



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

Avaliação de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) de diferentes portes em monocultivo ou consorciado com cunhã (*Clitoria ternatea* L.)

MAIKON FIGUEREDO LEMOS

RECIFE
2020

MAIKON FIGUEREDO LEMOS

Avaliação de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) de diferentes portes em monocultivo ou consorciado com cunhã (*Clitoria ternatea* L.)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello

Coorientadores: Prof^a. Dr^a Adriana Guim

Prof. Dr. Márcio Vieira da Cunha

RECIFE
2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M218a LEMOS, MAIKON FIGUEREDO
Avaliação de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) de diferentes portes em monocultivo ou consorciado com cunhã (*Clitoria ternatea* L.) / MAIKON FIGUEREDO LEMOS. - 2020.
51 f. : il.
- Orientador:
Alexandre Carneiro
Leao de Mello.
Coorientadora:
Adriana Guim.
Inclui referências e apêndice(s).
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, 2020.
1. Digestibilidade. 2. Estabilidade aeróbica. 3. Genótipos. 4. Interação. I. Mello, Alexandre Carneiro Leao de, orient. II. Guim, Adriana, coorient. III. Título
-

MAIKON FIGUEREDO LEMOS

Avaliação de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) de diferentes portes em monocultivo ou consorciado com cunhã (*Clitoria ternatea* L.)

Comissão Examinadora:

Orientador:

Prof. Dr. Alexandre Carneiro Leão de Mello
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Examinadores:

Prof. Dr. Valdson José da Silva
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Prof.^a Dr.^a Mércia Virginia Ferreira dos Santos
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

RECIFE – PE

FEVEREIRO - 2020

BIOGRAFIA

MAIKON FIGUEREDO LEMOS, filho de Otaniel Lemos da Silva e Neuranice de Jesus Figueredo, nasceu em 28 de outubro de 1992, na cidade de Canarana, Bahia. Em abril 2010 iniciou o Curso de Técnico em Agropecuária na Escola de Agricultura de Irecê, na Cidade de Irecê. Em abril 2012 iniciou o Curso Engenharia Agrônômica, na universidade do Estado da Bahia, no Campus IX, Barreiras, Bahia, onde exerceu atividades de pesquisa e iniciação científica, por meio do programa PIBIC/CNPq, nas áreas de Forragicultura e Nutrição Animal. Ministrou disciplinas de zootecnia geral, bovinocultura, suinocultura, caprinocultura e forragicultura nos cursos técnicos em agropecuária no CETEP-Barreiras e na EFA-ANGICAL, ambas na Bahia, assim concluído a graduação em janeiro de 2018. Em março do mesmo ano ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, na área de concentração em Forragicultura, sob a orientação do Prof. Alexandre Carneiro Leão de Mello.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me guiado e dado sabedoria até chegar a mais uma de muitas conquistas.

À minha família: meus pais Otaniel Lemos e Neuranice Figueredo, por todo apoio, incentivo e compreensão; ao meu irmão Romário Lemos, por todo apoio durante momentos difíceis da minha vida. Amo muito todos vocês!

Ao prof. Dr. Alexandre Mello, pela orientação, ensinamentos, paciência e críticas durante esse tempo. Obrigado pelo apoio e confiança.

Aos professores Márcio Vieira e Adriana Guim, meus coorientadores, Mércia Virginia, Marcelo de Andrade, Ricardo Gallo e ao querido professor Mário de Andrade Lira (*in memoriam*), muito obrigado por todos os ensinamentos.

À Estação Experimental de Cana-de-açúcar de Carpina-EECAC; ao Dr. Djalma Simões, por todo apoio; a Evanilson, pelo apoio e ajuda no campo; aos trabalhadores do campo, por toda ajuda prestada na execução do experimento.

À minha namorada e amiga de todas as horas, Camila Oliveira Santos, por todo amor, carinho, dedicação, companheirismo e paciência durante momentos difíceis e também por toda ajuda e apoio durante meu trabalho, mesmo à distância.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela realização do curso de mestrado, o qual tive a oportunidade de participar.

Aos meus grandes amigos, Pedro Mouzinho e Aurielle Medeiros, pela amizade, ajuda, apoio e companheirismo durante todo esse tempo.

Ao meu companheiro de experimento, Pedro Henrique, grande colaborador e amigo nesta pesquisa.

Aos amigos do grupo de pesquisa em Forragicultura do Departamento de Zootecnia: Lucas Avelar, Diana Valadares, Géssica Solana, Daiane Camelo, Chrislanne Barreira, Toni, Suellen e a todos que, de alguma forma, contribuíram direta ou indiretamente com meu trabalho.

Aos amigos do laboratório de ruminantes João Victor, Salmo, Rodrigo, Thalita Poliana e Elayne, e aos demais que ajudaram de alguma maneira.

Ao apoio moral e amizade de Seu Pedro, Edson e Cícero dos Pintos.

Ao meu estimado amigo e professor Marcos Antônio Vanderlei, por todo apoio e incentivo, mesmo à distância.

Aos meus amigos de sempre Grazyele Santana, Caio Felipe, Humberto Costa, Marcio Andrade, José Augusto (GUTA) e a todos que contribuíram nesta etapa do mestrado.

Muito obrigado a todos.

“Sorrir é a melhor maneira de se lidar com situações difíceis”.

Uzumaki Naruto

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
Referências bibliográficas.....	12
CAPÍTULO - Referencial teórico.....	14
1.1 Capim-elefante	15
1.2 Cunhã (<i>Clitoria ternatea</i> L.)	17
1.3 Consorciação gramíneas x leguminosas.....	18
1.4 Ensilagem de gramíneas tropicais	20
Referências bibliográficas.....	23
CAPITULO II - Avaliação de silagens de capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.) de diferentes portes em monocultivo ou consorciado com cunhã (<i>Clitoria ternatea</i> L.).....	Err
o! Indicador não definido.	
Resumo.....	28
Abstract	29
Introdução	30
Material e métodos.....	31
Resultados e discussão	35
Conclusões	45
Referências bibliográficas.....	46

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1. Proporções de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e cunhã (*Clitoria ternatea* L.) nos cultivos consorciados entre os genótipos e a leguminosa.....32
- TABELA 2. Composição química dos genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e da cunhã (*Clitoria ternatea* L.) antes da ensilagem.....34
- TABELA 3. Valores de perdas por efluentes, perdas por gases e recuperação da matéria seca das silagens de capim-elefante de diferentes portes sob monocultivo e consorciado com cunhã, Carpina-PE.....36
- TABELA 4. Proteína bruta (PB), material mineral (MM), matéria orgânica (MO), nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e Nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens de capim-elefante de diferentes portes sob monocultivo e consorciado com cunhã; Carpina-PE.....41
- TABELA 5. Fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), Hemicelulose (HM), lignina, proteína em detergente neutro (PIDN) e proteína em detergente ácido (PIDA) de silagens de capim-elefante de diferentes portes, em monocultivo e consorciado com cunhã, Carpina-PE.....43
- TABELA 6. Digestibilidade in vitro da matéria seca das silagens de capim-elefante de diferentes portes sob monocultivo e consorciado com cunhã, Carpina-PE.....44

