, S. (1991). *The biochemistry of silage*. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publications, 340 p.

Melo, M. M., Vaz, F. A., Gonçalves, L. C., & Saturnino, H. M. (2001). Estudo fitoquímico da *Calotropis procera* Ait., sua utilização na alimentação de caprinos: efeitos clínicos e bioquímicos séricos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 2, 15-20.

Michel, P. H. F. (2015). *Qualidade de silagens de sorgo reensiladas com e sem inoculante microbiano*. 40p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

Monção, F. P., Costa, M. A. M. S., Rigueira, J. P. S., Moura, M. M. A., Rocha Junior, V. R., Mesquita, V. G., Leal, D. B., Maranhão, C. M. A., Albuquerque, C. J. B., & Chamone, M. J. A. (2019). Yield and nutritional value of BRS Capiacu Grass at different regrowth ages. *Semina Ciências Agrárias*, 41, 745-755. doi: [10.5433/1679-0359.2019v40n5p2045](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n5p2045)

Nehra, O. P., Oswal, M. C., & Faroda, A. S. (1987). Management of fodder tree in Haryana. *Indian Farming*, 37, 31-33.

Neumann, M. (2001). *Caracterização agrônômica quantitativa e qualitativa da planta, qualidade de silagem e análise econômica em sistema de terminação de novilhos confinados com silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor*, L. Moench)*. 208f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

Ohmomo, S., Tanaka, O., Kitamoto, H. K., & Cai, Y. (2002). Silage and microbial performance, old story but new problems. *JARQ*, 36, 59-71. doi: [10.6090/jarq.36.59](https://doi.org/10.6090/jarq.36.59)

Owens, F. (2005). Corn genetics and animal feeding value. Global nutritional sciences manager. In: *Minnesota Nutrition Conference*, 66 th., University of Minnesota.

Pereira, A. V., Ledo, F. J. da S., Morenz, M. J. F., Leite, J. L. B., Brighenti, A. M., Martins, C. E., & Machado, J. C. (2016). *BRS Capiacu: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para*

*produção de silagem*. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 6 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 79).

Pereira, V. L. A., Silva, V. M., & Silva, M. C. et al. (2015). Consumo voluntário do feno de Algodão de seda (*Calotropis procera* Ait. R. Br.) fornecido a caprinos no Semiárido de Pernambuco. *X Congresso Nordestino de Produção animal – CNPA*.

Perim, R. C., Costa, K. A. P., Epifanio, P. S., Teixeira, D. A. A., Fernandes, P. B., & Santos Júnior, D. R. (2014). Protein and carbohydrate fractionation of Piata palisade grass ensiled with energetic meal. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 36, 193-200.

Petit, H. V., Savoie, P., Tremblay, D., Santos, G. T., & Butler, G. (1994). Intake, digestibility, and ruminal degradability of shredded hay. *Journal Dairy Science*, 77, 3043-3050, 1994. doi: [10.3168/jds.S0022-0302\(94\)77246-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(94)77246-5)

Sá, C. R. L., Neiva, J. N. M., Gonçalves, J. S., Cavalcanti, M. A. B., & Lobo, R. N. B. (2007). Composição bromatológica e características fermentativas de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com níveis crescentes de adição do subproduto da Manga (*Mangifera indica* L.). *Revista Ciência Agronômica*, 38, 199-203.

Schafhauser, J. J., Scheibler, R. B., & Scheffler, G. H. (2018). Silagem de capim-elefante: uma alternativa para produção de forragem conservada em sistemas de produção de bovinos. *7º Dia de Campo do Leite: da Pesquisa para o Produtor*. Pelotas, 53 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado).

Ribeiro, P. R., Macedo, G. L., & Silva, S. P. (2014). A review: aspectos nutricionais da utilização da proteína pelos ruminantes. *Veterinária Notícias*, 20, 1-14.

Tomich, T. R. (2004). Características químicas e digestibilidade *in vitro* de silagens de girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 33, 1672-1682. doi: [10.1590/S1516-35982004000700005](https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000700005)

Trava, C. M. (2015). *Parâmetros agronômicos e valor nutricional da silagem de milho com ou sem o gene BT (Bacillus thuringiensis) com ovinos*. Dissertação (mestrado) – Instituto de Zootecnia. APTA/SAA.

Van Soest, P. J. (1944). *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca: *Comstock Public. Association*, p. 476. doi: [10.7591/9781501732355](https://doi.org/10.7591/9781501732355)

#### 4 CAPÍTULO 1 - Silagem de capim-elefante cv. BRS Capiaçú com inclusão de diferentes proporções do algodão-de-seda

Elephant grass silage cv. BRS Capiaçú with inclusion of different proportions of silk cotton

**RESUMO** - Objetivou-se avaliar aspectos qualitativos e nutricionais da silagem de capim-elefante cv. BRS Capiaçú com proporções crescentes de algodão-de-seda. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado com cinco (0, 15; 30; 45; 60% na base da matéria natural) diferentes proporções de inclusão do algodão-de-seda à silagem de capim-elefante cv. BRS Capiaçú, e quatro repetições. As silagens foram confeccionadas em minisilos de PVC e permaneceram ensiladas por 42 dias. A inclusão do algodão-de-seda resultou em redução linear nos teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) em 0,06, 0,30, 0,23, 0,20 e 0,09 pontos percentuais para cada 1% de inclusão, respectivamente. Houve efeito linear crescente da proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT), com incremento de 39,32 e 20,89% da menor à maior proporção de inclusão do algodão-de-seda à silagem do capim-elefante cv. BRS Capiaçú. O potencial hidrogeniônico (pH), perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE), recuperação de matéria seca (RMS), hemicelulose e lignina não foram influenciados pelos níveis de inclusão avaliados, apresentando médias estimadas de 3,87, 1,42%, 11,55 kg t<sup>-1</sup> de MN, 97,36%, 19,30% e 7,20%, respectivamente. Foi observado efeito linear crescente para fração a, c, degradabilidade efetiva (DE) (2% e 5%) da matéria seca, com incremento de 0,05, 0,0005, e 0,11 pontos percentuais, respectivamente. Houve efeito quadrático para fração b, degradabilidade potencial (DP), DE (2%), com pontos de mínima de 23,72%, 50,52%, (no nível de 45 % de inclusão) 39,69%, (no nível de 15 % de inclusão) respectivamente. A fração indigestível (FI) apresentou efeito quadrático com máxima de 49,48% no nível de 45% de inclusão. O tempo de colonização (TC) reduziu linearmente em 0,09 pontos percentuais para cada 1% de inclusão avaliada. De acordo com os parâmetros avaliados, a inclusão de até 60% de algodão-de-seda à silagem de capim-elefante cv. BRS Capiaçú favorece os aspectos nutricionais e o valor nutritivo das mesmas.

**Palavras-chave:** *Calotropis procera*. Composição química. *Penisetum purpureum* Schum. Proteína bruta. Valor nutritivo.

**ABSTRACT** - The objective was to evaluate the qualitative and nutritional aspects of elephant grass cv. BRS Capiáçu silage with increasing proportions of silk cotton. A completely randomized design was used with five (0, 15, 30, 45, and 60% on the basis of natural matter) different inclusion proportions of silk cotton to elephant grass silage and four repetitions. The silages were made in PVC minisilos and remained ensiled for 42 days. The inclusion of silk cotton resulted in linear reduction in dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose, and indigestible neutral detergent fiber (iNDF) contents at 0.06, 0.30, 0.23, 0.20, and 0.09 percentage points for each 1% of inclusion, respectively. There was an increasing linear effect of crude protein (CP) and total digestible nutrients (TDN), with an increase of 39.32 and 20.89% from the smallest to the largest proportion of inclusion of silk cotton to elephant grass cv. BRS capiaçu silage. The hydrogen potential (pH), gas losses (GL), effluent losses (EL), dry matter recovery (DMR), hemicellulose, and lignin were not influenced by the evaluated inclusion levels, showing estimated means of 3.87, 1, 42%, 11.55 kg t<sup>-1</sup> of natural matter, 97.36%, 19.30%, and 7.20%, respectively. A linear increasing effect was observed for fraction a, c, effective degradability (ED) (2% and 5%) of dry matter, with an increment of 0.05, 0.0005, and 0.11 percentage points, respectively. There was a quadratic effect for fraction b, potential degradability (PD), ED (2%), with minimum points of 23.72%, 50.52%, (at the level of 45% of inclusion) 39.69%, (at 15% inclusion level) respectively. The indigestible fraction (IF) had a quadratic effect with a maximum of 49.48% at the 45% inclusion level. The colonization time (CT) linearly reduced by 0.09 percentage points for each 1% of inclusion evaluated. According to the parameters evaluated, the inclusion of up to 60% of silk cotton in elephant grass cv. BRS Capiáçu silage favors their nutritional aspects and nutritional value.