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. Valores do coeficiente de fermentação (CF) das silagens de capim-elefante de diferentes portes sob monocultivo e consorciado com cunhã; Carpina-PE.....37
- FIGURA 2. Valores de carboidratos solúveis em água (mg/g) antes (A) de ensilagem e depois (residual) das silagens (B) de capim-elefante de diferentes portes sob monocultivo e consorciado com cunhã; Carpina-PE.....38
- FIGURA 3. Valores de carboidratos solúveis em água (mg/g) das silagens de capim-elefante de diferentes portes sob monocultivo e consorciado com cunhã; Carpina-PE.....39
- FIGURA 4. Teores de matéria seca (g/kg matéria verde) das silagens de capim-elefante de diferentes portes sob monocultivo e consorciado com cunhã; Carpina-PE.....40
- FIGURA 5. Temperatura de silagens de capim-elefante de diferentes portes sob monocultivo e consorciado com cunhã; Carpina-PE.....45

INTRODUÇÃO

1 A principal estratégia para o aumento da produção na pecuária passa pela
2 exploração de espécies forrageiras de alto potencial produtivo e que sejam adaptadas
3 às condições locais, tanto edafoclimáticas, como ao manejo de utilização (MUIA
4 et al., 2001; TESSEMA et al., 2002; KAHINDI et al., 2007).

5 Dentre a espécies forrageiras, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)
6 apresenta-se como importante planta a ser explorada, dada sua elevada adaptabilidade às
7 diversas condições brasileiras, valor nutricional satisfatório e, sobretudo, pela sua
8 elevada capacidade produtiva (QUEIROZ FILHO et al., 2000; MUIA et al., 2001;
9 TESSEMA; BAARS, 2004). Essa forrageira apresenta potencial para ser utilizado tanto
10 para corte como para pastejo, sendo cultivada em quase todas as regiões tropicais e
11 subtropicais do mundo, devido, além de outros fatores, à aceitabilidade pelos animais,
12 vigor e persistência (POMPEU et al., 2006).

13 Apesar de o capim-elefante apresentar variabilidade quanto ao porte (genótipos
14 de portes alto e baixo), na maioria das vezes exploram-se clones de porte alto em
15 capineiras. Entretanto, algumas pesquisas (SILVA et al., 2011; CUNHA et al., 2013)
16 vêm analisando genótipos de porte baixo, devido à maior relação folha/colmo, o que
17 pressupõe valor nutritivo e digestibilidade mais elevados. Segundo Silva et al. (2010), o
18 capim-elefante é utilizado tanto na forma de pastejo como na forma de capineira para
19 corte e também para confecção de silagem. Segundo Bernardes et al. (2012), o capim-
20 elefante ocupa a terceira posição no Brasil na utilização na fabricação de silagem
21 ficando atrás apenas do milho e do sorgo..

22 Dada a importância de utilização de capim-elefante, a sua utilização de maneira
23 conservada a uma necessidade de obter um manejo correto e buscar alternativas para
24 melhorar o material em seu processo de conservação, proporciona a obtenção de
25 alimento de qualidade, isso porque, no momento ideal de colheita, o capim-elefante
26 geralmente está com teores baixos de matéria seca e carboidratos solúveis (ANDRADE
27 et al., 2011). Existem algumas alternativas para se obter silagens de boa qualidade,
28 como o uso de aditivos, emurchecimento e consórcios (MACHADO et al., 2011).

29 Quando se refere a consórcio, a utilização de leguminosas com gramíneas pode
30 ser uma alternativa de exploração, visando a sustentabilidade das pastagens ou mesmo
31 capineiras formadas (SKONIESKI et al., 2011). Além de possibilitar melhor
32 distribuição de forragem ao longo do ano, a inclusão de leguminosas também possibilita

33 a redução de custos com adubação, pode melhorar o valor nutritivo para os animais, a
34 ciclagem de nutrientes e as condições físicas do solo (ASSMANN et al., 2004).

35 Na utilização em consórcio, a cunhã (*Clitoria ternatea* L.) tem se destacado entre
36 as leguminosas forrageiras tropicais devido à capacidade de adaptação a diferentes
37 climas ao redor do mundo, por tolerar bem períodos de estiagem, por apresentar boa
38 persistência, por manter bom rendimento forrageiro e por seu potencial quantitativo, no
39 que se refere à melhoria da produtividade animal, com custo relativamente menor que o
40 de certas fontes proteicas concentradas, além de sua alta capacidade de fixar nitrogênio
41 (MISTURA et al., 2011).

42 Silva et al. (2018) afirmam que o consórcio entre gramíneas e leguminosas
43 aumenta os valores de matéria seca, assim como seus valores de proteína. No entanto, o
44 seu alto poder tamponante pode interferir no processo de fermentação das silagens.
45 Logo, a avaliação de silagens obtidas desses sistemas de cultivo pode ser relevante para
46 a nutrição e alimentação de ruminantes na Zona da Mata de Pernambuco.

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

- 67 ANDRADE, A. P. et al. Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com
68 fubá de milho e casca de soja. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1209-1218,
69 2012.
- 70
- 71 ASSMANN, A. L. et al. Produção de gado de corte e acúmulo de matéria seca em
72 sistema de integração lavoura-pecuária em presença e ausência de trevo branco e
73 nitrogênio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.33, n.1, p.37-44, 2004.
- 74
- 75 BERNARDES, T. F.; NUSSIO, L. G.; AMARAL, R. C. Top spoilage losses in
76 maize silage sealed with plastic films with different permeabilities to oxygen. **Grass
77 and Forage Science**, v. 67, n. 1, p. 34-42, 2011.
- 78
- 79 CUNHA, M. V. et al. Adaptabilidade e estabilidade da produção de forragem por
80 meio de diferentes metodologias na seleção de clones de *Pennisetum* spp. **Agrária -
81 Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.8, n.4, p.681-686, 2013.
- 82
- 83 KAHINDI, R.K.; ABDULRAZAK, S.A.; MUINGA, R.W. Effect of supplementing
84 Napier grass (*Pennisetum purpureum*) with Madras thorn (*Pithecellobium dulce*) on
85 intake, digestibility and live weight gains of growing goats. **Small Ruminant
86 Research**, v. 69, p. 83–87, 2007.
- 87
- 88 MACHADO, F.S. et al. Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo em
89 diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária.
90 Zootecnia**, v.63, p.1470-1478, 2011.
- 91
- 92 MACHADO, F.S. et al. Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes
93 estádios de maturação. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.64, n.3, p.711-720, 2012.
- 94
- 95 MISTURA, C. et al. Germinação e desenvolvimento de plântulas de cunhã em
96 função da salinidade. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, v.12, n.2, p.306-
97 317, 2011.
- 98
- 99 MUIA, J.M.K.; TAMMINGA, S.; MBUGUA, P.N. Effect of supplementing Napier
100 grass (*Pennisetum purpureum*) with sunflower meal or poultry litter-based
101 concentrates on feed intake, live-weight changes and economics of milk production in
102 Friesian cows. **Livestock Production Science**, v. 67, p. 89–99, 2000.
- 103
- 104 MUIA, J.M.K.; TAMMINGA, S.; MBUGUA, P.N.; KARIUKI, J.N. Rumen
105 degradation and estimation of microbial protein yield and intestinal digestion of
106 Napier grass (*Pennisetum purpureum*) and various concentrates. **Animal Feed
107 Science and Technology**, v. 93, p. 177– 192, 2001.
- 108
- 109 OLIVO, C. J. et al. Produtividade e valor nutritivo de pastos consorciados com
110 diferentes espécies de leguminosas. **Ciência Rural**, v. 42, n. 11, p. 2051-2058, 2012.
- 111
- 112 POMPEU, R. C. F. F. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante
113 (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de subprodutos do processamento de
114 frutas tropicais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 77-83, 2006.