**Keywords:** *Calotropis procera*. Chemical composition. *Penisetum purpureum* Schum. Crude protein. Nutritional value.

#### 4.1 INTRODUÇÃO

A pecuária bovina é uma das atividades de maior importância econômica para o Brasil. A bovinocultura brasileira se destaca no cenário mundial, com o maior rebanho comercial do mundo, com 213,7 milhões de cabeças, representando 14,8% do rebanho mundial, de acordo com a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes

(ABIEC, 2020). Parcela significativa desse rebanho é criada em condições de pastagens, porém, nessas circunstâncias, a produção de ruminantes apresenta limitações devido à estacionalidade de produção forrageira, ocasionada pelos baixos índices pluviométricos, especialmente em condições de clima semiárido, limitando a disponibilidade de alimento que atenda as exigências nutricionais dos animais durante todo o ano.

A conservação de alimentos na forma de silagem é uma alternativa viável na busca pelo equilíbrio da disponibilidade de alimento para os animais nos períodos de escassez, pois, essa técnica permite conservar excedentes de produção de forragem do período chuvoso, além de permitir utilização de fontes forrageiras nativas das regiões na alimentação animal.

O capim-elefante cv. BRS Capiáçu (*Pennisetum purpureum* Schum.), desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa em Gado de Leite (EMBRAPA-CNPGL) como alternativa para suplementação volumosa, apresenta elevado potencial de produção, atingindo média de 50 t ha<sup>-1</sup>ano<sup>-1</sup> de matéria seca e boa qualidade nutricional, o que reduz os custos de produção (Pereira et al., 2016). Ainda de acordo com esse autor, o cultivar se destaca dos demais cultivares de capim-elefante, por apresentar tolerância ao estresse hídrico e resistência ao tombamento, o que facilita a colheita mecânica, podendo ser utilizado para produção de silagem de boa qualidade.

De acordo com Monção et al. (2019), para silagem de capim BRS Capiáçu, é recomendado o corte com idade entre 90 e 120 dias (apresentando 9,75 e 7,88% de proteína bruta, respectivamente), ou entre 3 a 4,2 metros de altura, período em que se encontra melhor relação entre a composição nutricional e teor de matéria seca.

O algodão-de-seda (*Calotropis procera*) é uma planta nativa das regiões de clima semiárido e vem sendo estudada como alternativa nutricional para ruminantes. Pertencente à família das *Asclepiadaceae*, é adaptada a regiões semiáridas e áridas, desenvolve-se satisfatoriamente em solos degradados e em locais com baixos índices pluviométricos (Andrade et al., 2005). Essa espécie se destaca também pela capacidade de permanência das folhas e rebrota vigorosa, grande disponibilidade de sementes e excelente germinação; boa digestibilidade e consumo da matéria seca (Pereira et al., 2015). Andrade et al. (2008) obtiveram, para *C. procera in natura*, os seguintes valores de composição bromatológica: 23,25 % de matéria seca (MS); 19,44 % de proteína bruta (PB); 42,17 % de fibra em detergente neutro (FDN); 28,41 % de fibra em detergente ácido (FDA); 25,22 % de

carboidratos não fibrosos (CNF) e 65,5% de carboidratos totais (CHOT). Além disso, estudos como o de Lima et al. (2006) demonstram a possível capacidade antifúngica do algodão-de-seda, atuando de forma favorável ao processo de conservação de silagens.

A presença de substâncias tóxicas no látex produzido pelo algodão-de-seda limita a sua oferta na forma *in natura* ao consumo animal. Mello et al. (2001), avaliando a composição do látex produzido pelo algodão-de-seda detectaram substâncias glicosídicas, flavônicas, cardiotônicas e esteróides nas folhas da planta. Esses autores afirmam ainda que após picagem e dessecagem das folhas, essas perdem por volatilização algumas dessas substâncias ativas, o que as torna menos tóxicas, propiciando o consumo pelos animais.

Desse modo, a possibilidade de inclusão do algodão-de-seda em silagem do Capiáçu pode elevar a quantidade de matéria seca a ser ensilada, melhorar o valor nutritivo de silagens de alimentos convencionalmente utilizados, conservar fontes forrageiras alternativas para períodos de escassez de alimento, mantendo os parâmetros de qualidade ideais das silagens e, assim, aumentar a disponibilidade de alimento e, conseqüentemente, o desempenho animal, com reflexos favoráveis em toda cadeia produtiva.

Com isso, objetivou-se avaliar diferentes proporções de inclusão do algodão-de-seda na ensilagem do Capiáçu sobre os aspectos qualitativos e nutricionais.

## **4.2 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido no Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Campus Janaúba, região norte de Minas Gerais. De acordo com Koppen-Geiger (1928), o clima da região, é do tipo Aw (clima de savana com inverno seco). Apresenta precipitação média anual de 700 mm, com temperatura média de 28°C e umidade relativa do ar em torno de 65%.

Os tratamentos se constituíram em cinco níveis de inclusão do algodão-de-seda (0,15,30,45 e 60%) na ensilagem de capim elefante cv. BRS Capiáçu, e cada tratamento continha 10% de fubá de milho moído em peneira de crivo de 3mm, como um sequestrante de umidade, a fim de impedir o declínio expressivo do teor de MS das silagens a serem avaliadas. Os tratamentos se constituíram de: T1 (90% de BRS Capiáçu + 10% de fubá de milho); T2 (75% de BRS Capiáçu + 15% de algodão-de-seda + 10% de fubá); T3 (60% de BRS Capiáçu + 30% do algodão-de-seda + 10% de fubá); T4 (45% de BRS Capiáçu + 45% de



algodão-de-seda + 10% de fubá); T5 (30% do BRS Capiáçu + 60% do algodão-de-seda + 10% de fubá), instalados em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais.

O capim-elefante cv. BRS Capiáçu foi colhido mecanicamente com trator New Holland TL 75 (New Holland Agriculture®, Paranaíba - PR, Brazil) e ensiladora modelo JF-90 Z10 (JF Agricultural Machinery, SP, Brazil) com máquina forrageira, em área pré-instalada na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, cortado a 10 cm do solo, após o período de rebrota de 120 dias. O algodão-de-seda foi colhido manualmente a 30 cm em média, em relação ao solo, em áreas de pastagens da região, no mês de junho de 2019, com as plantas apresentando altura aproximada de 1,5 m, e espessura de colmo média de 1,0 cm de diâmetro. Foram submetidas na sequência à desidratação através de exposição ao sol por 48 horas, a fim de facilitar o processo de picagem, além de prévia inativação de substâncias tóxicas presentes em sua composição (Melo et al. 2001). O capim-elefante cv. BRS capiaçu e o algodão-de-seda foram triturados em máquina forrageira estacionária (marca JF, modelo 40P, Itapura, São Paulo, Brasil), adotando tamanho de partícula de 2,0cm, aproximadamente.

Para produção das silagens foram utilizados silos experimentais de Polyvinylchloride (PVC), com dimensões de 50 cm de altura e 10 cm de diâmetro, providos de tampa com válvula de *Bunsen*. No fundo dos silos, foi adicionado 0,4 kg de areia seca para drenagem dos efluentes produzidos, bem como uma espuma para evitar o contato da forragem com a areia. O conjunto composto por silo, tampa, areia e espuma foram previamente pesados, a fim de caracterizar o peso do silo vazio. Em seguida, a massa a ser ensilada foi devidamente homogeneizada, de acordo com as proporções de cada tratamento, depositada nos respectivos silos e comprimida com auxílio de um êmbolo de madeira de modo a obter densidade de 550 kg (m<sup>3</sup>)<sup>-1</sup>. Após finalizado o processo de ensilagem, os silos foram vedados com auxílio de fita adesiva, pesados e armazenados no Laboratório de Bromatologia da Unimontes, mantidos à temperatura ambiente.

Após 42 dias decorridos do processo de ensilagem, foi realizada a pesagem dos silos para quantificação das perdas por gases (Equação 1), calculada de acordo com a metodologia descrita por Schmidt (2006). Após a pesagem dos silos fechados, foi realizada a abertura dos mesmos, com posterior retirada da forragem para realização das demais análises. Na sequência, o conjunto contendo silo, tampa, areia e espuma foram pesados

para quantificação do efluente produzido, determinado por meio da equação proposta por Schmidt (2006) (Equação 2).