- 115 REIS, R. A.; RODRIGUES, L. R. A. **Valor nutritivo de plantas forrageiras.**
116 Jaboticabal, p. 26. 1993.
- 117 REZENDE, A. V. et al. Efeito da mistura da planta de girassol (*Helianthus annuus*
118 L.), durante a ensilagem do capim elefante (*pennisetum purpureum* Schum.) no valor
119 nutritivo das silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, número 5, p. 1938-
120 1943, 2002.
- 121 SILVA, A.L.C. et al. Variabilidade e herdabilidade de caracteres morfológicos em
122 clones de *Pennisetum* na Zona da Mata de Pernambuco. **Revista Brasileira de**
123 **Zootecnia**, v.39, n.10, p.2132-2140, 2010.
- 124
125 SILVA, M. A. et al. Rendimento forrageiro e valor nutritivo de clones de *Pennisetum*
126 sob corte, na Zona da Mata Seca. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 60, n. 229,
127 p.63-74, 2011.
- 128 SILVA, A. da. et al. Recuperação de pastagem degradada pelo consórcio de milho,
129 *Urochloa brizantha* cv. Marandu e guandu. **Journal of Neotropical Agriculture**,
130 Cassilândia, v. 5, n. 2, p. 39-47, 2018.
- 131 SILVA, S. H. B. D. et al. Uso de descritores morfológicos e herdabilidade de
132 caracteres em clones de capim-elefante de porte baixo. **Revista Brasileira de**
133 **Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.8, p.1451-1459, 2009.
- 134 SKONIESKI, F. R. et al. Composição botânica e estrutural e valor nutritivo de
135 pastagens de azevém consorciadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40,
136 p.550-556, 2011.
- 137
138 TESSEMA, Z.; BAARS, R.M.T. Chemical component, in vitro dry matter
139 digestibility and ruminal degradation of Napier grass (*Pennisetum purpureum* (L.)
140 Schumach) mixed with different levels of *Sesbania sesban* (L.) Merr.). **Animal Feed**
141 **Science and Technology**, v. 117, p. 29–41, 2004.
- 142
143
144

CAPÍTULO I

Referencial Teórico

1.1 Capim-elefante

O capim-elefante é uma gramínea forrageira originária do continente africano, que se difundiu por diversos países, sendo encontrado em regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo (BOGDAN, 1977). Destaca-se na alimentação de ruminantes, dentre as demais gramíneas, sobretudo pelo seu elevado potencial produtivo, valor nutritivo satisfatório e pela aceitabilidade pelos animais (LIMA et al., 2008).

Atualmente, o capim-elefante está difundido por todo o Brasil, com cultivo em todas as regiões. Segundo Tosi et al. (1999), o capim-elefante pode ser utilizado em pastejo direto e capineiras, para o fornecimento de forragem verde, produção de silagem e feno, dependendo do cultivar mais adequado para cada fim e região. Há mais de 140 espécies oriundas do gênero *Pennisetum*. Para capim-elefante, existe um número relativamente grande de cultivares, tanto de porte alto como de porte baixo, sendo os principais: Mineiro, Napier, Cameroon, Taiwan, Roxo de Botucatu e Mott (PEREIRA et al., 2000). Os cultivares de porte baixo ou anão são considerados mais adaptados ao pastejo do que os de porte alto, em função do menor comprimento dos entrenós. As plantas desse grupo apresentam menores alturas (até 1,5 m) e elevada relação folha:colmo (SILVA et al., 2009).

A alta produtividade e a adaptação apresentada pelo capim-elefante às distintas regiões do Brasil são, provavelmente, os principais fatores responsáveis pela grande adoção desta planta forrageira pelos criadores de animais ruminantes no país (SANTOS et al., 2013). Esse elevado potencial produtivo é resultado da combinação de diversos fatores, tais como eficiência de interceptação de luz, eficiência fotossintética, capacidade de rebrotação e perfilhamento, armazenamento de carboidratos de reserva, absorção de nutrientes, dentre outros (DUBEUX et al., 2014). Essa espécie tem sido bastante estudada com o intuito de selecionar genótipos superiores aos atualmente cultivados, adaptados a cada realidade ambiental do país (MELLO et al., 2006). A sua utilização mais frequente ocorre no regime de corte (capineiras), podendo também ser utilizada para ensilagem (VILELA, 2008).

A Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) e o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) iniciaram, em meados dos anos 60, um programa

179 de melhoramento genético do capim-elefante e de seus híbridos com Milheto
180 [*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.], visando obter materiais superiores aos utilizados
181 tradicionalmente no estado de Pernambuco. O programa tem realizado pesquisas em
182 diferentes fases, por meio da introdução e obtenção de novos genótipos por meio de
183 cruzamentos que, em fases posteriores, são avaliados sob corte e pastejo.

184 Nesses trabalhos vêm sendo estudados genótipos de porte alto, como o Elefante
185 B, também denominado de Merker, introduzido no Brasil pela EMBRAPA –
186 CNPGL, bem como o IRI – 381, introduzido em Pernambuco por material de
187 propagação derivado do IRI (*IBEC Research Institute*) e cultivado primeiramente na
188 Estação Experimental de Itambé-PE, os quais já são recomendados para uso como
189 capineira na Zona da Mata de Pernambuco (FREITAS et al., 2009; LIRA et al.,
190 2010). Nesta mesma parceria foram avaliados também genótipos de porte baixo,
191 como o Mott, proveniente dos Estados Unidos e introduzido no Brasil na década de
192 80, e o Taiwan A – 146 2.37, gerado a partir da autofecundação de outros genótipos
193 do grupo Taiwan.

194 Dentre os genótipos já estudados na Zona da Mata de Pernambuco, Silva et
195 al. (2008) destacaram o Taiwan A. 146-2.37 como promissor, já que apresentou
196 características favoráveis como alto perfilhamento. Silva et al. (2009) observaram
197 que o genótipo IRI-381 apresentou produtividade adequada para pastejo de bovinos,
198 também na Zona da Mata de Pernambuco. Outro material importante e utilizado na
199 região é a cultivar Mott, considerada a mais difundida entre o grupo dos capins-
200 elefante anões. As principais características desta cultivar são a alta relação
201 folha:colmo e produtividade de forragem (CUNHA et al., 2007; ARAÚJO et al.,
202 2011).

203 A substituição das forrageiras tradicionais por cultivares melhorados,
204 conduzidos sob manejo adequado, apresenta-se como alternativa viável e de grande
205 potencial para a intensificação da produção animal. Esse processo de intensificação
206 da pecuária passa, necessariamente, pela utilização de alimentos conservados, via
207 ensilagem ou fenação, visando reduzir o déficit alimentar dos animais nos períodos
208 desfavoráveis do ano. Dentre as gramíneas tropicais para a confecção de silagem,
209 Santos et al. (2013) destacam o capim-elefante, em função do alto potencial de
210 produção de matéria seca, com valor nutritivo satisfatório. A elevada produtividade
211 promove redução do custo do quilo de MS produzida, o que se torna um grande
212 atrante da confecção da silagem dessa gramínea (JOBIM et al., 2007).

213 Jobim et al. (2010) verificaram que o custo da silagem de capim foi 60%
214 menor do que silagem de milho, o que compensou a menor produção de leite
215 observada, resultando em rentabilidade semelhante entre os sistemas de produção
216 com silagem de milho e silagem de capim.

217

218 **1.2 Cunhã (*Clitoria ternatea* L.)**

219 A espécie *Clitoria ternatea* L. pertence à família Fabaceae e é distribuída na
220 Ásia tropical, nas ilhas Filipinas e em Madagascar. É uma planta perene,
221 ornamental, de flores azuis ou brancas e, na Índia, é comumente chamada de
222 borboleta (ROUT et al., 2004). Trata-se de uma leguminosa forrageira altamente
223 palatável, geralmente preferida pelos animais, quando comparada a outras
224 leguminosas. Também é utilizada como cobertura do solo e/ou adubo verde.

225 Uma das limitações ao seu estabelecimento, trata-se de problemas de
226 germinação, fato que pode provocar dificuldades no plantio (BOGDAN, 1997). No
227 entanto, a escarificação com areia, água quente, ácido sulfúrico ou hidróxido de
228 sódio tem permitido se alcançar até 80% de germinação (BARROS et al., 2004). É
229 uma planta considerada resistente à seca e apresenta resposta satisfatória à irrigação.
230 Apresenta elevada taxa de rebrota dentre as leguminosas, sendo possível realizar até
231 oito cortes por ano, a intervalos de 45 dias (HUTASOIT et al., 2017). Normalmente
232 recomenda-se sua utilização sob corte, pois, apesar de demonstrar certa resistência e
233 persistência ao pastejo, quando pastejada com alta frequência, apresenta tendência
234 de redução drástica do estande de plantas, em longo prazo. Esta leguminosa é
235 considerada uma das mais precoces e produtivas nas regiões tropicais (ZAKARIA et
236 al., 2018), sendo, portanto, uma excelente alternativa para alimentação de
237 ruminantes nos trópicos.

238 No Brasil, o início do cultivo de cunhã é desconhecido. Inicialmente foi
239 cultivada como cultivo exclusivo, com objetivo de ser utilizada na alimentação de
240 rebanhos em períodos curtos, como banco de proteínas, forragem fresca no cocho ou
241 ainda sob pastejo. Também pode ser semeada com outras plantas forrageiras, nativas
242 ou exóticas, formando consórcios promissores para alimentação animal (DA SILVA
243 et al., 2020).

244 Segundo Barros et al. (2004), a cunhã é uma leguminosa forrageira tropical
245 de raízes profundas, distribuída em toda as zonas tropicais do globo terrestre. É
246 tolerante à seca, podendo se desenvolver em localidade onde o regime pluvial é de

247 apenas 380 mm/ano. Apresenta produtividades variando entre 15.000 e 30.000 kg
248 MS/ha, e chega a alcançar valores de até 1.200 kg N/ha/ano no solo, por meio da
249 fixação do N atmosférico (COLLINS; GRUNDY, 2005).

250 Mistura et al. (2010) relatam que esta espécie se adapta bem a uma grande
251 variedade de tipos de solo (pH 5,5-8,9), incluindo os calcários. Esses autores
252 reportaram a cunhã, entre as leguminosas tropicais, com maior potencial de
253 exploração na região semiárida brasileira, em todas as formas de utilização
254 possíveis. Devido à sua rápida propagação e capacidade de rebrota, apresenta
255 cobertura da superfície do solo mais rápida que outras leguminosas, como exemplo
256 *Arachis pintoii* (MISTURA et al., 2011)

257

258 **1.3 Consorciação gramíneas x leguminosas**

259 As leguminosas forrageiras têm sido a chave do sucesso de sistemas de
260 consorcio de culturas com pastagens, desde o início da história da modernização da
261 agricultura (ANDRADE et al., 2017). Sua inclusão nos pastos tropicais resulta em
262 melhorias quantitativas e qualitativas da produtividade do pasto, advindas da
263 contribuição direta da leguminosa e do incremento da produção da gramínea, além
264 da elevação dos teores de proteína bruta da forragem produzida (OLIVO et al.,
265 2019).

266 A consorciação de gramíneas e leguminosas permite que as primeiras
267 utilizem parte do nitrogênio fixado pelas leguminosas (CALONEGO et al., 2012);
268 entretanto, as vantagens da consorciação de gramíneas e leguminosas dependem de
269 complexos fatores genéticos e ambientais. Entretanto, para se implantar um
270 consórcio é necessário atentar para a escolhas das espécies, pois, segundo Ribeiro et
271 al. (2014), a competição por água, luz e nutrientes entre as plantas trata-se de um
272 dos principais limitantes ao sucesso, desde seu estabelecimento, até sua manutenção
273 e persistência. Consórcios forrageiros constituídos por leguminosas e gramíneas
274 podem ser rentáveis e tecnicamente viáveis como alternativas de exploração de
275 pastagens (ROSENTHAL et al., 2005).

276 Lenzi et al. (2009) concluíram que a composição química e a digestibilidade
277 *in vitro* da forragem no consórcio foram suficientes para atender às necessidades de
278 cordeiros nos períodos quando a taxa de acumulação de forragem é maior.
279 Ribeiro et al. (2014) observaram que o consórcio também favoreceu o crescimento
280 do amendoim forrageiro. O autor afirma que com a utilização de gramíneas com a

281 leguminosa tem um sistema de ajuda mútua, em que a leguminosa tem a capacidade
282 de aporte de nitrogênio e a gramínea age como uma condicionante do solo com
283 raízes profundas, assim permitindo que as ações das raízes da leguminosas cheguem
284 a camadas mais profundas. Os autores também afirmaram que em consórcios em
285 que as leguminosas não fornecem nitrogênio adequadamente às gramíneas, a
286 fertilização nitrogenada não impedirá o desenvolvimento de leguminosas.

287 Em um estudo com consórcios de leguminosas com gramíneas anuais e
288 perenes, Olivo et al. (2009) relataram que a inclusão de leguminosas, como o trevo
289 branco (*Trifolium repens* L.), melhorou o valor nutritivo do pasto. Eles também
290 podem servir como suplementos de proteína para alimentação animal e estimular a
291 ingestão voluntária.