Equação 1.

$$G = \frac{[(PCen - Pen) * MSen] - [(PCab - Pen) * MSab]}{[(PCen - Pen) * MSen]} \times 100$$

Onde:

G = Perdas por gases em % da MS;

PCen = Peso do silo cheio na ensilagem (kg);

Pen = Peso do conjunto (silo + tampa + areia + espuma) na ensilagem (kg);

MSen = Teor de MS da forragem na ensilagem (%);

PCab = Peso do silo cheio na abertura (kg);

MSab = Teor de MS da forragem na abertura (%).

Equação 2.

$$E = \frac{(Pab - Pen) \times 1000}{(MVfe)}$$

Em que:

E = Produção de efluente (kg t<sup>-1</sup> de massa verde);

Pab = Peso do conjunto (silo + tampa + areia + espuma) na abertura (kg);

Pen = Peso do conjunto (silo + tampa + areia + espuma) na ensilagem (kg);

MVfe = Massa verde de forragem ensilada (kg).

A determinação do pH foi obtida por extrato de silagem, na qual, após a retirada da silagem de cada silo, procedeu-se a homogeneização do material, em que parte dessa foi prensada com auxílio de uma prensa hidráulica para extração do “suco”. No suco da silagem, imediatamente após a extração, foram determinados os valores de pH utilizando-se potenciômetro digital (Ak 90, Akso Measuring Instruments, São Leopoldo, RS, Brasil) (Wilson & Wilkins, 1972).

O restante da silagem retirada dos silos foi submetido ao processo de pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas. Em sequência, parte da silagem pré-seca foi moída em moinho tipo *Willey*, em peneiras de crivo de 1 mm de diâmetro para realização das análises químico-bromatológicas, e uma segunda parte foi moída em peneiras de crivo de 2mm, a fim de possibilitar a realização do ensaio de digestibilidade.

As amostras foram analisadas quanto ao teor de matéria seca (INCT-CA G-001/1 e G-003/1), proteína bruta (INCT-CA N-001/1) e cinzas (INCT-CA M-001/1), fibra de detergente neutro (INCT-CA F-002/1) e fibra de detergente ácido (INCT-CA F-003/1), lignina (INCT-CA F-005/1) e carboidratos não fibrosos, de acordo com Detmann et al. (2012). A determinação dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtida por estimativa (Undersander et al., 1993):

$$\text{NDT (\%MS)} = 88,9 - [\text{FDA(\%MS)} \times 0,779]$$

em que:

NDT: nutrientes digestíveis totais;

FDA: fibra em detergente ácido.

A composição químico-bromatológica do algodão-de-seda, capim-BRS Capiaçue do fubá de milho podem ser verificados na Tabela 1.

Para avaliar a cinética de degradação ruminal, foram utilizados dois novilhos mestiços (Holandês/Zebu) castrados, equipados com cânulas ruminais, com peso médio de 580 kg, recebendo dietas à base de capim-elefante cv. BRS Capiaçú. A técnica de degradabilidade *in situ* foi realizada em sacos de tecido não tecido (TNT) de 7,5 x 15 cm (peso 100g) com aproximadamente 60 µm de porosidade, segundo Casali et al. (2009). O número de amostras foi determinado a partir da relação de 20 mg de MS cm<sup>-2</sup> da área da superfície do saco (Nocek, 1988).

As vinte amostras (referentes a quatro repetições x cinco tratamentos), foram acondicionadas nos saquinhos de TNT. Em seguida, esses vinte saquinhos de TNT foram colocados em sacos de filó de 20 x 30 cm, juntamente com 100 gramas de chumbo, e cada saco de filó correspondia a um tempo de avaliação. Os sacos de filó foram amarrados com fio de náilon, deixando um comprimento de 1 m para que os sacos pudessem se mover livremente nas fases sólida e líquida do rúmen. Os sacos foram então depositados na região do saco ventral do rúmen com a ponta do fio de náilon remanescente presa à cânula para 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas na ordem inversa, ou seja, iniciando com a duração de 144 horas. As bolsas relacionadas ao tempo zero não foram incubadas no rúmen, mas foram lavadas em água corrente, semelhante às bolsas incubadas. Para estimar a fração indigestível da FDN, as amostras foram incubadas em um bovino por 288 horas (Detmann et al., 2012). Posteriormente, as amostras foram colocadas em estufa a 55 °C por 72 horas e, em seguida, resfriadas em dessecador e pesadas. Os resíduos remanescentes em bolsas de

TNT coletados no rúmen foram analisados quanto ao teor de MS. A porcentagem de degradação foi calculada pela proporção de alimentos remanescentes nas sacolas após incubação ruminal.

Os dados obtidos foram ajustados a uma regressão não linear pelo método de Gauss-Newton (Neter et al., 1985), utilizando o software SAS (SAS, 2008), de acordo com a equação proposta por Ørskov e McDonald (1979):  $Y = a + b(1 - e^{-ct})$ , onde: Y = degradação acumulada do componente nutriente analisado após o tempo t; a = curva de degradação interceptada quando t = 0, que corresponde à fração solúvel em água do nutriente analisado; b = potencial de degradação da fração insolúvel em água do componente nutriente analisado; a + b = degradação potencial do componente nutriente analisado quando o tempo não é um fator limitante; c = taxa de degradação por ação fermentativa de b; t = tempo de incubação. Os valores de desaparecimento verificados no tempo zero (“fração a”) foram utilizados para estimar o tempo de colonização (TC) da MS de acordo com Goes et al. (2017), onde os parâmetros “a”, “b”, e “c” foram obtidos pelo algoritmo de Gauss-Newton:  $TC = [-\ln(a' - a - b)/c]$ .

Após o cálculo, os coeficientes a, b e c foram aplicados à equação proposta por Ørskov e McDonald (1979):  $DE = a + (bxc / c + k)$ , onde: DE = degradabilidade ruminal efetiva do nutriente analisado; k = taxa de passagem de alimentação. Taxas de passagem de partículas ruminais foram estimadas em 2, 5 e 8% h<sup>-1</sup>, conforme sugerido por AFRC (1993).

Os dados foram submetidos à análise de variância usando os procedimentos REG do SISVAR, versão 5.6 (Ferreira et al., 2014). As variáveis referentes ao perfil fermentativo e à composição químico-bromatológica foram analisadas conforme o modelo:

$$Y_{ij} = \mu + \text{Trati} + e_{ij}$$

Em que:

Y<sub>ijk</sub> = A observação referente a tratamentos “i” na repetição “j”;

μ = constante associada a todas as observações.

Trati = Efeito tratamentos “i”, com i = 1, 2, 3, 4 e 5;

e<sub>ij</sub> = erro experimental associado às parcelas que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância δ<sup>2</sup>.

O ensaio da degradabilidade ruminal da MS foi conduzido em delineamento em blocos casualizados em parcelas subdivididas, sendo cinco tratamentos (parcelas) e 10

tempos de incubação (subparcelas) e quatro blocos. A variação de peso corporal de cada animal foi o fator de blocagem. Foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + e_{ij} + P_k + T_i \times P_{ik} + e_{ijk}$$

Em que:

$Y_{k(ij)}$  = A observação referente ao tempo (P) na subparcela k do tratamento (T) i no bloco j;

$\mu$  = constante associada a todas as observações;

$T_i$  = Efeito do tratamento "i", com i = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 e 12;

$B_j$  = Efeito do bloco j, com j = 1, 2, 3 e 4;

$e_{ij}$  = erro experimental associado às parcelas que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\delta_2$ ;

P = Efeito do tempo de incubação k, com k=1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 e 10;

$TP_{ik}$  = Efeito da interação do nível i de tratamento com o nível k do tempo de incubação;

$e_{ijk}$  = erro experimental associado a todas as observações que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância  $\delta_2$ .

Quando significativas pelo teste de F, as médias dos tratamentos e tempos de incubação foram comparadas pela decomposição da soma dos quadrados em contrastes lineares ortogonais e efeitos quadráticos, com ajustes subsequentes das equações de regressão. Para todos os procedimentos estatísticos,  $\alpha = 0,05$  foi utilizado como limite máximo tolerável para erro do tipo I.

#### 4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inclusão do algodão-de-seda nas silagens de Capiaçú reduziu linearmente os teores de matéria seca (MS) das silagens (Tabela 2). A cada 1% de adição de algodão-de-seda à silagem do Capiaçú, foi observada diminuição de 0,06 pontos percentuais (p.p.) de MS nas silagens mistas. Com base nos teores estimados de MS, que variaram de 31,81 a 27,02%, nas silagens exclusivas de capim-elefante cv. BRS Capiaçú e com 60% de algodão-de-seda, respectivamente, é possível observar redução de 15,06% no teor de MS das silagens, na faixa de inclusão avaliada.

O menor teor de MS no algodão-de-seda implicou nesses resultados observados, denotando que a pré-secagem do material por 48 horas, em conjunto com a adição do fubá de milho na mistura dos volumosos, na proporção de 10% da matéria natural, foram fatores determinantes para evitar o decréscimo do teor de MS para níveis críticos nos maiores níveis de inclusão do algodão-de-seda.

Neto et al. (2020), avaliando o efeito da inclusão de diferentes níveis de fubá de milho (de 0 a 20%) na ensilagem de capim-elefante *Pennisetum purpureum* Schum, cv. Napier, observaram aumento de 110% no teor de MS, do menor para o maior nível de inclusão. Paula et al. (2020) observaram que, com a adição de 10% de fubá de milho às silagens de capim-elefante cv. BRS Capiáçu, as silagens superaram o limite mínimo de 25% de MS para redução das perdas fermentativas.

Os teores estimados de MS das silagens nos diferentes níveis de inclusão do algodão-de-seda estão dentro dos parâmetros reportados na literatura como adequados para uma boa fermentação. De acordo com Kung Junior et al. (2018), para uma adequada fermentação da silagem, o teor de MS da forrageira deve situar entre 25 a 35%, valores próximos aos reportados por Jobim e Nussio (2013), entre 28 e 40%.

Ao avaliar a composição bromatológica da silagem do capim-elefante BRS Capiáçu aos 110 dias de idades de corte, Pereira et al. (2016) verificaram 20,4% de MS, ou seja, teor de umidade elevado, o que representa um obstáculo a um bom processo fermentativo, fato não observado nos resultados do presente trabalho, tendo em vista o valor encontrado de 30,84% de MS na silagem exclusiva do BRS Capiáçu, colhido aos 120 dias. Tal fato denota, desse modo, que fatores de fertilidade do solo e condições climáticas, como temperatura e pluviosidade, podem acelerar o crescimento da planta e determinar variações nos teores de matéria seca em função da idade de colheita, em regiões ou épocas distintas.

De fato, Belém et al. (2016), avaliando digestibilidade, fermentação e características microbiológicas de silagem de *C. procerá* com diferentes quantidades de bagaço de uva, observaram que o algodão-de-seda *in natura* contribui para a redução do teor de matéria seca na silagem mista, sendo que a silagem exclusiva de *C. procerá* apresentou teor de MS de 22,7%.

Por vezes, a inclusão de alimentos alternativos em silagens de forrageiras comumente utilizadas na alimentação de ruminantes, pode influenciar negativamente no teor de MS da mistura. Bonfá et al. (2017), avaliando diferentes níveis de inclusão (0 a 50%)

da casca de abacaxi à silagem de capim-elefante, observaram redução do teor de MS, com valores de 33,33 a 21,91%, para os tratamentos com menor e maior nível de inclusão desse coproduto, respectivamente.

No entanto, a utilização de aditivos pode ser uma alternativa para controlar a redução do teor de matéria seca de silagens mistas, desde que essa mistura de volumosos implique em ganhos no valor nutricional do material ensilado e que seja economicamente viável para o produtor, possibilitando a ensilagem de materiais impossíveis de serem ensilados de forma exclusiva, e garantindo alimentação volumosa suplementar para épocas críticas do ano, como o período de estiagens, por exemplo.

Não sendo factível o uso de aditivos com intuito de aumentar o teor de matéria seca da silagem mista de algodão-de-seda, o pré-emurchecimento do capim-elefante BRS Capiaçú se constitui em medida auxiliar a ser considerada, podendo contribuir na obtenção de teores adequados de MS (Ribas et al., 2021). Nesse sentido, Oliveira et al. (2017), avaliando silagens de capim-elefante, sem e com pré-emurchecimento, e com e sem inclusão de farelo de mandioca, demonstraram que o pré-emurchecimento eleva a MS da silagem.

A inclusão do algodão-de-seda à silagem de capim-elefante cv. BRS Capiaçú não influenciou no potencial hidrogeniônico (pH) das silagens, apresentando valor médio de 3,87 (Tabela 2). O pH é um dos fatores fundamentais para caracterizar a conservação do produto ensilado. Em geral, na literatura têm-se atribuído valores de pH entre 3,8 a 4,2 como adequados às silagens bem conservadas, uma vez que esse intervalo restringe a ação de enzimas proteolíticas da planta, de enterobactérias e clostrídios, promotores dos processos de deterioração das silagens (McDonald et al. 1991). Tendo como base esse parâmetro, percebe-se, *a priori*, que na amplitude de inclusão avaliada de algodão-de-seda (0 a 60%), as silagens mistas dessa planta com o BRS Capiaçú apresentam valores adequados de pH.

Levando-se em consideração o valor médio do pH de 3,87, associado aos conteúdos estimados de MS de 31,81 e 27,02%, na silagem exclusiva de BRS Capiaçú e silagem com algodão-de-seda, substituindo 60% do BRS Capiaçú, respectivamente, nota-se que dentro da amplitude de níveis de inclusão do algodão-de-seda avaliada nesse estudo, obtém-se silagens de boa qualidade, baseado na proposta de qualificação de silagens proposta por Tomich et al. (2003).

A inclusão do algodão-de-seda na silagem de Capiaçú não influenciou nas perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE) e na recuperação de matéria seca (RMS) das silagens

avaliadas (Tabela 2), com médias observadas de 1,42% da MS, 11,55 kg t<sup>-1</sup> de MN e 97,36%, respectivamente. Esses resultados denotam que a inclusão de 10% de fubá de milho às silagens, base matéria natural, aliada ao teor de matéria seca do BRS Capiacu, bem como a pré-secagem do algodão-de-seda por 48 horas, foram imprescindíveis para garantir uma fermentação adequada nos diversos tratamentos avaliados. Adicionalmente, pode-se também atribuir o efeito fungistático apresentado pelo algodão-de-seda (Lima et al., 2006) como fator adicional importante na preservação das características originais do material ensilado. De acordo com Muck et al. (1992), a existência de fungos na silagem é indesejável, em razão da ação direta desses microrganismos na degradação do açúcar e ácido láctico pela via normal da respiração.

Belém et al. (2016) encontraram valor de perdas por gases equivalentes a 5,35% da matéria seca ensilada em material exclusivo de algodão-de-seda. No presente estudo, no maior nível de inclusão (60%) de algodão-de-seda à silagem do BRS Capiacu, foi observado valor de perda por gases de 1,58% da matéria seca ensilada. Considerando esses resultados contrastantes e levando-se em consideração que no trabalho de Belém et al. (2016), o teor de matéria seca do algodão-de-seda era de 22,70%, próximo ao valor de 22,81% observado no presente estudo, reforça ainda mais a hipótese de que a adição de material que aumente o teor de matéria seca de silagens mistas de algodão-de-seda, bem como a pré-secagem da planta inteira antes da trituração e ensilagem, são práticas recomendáveis para se preservar a qualidade do material ensilado. Lima et al. (2006) observaram que a pré-secagem da silagem de algodão-de-seda por 24 horas implicou em menores valores de fungos toxigênicos, microrganismos associados à degradação do açúcar e ácido láctico pela via normal da respiração.

Belém et al. (2016) reportaram perdas por efluentes equivalentes a 1,53 kg t<sup>-1</sup> de MN em silagem exclusiva de algodão-de-seda, contra um valor médio de 11,55 kg t<sup>-1</sup> de MN observado no presente estudo. A menor participação percentual do algodão-de-seda (máximo de 60%) nas silagens mistas do BRS Capiacu do presente trabalho, comparativamente à silagem exclusiva de algodão-de-seda do trabalho de Belém et al. (2016), podem justificar as menores perdas por efluentes no trabalho desses autores, possivelmente devido à maior ação fungistática em níveis mais elevados de algodão-de-seda no material ensilado. Lima et al. (2006) observaram que os níveis crescentes de algodão-de-seda nas silagens indicaram redução nos níveis de fungos toxigênicos. Os fungos atuam



promovendo a ruptura da parede celular do material ensilado, favorecendo o extravasamento da porção líquida contida no interior da célula vegetal. Nesse sentido, Muck et al., (1992) reportam como indesejável a presença de fungos em silagens, responsáveis pela hidrólise e metabolização da celulose e demais constituintes da parede celular.