292 Além disso, verifica-se também uma redução da infestação com plantas
293 invasoras, bem como incrementos da atividade biológica do solo, da cobertura
294 morta, da disponibilidade de nitrogênio, fósforo e enxofre, além da eficiência na
295 utilização de nutrientes, luz e água (FORNARA; TILMAN, 2008). Pastagens
296 consorciadas são mais estáveis e produtivas, num mesmo nível de investimento do
297 que pastagens de gramíneas em cultivo exclusivo, devido ao seu maior potencial e
298 eficiência na reciclagem de nutrientes (PAES; SILVA 2016).

299 Nyaata et al. (2002) observaram que a produção do consórcio de gramíneas
300 perenes e *Trifolium repens* foi superior a de gramíneas com adubação nitrogenada,
301 até o nível de 112 kg ha⁻¹ ano⁻¹ de N. Mutegi et al. (1981) estudaram várias
302 leguminosas consorciadas ou não com *Urochloa mosambicensis* em pastagens
303 nativas na Tailândia. A produção da gramínea tendeu a crescer ao longo do período
304 de três anos, enquanto a das leguminosas decresceu substancialmente, resultado da
305 competição com a gramínea. Pesquisas no oriente consorciando leucena [*Leucaena*
306 *leucocephala* (Lam.) de Wit.] com capim-elefante apresentaram produção anual de
307 matéria seca (MS) superior à do consórcio da leucena com o *Panicum maximum*
308 Jacq., bem como da leucena em monocultivo (FERREIRA, 2018).

309 Em consórcio de capim-elefante com amendoim forrageiro ou espécies do
310 gênero *Trifolium*, a presença da leguminosa implicou em melhor valor nutritivo do
311 pasto e menor variação da distribuição de forragem ao longo do ano (DIEHL et al.,
312 2014).

313 Apesar das vantagens apresentadas, a participação de leguminosas nos
314 sistemas de produção pecuária ainda é reduzida. A dificuldade no estabelecimento e

315 a baixa persistência das leguminosas têm sido apontadas como principais causas da
316 sua reduzida representatividade. Levantamento publicado em 2016 apontou apenas
317 2% das áreas de pastagens no Brasil utilizando leguminosas (PAES et al., 2016).
318 Quando se trata de utilização de consórcio para uso sob corte da forragem, esse tipo
319 de utilização facilita o estabelecimento da leguminosa, pois no uso de pastejo direto
320 há uma seletividade dos animais, preferindo, assim, a leguminosa, que com isso
321 tenha uma diminuição. Quando se trata em consórcio para corte, o manejo favorece
322 o sistema, pois a colheita é feita de maneira mais uniforme (HENTZ et al., 2008).

323 A combinação de gramíneas e leguminosas, além de melhorar a
324 palatabilidade e o valor nutritivo da forragem, pode promover aumento significativo
325 na produtividade tanto animal quanto vegetal (OLIVO et al., 2016). Diehl et al.
326 (2013) trabalharam com capim-elefante e três leguminosas azevém (*Lolium*
327 *multiflorum* Lam.), amendoim forrageiro (*Arachis pintoii* Krap. e Greg.) e trevo
328 vermelho (*Trifolium repens* L.), demonstraram maiores valores de massa de
329 forragem e taxa de lotação nos tratamentos com leguminosas.

330 A competição entre plantas no consórcio pode provocar respostas diferentes
331 nas espécies envolvidas (SOARES et al., 2009), isso porque as gramíneas e
332 leguminosas desenvolveram mecanismos de detecção de mudanças ambientais
333 diferentes e complexos, bem como diferentes respostas adaptativas. Portanto, o
334 sucesso da combinação de gramíneas e leguminosas depende da compatibilidade
335 entre as espécies envolvidas (SOARES et al., 2009).

336 No consórcio, um dos principais nutrientes limitantes para a gramínea é o
337 nitrogênio, pois está diretamente envolvido no crescimento e produtividade da
338 massa; entretanto, a utilização de fertilizantes nitrogenados, muitas vezes, pode
339 inviabilizar o sistema produtivo, em virtude de seu alto custo (NASCIMENTO et
340 al., 2015). Nesse sentido, uma alternativa para suprir parte da demanda de nitrogênio
341 dos solos seria a introdução de leguminosas, as quais, além de realizar a fixação
342 biológica do nitrogênio, eleva o valor nutritivo da forragem produzida. Coelho et al.
343 (2007), ao realizarem o consórcio de gramíneas com leguminosas, encontraram
344 maiores rendimentos de forragem, teores de proteína bruta, cálcio e fósforo,
345 demonstrando a eficiência da técnica e suas vantagens contribuintes.

346

347 **1.4 Ensilagem de gramíneas tropicais**

348

349 Denomina-se de silagem a forragem verde armazenada em condições de
350 anaerobiose, produto da fermentação da massa por bactérias produtoras de ácidos
351 orgânicos (GUIM et al., 2002). Segundo Baxter et al. (2015), a ensilagem,
352 juntamente com a fenação, são as duas principais formas de conservar e armazenar
353 forragem, sendo a ensilagem a mais utilizada em todo o mundo. A técnica se mostra
354 vantajosa por permitir o fornecimento de alimento de qualidade durante todo o ano,
355 em especial no período desfavorável à produção de forragem, no qual ocorre o
356 déficit alimentar dos rebanhos. Fazendo uso adequado dessa tecnologia é possível
357 aumentar a lotação das pastagens na época favorável e manter a mesma lotação na
358 época desfavorável, sem que os animais percam peso ou reduzam a produção.

359 Ao longo de todo o processo de ensilagem ocorrem várias fontes de perdas,
360 desde quantitativas, de redução da quantidade de massa, até qualitativas. A
361 quantificação dessas perdas e a busca por técnicas que as minimizem deve ser
362 priorizada, uma vez que as perdas ocorridas são, frequentemente, subestimadas. Em
363 geral, tem havido maior ênfase em relação às perdas associadas ao processo
364 fermentativo, referentes às alterações químico-bromatológicas do material ensilado
365 (GRANT et al., 2018).

366 No caso das gramíneas tropicais, as quais apresentam teores de matéria seca
367 e de carboidratos solúveis abaixo dos níveis ideais para a confecção de uma boa
368 silagem, é comum se observar maiores perdas (SCHERER et al., 2015), quando
369 comparadas às culturas mais tradicionais para confecção de silagem, tais como
370 milho e sorgo. Do ponto de vista técnico, o ambiente produzido por silagens com
371 essas características proporciona o aparecimento de microrganismos inoportunos e
372 fermentações secundárias, além de favorecer perdas excessivas por efluentes e
373 degradação de proteínas. Quando produzido em excesso, o efluente carrega
374 compostos como açúcares, frações nitrogenadas, ácidos orgânicos e minerais, o que
375 reduz o valor nutritivo das silagens, devido à natureza dos produtos perdidos
376 (MUCK, 1994).