Em forrageiras tropicais, de acordo com Kung Júnior et al. (2018), teores de MS inferiores a 25% podem resultar em perdas de nutrientes elevadas, por meio do efluente produzido, prejudicando o valor nutritivo das silagens, uma vez que nos efluentes estão presentes parte dos carboidratos e de proteínas. Salienta-se que no presente trabalho, o menor teor de MS estimado foi de 27,02%, com 60% de inclusão do algodão-de-seda, assegurando, assim, perdas reduzidas por efluentes.

A ausência de efeito da inclusão de algodão-de-seda à silagem de BRS Capiçu está em consonância com os resultados de perdas por gases e perdas por efluentes, que também não foram influenciadas. Pacheco et al. (2013) ressaltaram que a taxa de recuperação de matéria seca (RMS) está diretamente relacionada às perdas por produção de efluentes e gases das silagens, sendo que elevadas perdas nas silagens ocasionam redução na recuperação de matéria seca. Paula et al. (2020), avaliando a composição bromatológica da silagem de capim-elefante BRS Capiçu com inclusão de 0 a 20% de fubá de milho, observaram que a silagem-controle apresentou menor percentual de recuperação de matéria seca, em relação aos demais tratamentos, ocorrendo um aumento de 0,31 pontos percentuais para cada unidade percentual de fubá de milho adicionada à silagem. Com isso, o fubá de milho utilizado em silagens de capim-elefante apresentando elevado teor de umidade, pode elevar o teor de MS das silagens e, conseqüentemente, controlar ou reduzir o índice de perdas das silagens.

Houve efeito linear crescente para o teor de proteína bruta (PB) com o aumento dos níveis de inclusão do algodão-de-seda na silagem de capim-elefante cv. BRS Capiçu (Tabela 3), estimando incremento de, aproximadamente, 0,04 pontos percentuais de PB para cada 1% de inclusão de algodão-de-seda nas silagens. Os teores estimados de PB variaram de 6,74% a 9,39%, nas silagens exclusivas de Capiçu e com inclusão de 60% de algodão-de-seda, respectivamente, representando um incremento de 39,32%.

Considerando-se que o algodão-de-seda não influenciou nos parâmetros qualitativos de perdas por gases e por efluentes, bem como na recuperação da matéria seca, quando adicionado à silagem de BRS Capiçu, pode-se inferir, com base nos resultados relativos ao

teor de proteína bruta das silagens mistas, que a *C. procera* consiste em uma alternativa forrageira viável para incrementar o teor proteico de silagens confeccionadas com volumosos com baixo valor proteico, devendo-se ficar atento quanto ao teor médio de matéria seca da mistura de volumosos. Nesse sentido, Santos et al. (2012) reportaram que a inclusão de 30% de farelo de algaroba (*Prosopis juliflora*) em silagem de capim elefante elevou em 61,8% os teores de PB. Já Garcez et al. (2018) verificaram acréscimo de 56,66% de PB, com inclusão de 24% de vagem de faveleira (*Cnidocolus quercifolius*) em silagem de capim elefante, mostrando, assim, que espécies forrageiras não convencionais podem apresentar potencial para elevar o teor de PB de silagens de capim-elefante.

Com relação aos teores de FDN, verificou-se comportamento linear decrescente ( $P < 0,01$ ), à medida que se adicionou algodão-de-seda à silagem (Tabela 3). Para cada 1% de inclusão de algodão-de-seda às silagens de capim-elefante cv. BRS Capiáçu houve redução no valor de FDN em 0,30 pontos percentuais. Os valores estimados de FDN variaram de 67,96% na silagem exclusiva de capim-elefante cv. BRS Capiáçu, a 49,88% nas silagens com 60% de inclusão do algodão-de-seda, representando redução de 26,60%. O efeito encontrado para essa variável pode ser justificado pelo menor teor de FDN presente no algodão-de-seda em comparação ao capim-elefante BRS-Capiáçu.

De acordo com os resultados obtidos, pode-se estimar com a equação de regressão, que com a inclusão de, aproximadamente, 26 e 43% de algodão-de-seda na silagem do capim-elefante cv. BRS Capiáçu, já é possível obter entre 60 e 55% de FDN, respectivamente, na mistura de volumosos, uma vez que teores de FDN superiores a estes, podem comprometer o consumo do alimento pelo animal.

Os níveis de inclusão do algodão-de-seda reduziram linearmente o teor de FDA das silagens de Capiáçu (Tabela 3), no qual, para cada 1% de inclusão de algodão-de-seda às silagens de capim-elefante cv. BRS Capiáçu, reduziram-se os valores de FDA em 0,23 pontos percentuais. Diante dos valores estimados de FDA, 46,66% na silagem exclusiva de capim-elefante cv. BRS Capiáçu e 32,57% nas silagens com o maior nível de inclusão do algodão-de-seda, observou-se um decréscimo de 30,20% no teor desse componente na matéria seca, resultado esse em consonância com os menores teores de FDA presentes no algodão-de-seda em comparação ao BRS Capiáçu.

Destaca-se que a redução nos teores de FDA e FDN encontrados nas silagens com inclusão do algodão-de-seda é indicativo de melhoria no valor nutritivo e na qualidade das

silagens. Elevadas taxas de FDN podem limitar o consumo de MS da forragem por ruminantes devido às baixas taxas de degradação (NRC, 2001), e altos valores de FDA indicam perdas de qualidade nutricional de silagens (Van Soest, 1994) já que existe uma correlação negativa entre os teores de FDA e a taxa de degradação do alimento, ou seja, com redução nos teores de FDA ocorre aumento da digestibilidade da MS (Berchielli et al., 2011).

Avaliando silagens de capim elefante associada a 0, 20, 40 e 60% de cunha (*Clitoria ternatea*), Oliveira Jr et al. (2018) observaram redução dos teores de FDN de 67,72 para 56,04 %, bem como os teores de FDA de 44,57 a 42,03%, assumindo efeito linear decrescente, corroborando com os resultados obtidos no presente estudo.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram influenciados pela inclusão do algodão-de-seda a silagem de capim-elefante cv BRS. Capiaçú, elevando os teores de NDT em 0,18 pontos percentuais para cada 1% de inclusão (Tabela 3). Os teores estimados de NDT variaram de 52,55% a 63,53%, considerando as silagens exclusivas de Capiaçú e aquelas com inclusão de 60% de algodão-de-seda, respectivamente, representando um incremento de 20,89%. Esse resultado pode estar diretamente relacionado aos teores de fibra em detergente ácido (FDA) obtidos, uma vez que a estimativa dos nutrientes digestíveis totais das silagens foi obtida por uma equação baseada nos teores desse constituinte nos volumosos.

A relação entre o teor de NDT e de PB, de 6,76, considerando os valores de 64,05 e 9,47%, respectivamente, observados na silagem mista contendo 60% de inclusão do algodão-de-seda, denota uma relação nutricional que se aproxima da relação de 5,91, resultante da razão entre os teores de NDT e PB, de 59,02% e 9,97%, respectivamente, necessários para um novilho mestiço castrado de 400 kg de peso corporal, em confinamento e com ganho diário de peso corporal de 0,50 kg, constantes no manual de exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados - BR Corte 2016 (Valadares Filho et al., 2021). Tal observação demonstra que a inclusão do algodão-de-seda à silagem do BRS Capiaçú, além de aumentar o teor de proteína bruta na silagem mista, também possui um balanceamento de NDT e PB mais próximo das recomendações nutricionais para bovinos de corte em confinamento.

Foi observado efeito linear decrescente para os teores de celulose nas silagens avaliadas (Tabela 3). Os valores de celulose foram reduzidos em 0,20 pontos percentuais

para cada 1% de incremento do algodão-de-seda as silagens de Capiáçu. De acordo com os valores estimados, houve uma variação de 38,51 a 26,31% do teor de celulose nas silagens exclusivas de capim-elefante cv. BRS Capiáçu e nas silagens com o maior nível de inclusão do algodão-de-seda, respectivamente. O efeito observado para essa variável está diretamente relacionado à redução dos teores da porção fibrosa das silagens, uma vez que a celulose é o principal componente da fração fibrosa dos alimentos e é obtida por diferença do conteúdo fibroso.

Os teores de hemicelulose e de lignina não foram influenciados pela inclusão de diferentes proporções do algodão-de-seda na silagem de capim-elefante BRS Capiáçu (Tabela 3), com média estimada de 19,30 e 7,20%, respectivamente.

Apesar de o teor de lignina do Capiáçu mostrar superioridade de 40%, quando comparado aos teores dessa variável na composição do algodão-de-seda, não foi observado nenhum efeito significativo sobre as silagens, de acordo com as diferentes proporções de inclusão.

Foi observada redução linear da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) (Tabela 3). Os teores encontrados para FDNi reduziram em 0,09 pontos percentuais, para cada 1% de incremento do algodão-de-seda à silagem de capim-elefante cv. BRS Capiáçu. .

A FDNi consiste na porção da parede celular vegetal não digerida ao longo do trato gastrointestinal dos ruminantes, denominada fração "C" no fracionamento de carboidratos (Viana et al. 2012).

Santos et al. (2008), avaliando o valor nutritivo da forragem e de seus componentes morfológicos em pastagens do capim-braquiária (*Urochloa decumbens* Stapf.) diferida, concluíram que maiores períodos de diferimento resultam em pastos de pior valor nutritivo. Os autores justificaram os resultados observados a partir da explicação de que a oxidação parcial dos componentes mortos da planta, realizada por fungos e bactérias no decorrer do período de diferimento, pode elucidar o aumento da FDNi em plantas forrageiras com o avançar da idade, além do fator idade. Esse aumento no teor da fibra indigestível ocorreria em detrimento do teor de fibra digestível. Desse modo, aventa-se a hipótese de que, possivelmente, o capim-elefante BRS Capiáçu apresenta maior suscetibilidade a esses processos oxidativos, comparativamente ao algodão-de-seda, com o transcorrer do tempo em que essas plantas permanecem no campo. Há que se ressaltar que o algodão-de-seda, até então considerada uma planta daninha em pastagens, apresenta características

morfofisiológicas de adaptação à seca melhor que as gramíneas cultivadas, o que pode implicar na sua menor suscetibilidade aos processos de oxidação e consequente concentração da fração indigestível da fibra.

O maior teor de lignina do capim-elefante cv. BRS Capiáçu ( $71,1 \text{ g kg}^{-1}$ ) em comparação ao algodão-de-seda ( $42,2 \text{ g kg}^{-1}$ ) poderia justificar a redução encontrada para a FDNi com aumento dos níveis de inclusão, uma vez que a lignina compõe a fração C dos carboidratos fibrosos. No entanto, não foi observado efeito significativo para o teor de lignina. Com isso, pode-se constatar que o algodão-de-seda favoreceu os índices de degradabilidade das silagens de Capiáçu, diante das estimativas determinadas.

Com relação à cinética ruminal, foi possível observar efeito linear crescente da fração solúvel (“a”) e da taxa de degradação da fração “b” (“c”) com aumento de 0,05 e 0,0005 pontos percentuais, respectivamente, para cada 1% de inclusão do algodão-de-seda à silagem de BRS Capiáçu (Tabela 4). Esses resultados de aumentos observados para fração “a” e “c” podem estar relacionados com a redução dos teores de FDN nas silagens mistas, na medida em que foram incrementados os percentuais de participação do algodão-de-seda na mistura.

Já para a fração “b” e para a degradabilidade potencial (DP), foi observado efeito quadrático (Tabela 4), obtendo pontos mínimos 23,72 e 50,52%, respectivamente, na proporção de inclusão de 45% de algodão-de-seda à silagem de Capiáçu.

O tempo de colonização (TC) reduziu linearmente de acordo com as proporções de inclusão do algodão-de-seda à silagem de Capiáçu (Tabela 4). Para cada 1% de inclusão, foi observado redução de 0,09 pontos percentuais. O tempo de colonização está diretamente relacionado à degradação potencial e efetiva dos alimentos (Silva et al., 2012). Quanto menor a acessibilidade dos microrganismos aos alimentos, maior será a quantidade de componentes de degradação lenta, comprometendo, assim, o suprimento adequado de nutrientes para o metabolismo microbiano, alterando os parâmetros ruminais (Campos et al., 2000).

Na DE em taxa de passagem a 2%, foi possível observar efeito quadrático (Tabela 4), atingindo ponto de mínima de 39,69% quando foram adicionados 15% de algodão-de-seda à silagem de Capiáçu. Já a DE com 5 e 8%, foi influenciada linearmente pelas proporções de inclusão avaliadas, onde, para cada 1% de inclusão do algodão-de-seda à silagem de Capiáçu, observou-se um incremento de 0,11 pontos percentuais para ambas taxas de passagem. Na

proporção de inclusão de 45% do algodão-de-seda na silagem de Capiacu, foi possível observar uma máxima porcentagem da fração indigestível (49,48%) das silagens, apresentando efeito quadrático.

De maneira geral, a inclusão do algodão-de-seda à silagem do capim-elefante BRS Capiacu, nos níveis avaliados, não alterou os parâmetros fermentativos das silagens mistas, tendo em vista os resultados de pH, perdas por gases e efluentes, bem como a recuperação da matéria seca ensilada.

A composição químico-bromatológica das silagens mistas apresentou melhores resultados nos níveis de maior inclusão do algodão-de-seda, elevando os teores de PB e NDT, e reduzindo o teor dos componentes fibrosos (FDN, FDA, celulose), bem como os parâmetros de cinética ruminal.

#### **4.4 CONCLUSÃO**

A inclusão do algodão-de-seda à silagem de Capiacu melhora os indicadores de composição bromatológica e valor nutritivo das silagens, elevando os teores de proteína bruta, reduzindo os componentes da fração fibrosa do alimento e favorecendo os parâmetros de degradabilidade.

#### **4.5 AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001; da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), com auxílio financeiro a projetos de pesquisas e bolsas de produtividade (BIPDT) e de estudos à iniciação científica; do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES) com bolsas de estudo concedidas à iniciação científica.

#### 4.6 REFERÊNCIAS

Agricultural and Food Research Council - AFRC. (1993). *Energy and protein requirements of ruminants*: Common wealth Agricultural Bureaux International. 159p.

Andrade, M.V.M., Silva, D. S., Andrade, A. P., Medeiros, A. N. & Pinto, M. S. C. (2005). Fenologia da *Calotropis procera* Ait R. Br., em função do sistema e da densidade de plantio. *Archivos de Zootecnia*, 54, 631-634.

Andrade, M. V. M., Silva, D. S., Andrade, A.P., Medeiros, A. N., Pimenta Filho, E. C., Cândido, M. J. D. & Pinto, M. S. C. (2008). Produtividade e qualidade da flor-de-seda em diferentes densidades e sistemas de plantio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 37,1-8. doi: [10.1590/S1516-35982008000100001](https://doi.org/10.1590/S1516-35982008000100001)

Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras De Carnes – ABIEC (2020). *Perfil da Pecuária no Brasil*– Relatório Anual.

Belém, C. S., Souza, A. M., Lima, P. R., Carvalho, F. A. L., Queiróz, M. A. A. & Costa, M. M. (2016). Digestibility, fermentation and microbiological characteristics of *Calotropis procera* silage with different quantities of grape pomace. *Ciência e Agrotecnologia*,40, 698-705. doi: [10.1590/1413-70542016406020916](https://doi.org/10.1590/1413-70542016406020916)

Berchielli, T. T., Pires, A. V, Oliveira, S. G., & Funep. (2011). *Nutrição de Ruminantes* (Issue 2th ed.). FUNEP.

Bonfá, C. S., Vilela, S. D. J., Castro, G. H. F., Santos, R. A., Evangelista, A. R., & Neto, O. S. P. (2017).Silagem de capim-elefante adicionada de casca de abacaxi. *Revista Ceres*, 64, 176-182. doi: 10.1590/0034-737X201764020010

Campos, F. P., Bose, M. L. V., Boin, C., Lanna, D. P. D., & Moraes, J. P. G. (2000). Comparação do Sistema de Monitoramento Computadorizado de Digestão *in vitro* com os Métodos *in*

vivo e *in situ*. 2. Uso do Resíduo da Matéria Seca de Forragens. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 29, 531-536. doi: [10.1590/S1516-35982000000200029](https://doi.org/10.1590/S1516-35982000000200029)

Casali, A. O., Detmann, E., Valadares Filho, S. C., Pereira, C., Cunha, M., Detmann, K. S. C., & Paulino, M. F. (2009). Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. *Revista brasileira de Zootecnia*, 38, 130-138. doi: [10.1590/S1516-35982009000100017](https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000100017)

Detmann, E., Souza, M. A., Valadares Filho, S. C., Queiroz, A.C., Berchielli, T. T., Saliba, E. O. S., Cabral, L. S., Pina, D. S., Ladeira, M. M., & Azevedo, J. A. G. (2012). *Métodos para análise de alimentos*. Suprema, Visconde do Rio Branco, MG, Brasil.

Ferreira, D. F. (2014). *SISVAR*: sistema de análise de variância, Versão 5.6, Lavras/ DEX.