377 Segundo Andrade et al. (2012), existem estratégias para melhorar a
378 qualidade e reduzir as perdas da silagem de capim-elefante, tais como a utilização de
379 aditivos, coprodutos ou técnicas que visem melhorar as características já citadas.
380 Muitas são as opções propostas para se contornar os problemas relacionados a
381 umidade excessiva em gramíneas, dentre elas o emurchecimento prévio à ensilagem e
382 o uso de aditivos. Na prática, o emurchecimento da forragem pela exposição ao sol

383 nem sempre é eficiente, sobretudo pelas perdas respiratórias que ocorrem durante a
384 secagem. No caso do capim-elefante, essas perdas são ainda maiores, visto que se trata
385 de uma espécie que apresenta certa dificuldade de perda de água, em função dos seus
386 colmos serem muito desenvolvidos (TOSI et al., 1999). Em se tratando de aditivos,
387 normalmente são utilizados, objetivando o aumento dos teores de matéria seca e de
388 carboidratos solúveis da forragem, resultando em um processo fermentativo mais
389 eficiente e, conseqüentemente, reduzindo as perdas da silagem.

390 Segundo Pereira et al. (2017), objetivando a ensilagem de gramíneas
391 tropicais, é imprescindível a utilização de aditivos. Os autores recomendam a
392 utilização de leguminosas como aditivo, visando aumentar os teores de matéria seca e
393 carboidratos; no entanto, dependendo da leguminosa e da proporção desta na massa,
394 pode o aumento da capacidade tamponante, dificultando, assim, a queda do pH.

395 Monteiro et al. (2011), usando como aditivo leucena em silagens de sorgo e
396 capim-elefante, obtiveram incremento na matéria seca, proteína e na digestibilidade *in*
397 *vitro* da matéria seca. Quando se adiciona a planta inteira de soja como aditivo, a
398 silagem de capim-elefante melhora suas características fermentativas e sua
399 composição química, bem como afirmam Andrade et al. (2012) que, ao adicionarem
400 soja na silagem, percebeu melhoras na sua estabilidade aeróbia.

401
402
403
404
405
406
407
408
409
410
411
412
413
414
415
416

- 418 AGUIRRE, P. F. et al. Valor nutritivo de pastagens de Coastcross-1 em consórcio com
419 diferentes leguminosas de ciclo hibernal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária**
420 **e Zootecnia**, v. 68, n. 1, p. 173-181, 2016.
- 421
- 422 ANDRADE G, F. M. et al. The utilization of tropical legumes to provide nitrogen to
423 pastures: A review. **Afr J Agric Res**, v. 12, n. 2, p. 85-92, 2017.
- 424
- 425 ANDRADE, A. P. et al. Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá
426 de milho e casca de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1209-1218, 2012.
- 427
- 428 ARAÚJO, S. A.C.; VASQUEZ, H. M.; SILVA, J. F.C. Produção de matéria seca e
429 composição bromatológica de genótipos de capim-elefante anão. **Archivos de**
430 **Zootecnia**, v. 60, n. 229, p. 83–91, 2011.
- 431
- 432 BARROS, N. N., ROSSETTI, A. G; DE CARVALHO, R. B. Feno de cunhã (*Clitoria*
433 *ternatea L.*) para acabamento de cordeiros. **Ciência Rural**, v. 34, n. 2, p. 499-504,
434 2004.
- 435
- 436 BAXTER, H. D.; MONTGOMERY, M. J.; OWER, J. R. Comparison of soybean-grain
437 sorghum silage with corn silage for lactating cows. **Journal of Dairy Science**,
438 Syracuse, v. 67. n. 1. p. 88-96. 2014.
- 439
- 440 BOGDAN, A. V. et al. **Tropical pasture and fodder plants**. Longman., 1977.
- 441
- 442 CALONEGO, J. C., GIL, F. C., ROCCO, V. F; DOS SANTOS, E. A. Persistência e
443 liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. **Bioscience Journal**, v.
444 28, n. 5, 2012.
- 445
- 446 COELHO, S. R. D. F. et al. Crescimento, nutrição e fixação biológica de nitrogênio em
447 plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas. **Pesquisa Agropecuária**
448 **Brasileira**, v. 42, n. 6, p. 759-768, 2007.
- 449
- 450 COLLINS, R.; GRUNDY, T. **The butterfly pea book** – a guide to establishing and
451 managing butterfly pea pastures in central Queensland Department of Primary
452 Industries and Fisheries, Queensland. 64 p. 2005.
- 453
- 454 CUNHA, M. V. et al. Genótipos de capim-elefante sob pastejo no período de seca na
455 Zona da Mata de Pernambuco: fatores relacionados à eficiência de pastejo. **Revista**
456 **Brasileira de Zootecnia** 36:291-300. 2007.
- 457
- 458 DA SILVA, P. F. et al. Diets containing cunhã (*Clitoria ternatea L.*) hay and forage
459 cactus (*Opuntia sp.*) meal on production and meat quality of Boer crossbred
460 goat. **Tropical animal health and production**, 2020.
- 461
- 462 DIEHL, M. S. et al. Massa de forragem e valor nutritivo de capim elefante, azevém e
463 espécies de crescimento espontâneo consorciadas com amendoim forrageiro ou trevo
464 vermelho. **Ciência Rural**, v. 44, n. 10, p. 1845-1852, 2014.

- 465 DUBEUX JR, J. C. et al. Isolation of root endophytic bacteria in elephant grass
466 (Pennisetum purpureum) cultivars. **Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales**, v. 2, n.
467 1, p. 40-41, 2014.
- 468
- 469 FERREIRA, R. B. et al. Consórcio de milho crioulo e feijão em sistema de cultivo de
470 base agroecológica e a incidência de artrópodes. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n.
471 1, 2018.
- 472
- 473 FERREIRA, V. L. et al. Capim-elefante ensilado com a planta inteira de soja e
474 fubá. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 7, n. 2, 2017.
- 475
- 476 FORNARA, D. A.; TILMAN, D. Plant functional composition influences rates of soil
477 carbon and nitrogen accumulation. **Journal of Ecology**, v. 96, n. 2, p. 314-322, 2008.
- 478
- 479 FREITAS, E. V. DE et al. Forrageiras: Capim-elefante “IRI-381”. In: GALDINO, A. A.
480 DE S. (Ed.). **Cultivares recomendadas pelo IPA para a Zona da Mata de**
481 **Pernambuco**. 1º ed. Recife: IPA, 2009. p. 150.
- 482
- 483 GRANT, R. J.; FERRARETTO, L. F. Silage review: Silage feeding management:
484 Silage characteristics and dairy cow feeding behavior. **Journal of dairy science**, v. 101,
485 n. 5, p. 4111-4121, 2018.
- 486
- 487 GUIM, A. et al. Estabilidade Aeróbica de Silagens de Capim-elefante (Pennisetum
488 purpureum, Schum) Emurchecido e Tratado com Inoculante Microbiano. **Revista**
489 **Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.2176–2185, 2002.
- 490
- 491 HENTZ, P.; CARVALHO, N. L.; LUZ, L. V.; BARCELLOS, A. L. Ciclagem de
492 nitrogênio em sistemas de integração lavoura-pecuária. **Ciência e Natura**, v. 36, n. 2, p.
493 663-676, 2014.
- 494
- 495 HUTASOIT, R.; SIRAIT, J.; TARIGAN, A.; RATIH, D. H. Evaluation of Four Pasture
496 Legumes Species as Forages and Cover Crops in Oil Palm Plantation. **JITV**, v. 22, p.
497 124–134, 2017.
- 498
- 499 JOBIM, C. C. et al. Qualidade da silagem de grãos de milho com adição de soja crua e
500 parâmetros de digestibilidade parcial e total em bovinos. **Arquivo Brasileiro de**
501 **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 62, n. 1, p. 107-115, 2010.
- 502
- 503 LENZI, A. et al. Produção e qualidade do pasto de coastcross consorciado ou não com
504 amendoim forrageiro com ou sem aplicação de nitrogênio. **Arquivo Brasileiro de**
505 **Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.4, p.918-926, 2009.
- 506
- 507 LIMA, E.S. et al. Composição e digestibilidade *in vitro* de genótipos de capim-elefante,
508 aos 56 dias de rebrota. **Archivos de Zootecnia**, v.57, p.279-282, 2008.
- 509
- 509 LIRA, M.A.; CUNHÃ, M.V.; PEREIRA, A.V. Melhoramento genético do capim-
510 elefante. In: LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; MELLO,
511 A.C.L. (Eds.). **Capim-elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife: IPA/UFRPE, p.31-
512 48. 2010.
- 513
- 514 MONTEIRO, I. J. et al. Silagem de capim-elefante aditivada com produtos