Garcez, B. S., Santos, S. M., Machado, F. A., Nicolini, C., Macedo, E. O., & Do Ó, A. O. (2018). Ruminal degradation of elephant grass silages added with faveira pods. *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 40, e39946, 1-7. doi: [10.4025/actascianimsci.v40i1.39946](https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v40i1.39946)

Goes, R. H. T. B., Patussi, R. A., Gandra, J. R., Branco, A. F., Cardoso, T. J. L., Oliveira, M. V. M., Oliveira, R. T. & Souza, C. J. S. (2017). The *Crambe abyssinica* Hochst by products, can be used as a source of non-degradable protein in the rumen? *Bioscience Journal*, 33, 113-120. doi:10.14393/BJ-v33n1a2017-33105

Jobim, C. C., & Nussio, L. G. (2013). Princípios básicos da fermentação na silagem. In: Reis, R. A., Bernardes, T. F., & Siqueira, G. R (Orgs). *Forragicultura – Ciência, tecnologia e gestão de recursos forrageiros*. (p. 649-658). Jaboticabal: Editora FUNEP.

Koppen, W., & Geiger, R. (1928). *Klimate der Erde*. In: *Wall-Map 150 cm x 200 cm*. Vrlag Justus Perthes, Gotha.



Kung Junior, L., Shaver, R. D., Grant, R. J., & Schmidt, R. J. (2018). Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*, 101,4020-4033. doi: [10.3168/jds.2017-13909](https://doi.org/10.3168/jds.2017-13909)

Lima, A. B. de, Silva, A. M. de A., Medeiros, A. N. de, Rodrigues, O. G., Santos, G. J. C., & Santos, J. R. S. (2006). Incidência Fúngica em Silagem de *Calotropis procera* S. W. em Associação a *Leersia hexandra*. *Agropecuária Científica no Semi-árido*,2.

McDonald, P., Henderson, A. R., & Heron, S. (1991). *The biochemistry of silage*. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publications, 340 p.

Melo, M. M., Vaz, A. A., Gonçalves, L. C. & Saturnino, H. M. (2001). Estudo fitoquímico da *Calotropis procera* Ait., sua utilização na alimentação de caprinos: efeitos clínicos e bioquímicos séricos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 2, 15-20.

Monção, F. P., Costa, M. A. M. S., Rigueira, J. P. S., Moura, M. M. A., Rocha Junior, V. R., Mesquita, V. G., Leal, D. B., Maranhão, C. M. A., Albuquerque, C. J. B., & Chamone, M. J. A. (2019). Yield and nutritional value of BRS Capiacu grass at different regrowth ages. *Semina Ciências Agrárias*, 41, 745-755. doi: [10.13140/RG.2.2.20913.53607](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.20913.53607)

Muck, R. E., Spoetra, S. F., & Wikeselaar, P. G. (1992). Effects of carbon dioxide on fermentation and aerobic stability of maize silage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 59, 405-412.

National Research Council – NRC (2001). *Nutrient requirement of dairy cattle*, 7. rev. ed. Washington, DC: National Academy Press.

Neter, J., Wasserman, W., & Kutner, M. H. (1985). *Applied Linear Statistical Models*. Illinois: Richard D. Irwin, 1127p.

Neto K. X. C. R., Júnior, A. P. N., Neto, I. C. C., Paula, P. R. P., & Tavares, V. B. (2020). Inclusão de diferentes níveis de fubá de milho em silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Napier). *Revista eletrônica NutriTime*. 17, 1-7.

Nocek, J. (1988). In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. *Journal of Dairy Science*, 71, 2051-2069. doi: [10.3168/jds.S0022-0302\(88\)79781-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(88)79781-7)

Oliveira Júnior, J. R. B. de. (2018). *Caracterização das silagens de capim elefante associada à cunhã e uso exclusivo em dietas para caprinos*. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Produção Vegetal) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Ciências Agrárias, Petrolina - PE.

Oliveira, A. C., Garcia, R., Pires, A. J. V., Oliveira, H. C., Almeida, V. V. S., Oliveira, U. L. C., & Lima Júnior, D. M. (2017). Elephant grass silages with or without wilting, with cassava meal in silage production. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 18, 417-429. doi: [10.1590/s1519-99402017000300002](https://doi.org/10.1590/s1519-99402017000300002)

Orskov, D. R., & McDonald, I. (1979). The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, 92, 499-503.

Pacheco, W. F., Carneiro, M. S. S., Edvan, R. L., Arruda, C. L., Carmo, A. B. R., & Sousa, D. L. (2013). Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante com níveis crescentes de feno de gliricídia. *Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 7, 69-75. doi: [10.21708/avb.2014.8.3.3289](https://doi.org/10.21708/avb.2014.8.3.3289)

Paula, P. R. P., Júnior, A. P. N., Souza, W. L., Abreu, M. J. I., Teixeira, R. M. A., Cappelle, E. R., & Tavares, V. B. (2020). Composição bromatológica da silagem de capim- elefante BRS Capiacu com inclusão fubá de milho. *PUBVET*, 14, 1-11. doi: [10.31533/pubvet.v14n10a682.1-11](https://doi.org/10.31533/pubvet.v14n10a682.1-11)

Pereira, A. V., Ledo, F. J. da S., Morenz, M. J. F., Leite, J. L. B., Brighenti, A. M., Martins, C. E., & Machado, J. C. (2016). *BRS Capiaçú*: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 79).

Pereira, V. L. A., Silva, V. M., Silva, M. C. et al. (2015). Consumo voluntário do feno de Algodão de seda (*Calotropis procera* Ait. R. Br.) fornecido a caprinos no Semiárido de Pernambuco. *X Congresso Nordestino de Produção animal*.

Ribas, W. F. G., Monção, F. P., Rocha, V. R., Maranhão, C. M. A., Ferreira, H.C., Santos, A. S., Gomes, V. M. & Rigueira, J. P. S. (2021). Effect of wilting time and enzymatic-bacterial inoculant on the fermentative profile, aerobic stability, and nutritional value of BRS capiaçu grass silage. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.50:e20200207. doi: [10.37496/rbz5020200207](https://doi.org/10.37496/rbz5020200207)

Santos, M. E., Fonseca, D., Euclides, V., Ribeiro Júnior, J. I., Balbino, E. M., & Casagrande, D. (2008). Valor nutritivo da forragem e de seus componentes morfológicos em pastagens de *Brachiaria decumbens* diferida. *Boletim de Indústria Animal*, 65, 303-311

Santos, S., Santos-Cruz, C. L., Rocha, J. B., Pires, A. J. V., Santos, Í. P. A., Lima, T. R. & Junqueira, R. S. (2012). Degradação ruminal da silagem de capim elefante com diferentes componentes de algaroba triturada. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13, 123-136.

SAS Institute. (2008). *SAS / STAT 92 Guia do usuário*. Cary, NC, EUA: SAS Institute, Inc.

Schmidt, P. (2006). *Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar Piracicaba*. Universidade de São Paulo, 228p. Tese (Doutorado em Agronomia). USP. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.

Silva, C. F. P. G., Figueiredo, M. P., Pedreira, M. S., Bernardino, F. S., Farias, D. H., & Azêvedo, J. A. G. (2012). Cinética e parâmetros de fermentação ruminal *in vitro* de silagens de parte

aérea e raízes de mandioca. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 64, 1639-1648. doi: [10.1590/S0102-09352012000600033](https://doi.org/10.1590/S0102-09352012000600033)

Tomich, T. R., Pereira, L. G. R., Gonçalves, L. C., Tomich, R. G. P., & Borges, I.. (2003). *Características para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação*. Corumbá: Embrapa Pantanal, 20p.

Undersander, D., Mertens, D. R., & Thiex, N. (1993). *Forage analyses procedures*. Omaha: National Forage Testing Association.

Valadares Filho, S. C., Costa e Silva, L. F., & Lopes, S. A., BR-Corte 3.0. (2021). *Cálculo de exigências nutricionais, formulação de dietas e predição de desempenho de zebuínos puros e cruzados*. Disponível em: [www.brcorte.com.br](http://www.brcorte.com.br).

Van Soest, P. J. (1994) *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca: Comstock Public. Association, p. 476.

Viana, P. T., Pires, A. J. V., Oliveira, L. B., Carvalho, G. G. P., Ribeiro, L. S. O., Chagas, D. M. T., Filho, C. S. N., & Carvalho, A. O. (2012). Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41, 292-297. doi: [10.1590/S1516-35982012000200009](https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000200009)

Wilson, R. F. & Wilkins, R. J. (1972). The ensilage of autumn-sown rye. *Journal British Grassland Society*, 27,35-41.

## 4.7 TABELAS

**Tabela 1.** Composição químico-bromatológica do algodão-de-seda, do capim BRS Capiçu e das misturas relativas aos respectivos tratamentos experimentais, imediatamente antes da ensilagem.

| Item (% MS)                | Algodão-de-seda | BRS-Capiçu | Fubá de milho <sup>1</sup> |
|----------------------------|-----------------|------------|----------------------------|
| Matéria seca               | 22,81           | 27,92      | 87,96                      |
| Cinzas                     | 7,94            | 7,93       | 1,64                       |
| Proteína bruta             | 8,89            | 6,90       | 9,01                       |
| Fibra em detergente neutro | 38,92           | 72,46      | 13,05                      |
| Fibra em detergente ácido  | 33,89           | 49,05      | ---                        |
| Lignina                    | 4,22            | 7,11       | 1,21                       |

<sup>1</sup>Valadares Filho et al. (2016)

**Tabela 2.** Valores médios observados de matéria seca (MS), potencial hidrogeniônico (pH), perdas por gases (PG) e efluentes (PE) e recuperação da matéria seca (RMS) da silagem de BRS-Capiaçu em função de diferentes proporções de inclusão do algodão-de-seda.

| Item                      | Níveis de inclusão do algodão-de-seda (%) |       |       |       |       | CV (%) | P-valor |      |
|---------------------------|---|-------|-------|-------|-------|--------|---------|------|
|                           | 0   | 15    | 30    | 45    | 60    |        | Linear  | Quad |
| MS (%) <sup>1</sup>       | 30,84                                     | 29,89 | 28,44 | 28,71 | 26,69 | 4,18   | <0,01   | 0,86 |
| pH                        | 3,98                                      | 3,86  | 3,75  | 3,83  | 3,94  | 3,23   | 0,04    | 0,01 |
| PG(% MS)                  | 1,04                                      | 1,52  | 1,24  | 1,74  | 1,58  | 28,69  | 0,06    | 0,52 |
| PE(kg t <sup>-1</sup> MN) | 8,97                                      | 15,13 | 13,68 | 10,49 | 9,50  | 48,28  | 0,69    | 0,14 |
| RMS (%)                   | 98,21                                     | 96,54 | 96,92 | 97,44 | 97,69 | 1,19   | 0,94    | 0,08 |

CV- Coeficiente de variação; MN – Matéria Natural; P-probabilidade; Equações:  ${}^1\hat{Y}=30,8150-0,0632*X$ ,  $R^2=0,91$ ; \*significativo pelo teste de t a 5% de probabilidade.

**Tabela 3.** Composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante cv. BRS Capiaçú com diferentes proporções de inclusão do algodão-de-seda (*Calotropis procera*).

| Item (%)   | Níveis de inclusão do algodão-de-seda (%) |       |       |       |       | CV(%) | P-valor |      |
|--|---|-------|-------|-------|-------|-------|---------|------|
|  | 0   | 15    | 30    | 45    | 60    |       | Linear  | Quad |
| Proteína Bruta <sup>1</sup>                          | 6,82                                      | 7,12  | 8,49  | 8,44  | 9,47  | 8,21  | <0,01   | 0,97 |
| Fibra em detergente neutro <sup>2</sup>              | 67,99                                     | 64,10 | 58,43 | 53,28 | 50,80 | 12,31 | <0,01   | 0,80 |
| Fibra em detergente ácido <sup>3</sup>               | 45,95                                     | 43,37 | 40,59 | 36,27 | 31,89 | 11,89 | <0,01   | 0,56 |
| Nutrientes digestíveis totais <sup>4</sup>           | 53,10                                     | 55,11 | 57,27 | 60,64 | 64,05 | 6,32  | <0,01   | 0,56 |
| Celulose <sup>5</sup>                                | 37,69                                     | 35,82 | 34,21 | 27,87 | 26,42 | 11,34 | <0,01   | 0,57 |
| Hemicelulose   | 22,03                                     | 20,73 | 17,84 | 17,01 | 18,91 | 23,09 | 0,17    | 0,32 |
| Lignina  | 8,25                                      | 7,55  | 6,37  | 8,39  | 5,46  | 25,38 | 0,12    | 0,71 |
| Fibra em detergente neutro indigestível <sup>6</sup> | 26,54                                     | 23,36 | 23,09 | 22,60 | 20,12 | 6,90  | <0,01   | 0,70 |

CV - coeficiente de variação; Equações: <sup>1</sup> $\hat{Y}=6,7430+0,0442*X$ ,  $R^2= 0,92$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y}=67,9635-0,3013*X$ ,  $R^2= 0,98$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y}=46,6635-0,2348*X$ ,  $R^2= 0,98$ ; <sup>4</sup> $\hat{Y}=52,5495+0,1859*X$ ,  $R^2=0,98$ ; <sup>5</sup> $\hat{Y}=38,5070-0,2032*X$ ,  $R^2=0,93$ ; <sup>6</sup> $\hat{Y}=25,8635-0,0906*X$ ,  $R^2=0,88$ , significativo pelo teste de t a 5% de probabilidade.

**Tabela 4.** Parâmetros cinéticos da degradação *in situ* da matéria seca (MS) da silagem de capim-elefante cv. BRS Capiaçú com diferentes proporções de inclusão do algodão-de-seda (*Calotropis procera*).

| Item  | Níveis de inclusão do algodão-de-seda (%) |       |       |       |       | CV(%) | P-valor |       |
|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
|   | 0   | 15    | 30    | 45    | 60    |       | Linear  | Quad  |
| Fração solúvel (a), em % <sup>1</sup>                   | 24,24                                     | 24,85 | 26,00 | 26,89 | 27,60 | 4,23  | <0,01   | 0,98  |
| Fração potencialmente degradável (b), em % <sup>2</sup> | 49,07                                     | 27,88 | 26,92 | 27,34 | 25,53 | 14,26 | 0,00    | <0,01 |
| Taxa de degradação da fração b (c), em %/h <sup>3</sup> | 1,00                                      | 2,00  | 2,00  | 3,00  | 5,00  | 21,36 | <0,01   | 0,11  |
| TC, hora <sup>4</sup>                                   | 11,59                                     | 13,67 | 12,05 | 9,48  | 6,41  | 24,44 | <0,01   | 0,03  |
| DP, % <sup>5</sup>                                      | 73,30                                     | 52,73 | 52,91 | 54,23 | 53,14 | 7,82  | 0,00    | <0,01 |
| DE, k=2% <sup>6</sup>                                   | 42,60                                     | 37,95 | 40,17 | 42,96 | 45,44 | 4,98  | 0,00    | <0,01 |
| DE, k=5% <sup>7</sup>                                   | 33,71                                     | 32,22 | 34,39 | 36,83 | 39,88 | 4,01  | <0,01   | 0,00  |
| DE, k=8% <sup>8</sup>                                   | 30,52                                     | 29,99 | 31,97 | 34,09 | 36,97 | 3,57  | <0,01   | 0,00  |
| FI, % <sup>9</sup>                                      | 26,70                                     | 47,27 | 47,08 | 45,77 | 46,86 | 10,47 | 0,00    | <0,01 |

CV - coeficiente de variação; c – taxa de degradação da fração b; TC – tempo de colonização; DP- degradabilidade potencial; DE – degradabilidade efetiva; FI – fração indigestível. Equações: <sup>1</sup> $\hat{Y}=24,16+0,0584*X$ ,  $R^2= 0,99$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y}=46,60-1,08*X+0,0127*X^2$ ,  $R^2= 0,86$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y}=0,009+0,0005*X$ ,  $R^2= 0,89$ ; <sup>4</sup> $\hat{Y}=13,55-0,0969*X$ ,  $R^2=0,67$ ; <sup>5</sup> $\hat{Y}=70,75-1,02*X+0,0127*X^2$ ,  $R^2=0,82$ ; <sup>6</sup> $\hat{Y}=41,80-0,21*X+0,0047*X^2$ ,  $R^2=0,82$ ; <sup>7</sup> $\hat{Y}=32,02+0,1129*X$ ,  $R^2=0,79$ ; <sup>8</sup> $\hat{Y}=29,37+0,1119*X$ ,  $R^2=0,87$ ; <sup>9</sup> $\hat{Y}=29,24+1,02*X-0,0127*X^2$ ,  $R^2=0,82$ ; \*significativo pelo teste de “t” a 5% de probabilidade.



## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O algodão-de-seda é um volumoso que pode ser estrategicamente utilizado na nutrição de ruminantes, especialmente em sistemas de produção inseridos nas regiões semiáridas, onde a produção de MS para a alimentação dos animais, em quantidade e qualidade, fica comprometida em determinado período do ano.