515 alternativos. **Acta Sci., Anim. Sci.**, Maringá , v. 33, n. 4, p. 347-352, Dec. 2011.

516

517 MUTEGI, J.K.; MUGENDI, D.K.; VERCHOT, LV.; KUNG'U, J.B. Combining Napier
518 grass with leguminous shrubs in contour hedgerows controls soil erosion without
519 competing with crops. **Agroforestry Systems**, v. 74, p. 37–49, 2008.

520

521 NASCIMENTO, J. M. D. et al. Grain yield of corn at different population densities and
522 intercropped with forages. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**,
523 v. 19, n. 12, p. 1143-1147, 2015.

524

525 NYAATA, O.Z.; O' NEILL, M.K.; DORWARD, P.T.; KEATINGE, J.D.H. Harvesting
526 strategies for improved mixtures of Calliandra and Napier grass in the central Kenyan
527 highlands. **Journal of Sustainable Agriculture**, v. 19, p. 77–95, 2002.

528 OLIVO, C. J. et al. Produção de forragem e carga animal em pastagens de capim-
529 elefante consorciadas com azevém, espécies de crescimento espontâneo e trevo-branco
530 ou amendoim forrageiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 27-33, 2009.

531 OLIVO, S. L. et al. Pelleted-hay alfalfa feed increases sheep wether weight gain and
532 rumen bacterial richness over loose-hay alfalfa feed. **PloS one**, v. 14, n. 6, p. e0215797,
533 2019.

534 PAES, H, M; DA SILVA, L, E. Pastagens consorciadas como alternativa sustentável na
535 produção de ruminantes. **Atas de Saúde Ambiental-ASA** , v. 3, n. 2, p. 112-118, 2016.

536 PEREIRA, A.V. et al. Variação da qualidade de folhas em capim-elefante (*Pennisetum*
537 *purpureum*) e híbridos de capim-elefante x milho (*P. purpureum* x *P.glaucum*), em
538 função da idade da planta. **Ciência e Agrotecnologia**, v.24, n.2, p.490-499, 2000.

539

540 PEREIRA, A. VANDER; LÉDO, F. J. DA S.; MACHADO, J. C. BRS Kurumi and
541 BRS Capiacu - New elephant grass cultivars for grazing and cut-and-carry system.
542 **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, n. 1, p. 59–62, 2017.

543

544 RIBEIRO, O. L. et al. Perfil Fermentativo de Silagens de Capim Tanzânia Contendo
545 Diferentes Concentrações de Farelo de Algaroba. **Revista Científica de Produção**
546 **Animal**, v. 14, n. 1, p. 39-42, 2014.

547

548 ROSENTHAL, M. et al. Produção de biomassa em consórcio de aveia branca (*Avena*
549 *Sativa* L.) e leguminosas forrageiras. **Current Agricultural Science and Technology**,
550 v. 11, n. 1, 2005.

551

552 ROUT, GYANA R. *Clitoria ternatea* L. **Biol. Lett**, 41(1), 21-26,2004.

553

554 SANTOS, R. J. C. D. et al. Elephant grass clones for silage production. **Scientia**
555 **Agrícola**, v. 70, n. 1, p. 6-11, 2013.

556

557 SCHERER, R., K. GERLACH; K. H. SUDEKUM. Biogenic amines and gamma-amino
558 butyric acid in silages: Formation, occurrence and influence on dry matter intake and
559 ruminant production. **Anim. Feed Sci. Technol.** 210:1–16, 2015.

560 SILVA, M.C. et al. Ensaios preliminares sobre autofecundação e cruzamentos no
561 melhoramento do capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.401-
562 410, 2008.

563

564 SILVA, S.H.B. et al. Uso de descritores morfológicos e herdabilidade de caracteres em
565 clones de Pennisetum sp. de porte baixo. **Revista Brasileira de Zootecnia / Brazilian**
566 **Journal of Animal Science**, v. 38, p. 1451-1459, 2009.

567 SOARES, A. B. et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies
568 forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 6, p.
569 443-451, 2009.

570 TOSI, P. et al. Avaliação do Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Cultivar
571 Taiwan A-148, Ensilado com Diferentes Técnicas de Redução de Umidade. **Revista**
572 **Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.947–954, 1999.

573 TOSI, H.; RODRIGUES, L. R. de A.; JOBIM, C.C. et al. Ensilagem do capim-elefante
574 cv. Mott sob diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.6, p.909-
575 916, 1995.

576

577 VILELA DE REZENDE, A. Uso de diferentes aditivos em silagem de capim-elefante.
578 **Use of different Additive on Elephant Grass Silage**. P 23, 2008.

579 ZAKARIA, N. N. A. et al. In vitro protective effects of an aqueous extract of *Clitoria*
580 *ternatea* L. flower against hydrogen peroxide-induced cytotoxicity and UV-induced
581 mtDNA damage in human keratinocytes. **Phytotherapy Research**, v. 32, n. 6, p. 1064-
582 1072, 2018.

583 .

584

585

586

587

588

589

590

591

592

593

594

595

596

CAPÍTULO II

CAPÍTULO II- Avaliação de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) de diferentes portes em monocultivo ou consorciado com cunhã (*Clitoria ternatea* L.)

597 **Avaliação de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) de**
598 **diferentes portes em monocultivo ou consorciado com cunhã (*Clitoria ternatea* L.)**

599

600

601

Resumo

602 Objetivou-se avaliar as perdas, estabilidade aeróbia e o valor nutritivo de silagens de
603 genótipos de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) de diferentes portes, em
604 monocultivo e consorciados com cunhã (*Clitoria ternatea* L.). O experimento foi
605 conduzido na estação experimental de Cana-de-açúcar do Carpina/UFRPE, em blocos
606 completos casualizados, sob arranjo fatorial (4×2) e quatro repetições. Foram utilizados
607 quatro clones de capim-elefante (IRI-381 e Elefante B, de porte alto, além de Taiwan A-
608 146 2.37 e Mott, de porte baixo) em dois sistemas de cultivo (monocultivo e consórcio
609 com a cunhã), colhidos aos 60 dias de crescimento. Foram avaliados os teores de
610 matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB),
611 fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA),
612 hemicelulose, lignina, proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), proteína
613 insolúvel em detergente neutro (PIDN), digestibilidade *in vitro* da matéria seca
614 (DIVMS), carboidratos solúveis (CS), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) das silagens.
615 Além disso, foram estimadas as perdas por gases (PG) e efluentes (PE), a recuperação
616 da matéria seca (RMS), os nutrientes digestíveis totais (NDT), o coeficiente de
617 fermentação (CF) e o poder tampão da forragem. Os dados foram analisados com
618 auxílio do pacote ExpDes 1.2.0, do *software* livre R 3.0.3. As médias foram comparadas
619 pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Houve efeito de sistema de cultivo para
620 teores de CS e MS, por outro lado, ocorreu interação genótipo × sistema de cultivo para
621 PB, FDN, FDA, PIDA e PIDN. Foram observados maiores valores de PIDA (11,38 g kg⁻¹
622 da MS), PIDN (15,90 g kg⁻¹ da MS,) e PB (111,1 g kg⁻¹ da MS), além de menores
623 valores de FDN (635,06 g kg⁻¹ da MS) e FDA (420,4 g kg⁻¹ da MS) nas silagens
624 consorciadas com cunhã. Foi observada maior RMS (87,33 %) na silagem de capim
625 Mott consorciada, assim como menores PE (2,11 kg/ton MV), em comparação à
626 silagem exclusiva deste genótipo. Maiores teores de CS (1,5 CSAr mg/g) foram
627 encontrados nas silagens dos consórcios, além daquela confeccionada com o capim
628 Mott. Ocorreram menores valores de DIVMS nas silagens dos consórcios, enquanto a
629 maior DIVMS foi observada na silagem de Taiwan A-146 2.37 (701,0 g kg⁻¹ da MS). Os
630 genótipos Mott e Taiwan A-146 2.37 aumentam o valor nutritivo das silagens de capim-
631 elefante. A inclusão da leguminosa melhora as características fermentativas das silagens
632 de capim, apesar de reduzir o valor nutritivo. Ao considerar todas as variáveis estudadas,
633 sugere-se a confecção da silagem de capim Mott consorciado com a cunhã.

634

635 **Palavras-chave:** Consórcio; Digestibilidade; Estabilidade aeróbia; Genótipos;
636 Leguminosa.

637

638

639

640

641

642

643

644 **Evaluation of elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) silages of different**
645 **sizes under monoculture or intercropping with butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.)**
646

647 **Abstract**

648 The aim of this study was to evaluate the losses, aerobic stability and nutritive value of
649 elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) genotypes of different sizes, in
650 monoculture and intercropped with butterfly pea (*Clitoria ternatea* L.). The experiment
651 was conducted at the Sugarcane experimental station of UFRPE (EECAC-UFRPE), in
652 randomized complete blocks, under factorial arrangement (4 × 2) and four replications.
653 Four elephantgrass clones (IRI-381 and Elephant B, tall, besides Taiwan A-146 2.37
654 and Mott, dwarf) were used in two cropping systems (monoculture and intercropping
655 with butterfly pea) and harvested at 60 days of growth. Dry matter (DM), mineral matter
656 (MM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent insoluble fiber
657 (NDF), acid detergent insoluble fiber (ADF), hemicellulose, lignin, acid detergent
658 insoluble protein (PIDA), neutral detergent insoluble protein (PIDN) contents of the
659 silages were evaluated. Moreover, *in vitro* dry matter digestibility (DIVMS), pH,
660 soluble carbohydrates (CS) and ammoniac nitrogen (N-NH₃) contents were analyzed
661 too. In addition, gas (PG) and effluent (PE) losses, dry matter recovery (RMS), total
662 digestible nutrients (TDN), fermentation coefficient (CF) and buffer capacity of forage
663 were estimated. Data were analyzed with the aid of ExpDes 1.2.0 package, from free
664 software R 3.0.3. Means were compared by Tukey test, at 5% probability. There was
665 effect of culture system for CS and MS contents, on the other hand, genotype × culture
666 system interaction for CP, NDF, ADF, PIDA and PIDN. Higher values of PIDA (11,38 g
667 kg⁻¹ da MS), PIDN (15,90 g kg⁻¹ da MS) and CP (111,1 g kg⁻¹ da MS) were observed, as
668 well as lower values of NDF (635,06 g kg⁻¹ da MS) and AFD (420,4 g kg⁻¹ da MS) and
669 ADF in silages of the inter cropping. Higher RMS (87,33 %) was observed in Mott ×
670 butterfly pea mixture silage, as well as lower PE compared to exclusive Mott silage.
671 Higher levels of CS (1,5 CSAr mg/g) were found in silages of the intercropping, and
672 that made with Mott genotype. Lower DIVMS values occurred in silages mixed with
673 butterfly pea, while the highest DIVMS (701,0 g kg⁻¹ da MS) was observed in exclusive
674 Taiwan A-146 2.37silage. The Mott and Taiwan A-146 2.37genotypes increase the
675 nutritive value of elephant grass silages. The inclusion of legumes improves the grass
676 silage fermentative characteristics, despite reducing the nutritional value. Considering
677 all the variables studied, it's suggested the confection of Mott silage mixed with
678 butterfly pea.

679
680 **Keywords:** Intercropping; Digestibility; Aerobic stability; Genotypes; Legumes

681

682

683

684

685

686

687

Introdução

688
689

690 A distribuição irregular de chuvas ao longo do ano faz com que muitos produtores
691 rurais da região Nordeste do Brasil adotem práticas de conservação de alimento, para
692 que possam manter o desempenho de seus rebanhos durante a escassez de forragem, no
693 período seco do ano. Neste sentido, a ensilagem é uma das alternativas para a
694 conservação da forragem, processo realizado por meio de fermentação anaeróbica
695 (VERIATO et al., 2018).

696 A ensilagem de gramíneas forrageiras tropicais tem se tornado uma alternativa às
697 culturas tradicionais como o milho (*Zea mays* L.) e o sorgo (*Sorghum* spp.) na região.
698 Isto, devido ao fato das gramíneas serem culturas perenes, apresentarem menor
699 exigência de tratos culturais, de fertilidade do solo e proporcionarem maior número de
700 colheitas, o que leva a redução do custo da matéria seca produzida (QUARESMA et al.,
701 2010).

702 Nesse aspecto, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) se destaca entre
703 as gramíneas forrageiras tropicais para a produção de silagem, em função da sua elevada
704 produção de matéria seca. Além disso, quando comparado às outras gramíneas
705 forrageiras tropicais, o capim-elefante apresenta maiores teores de carboidratos
706 solúveis, fator importante para um adequado processo fermentativo da silagem (LIMA,
707 2008).

708 Em Pernambuco, a planta tem sido alvo de pesquisas desde a década de 1960, por
709 meio do programa de melhoramento genético do Instituto Agrônomo de Pernambuco
710 (IPA), em parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Assim,
711 cultivares de porte alto e porte baixo já foram selecionados e recomendados para
712 exploração na Zona da Mata de Pernambuco (FREITAS et al., 2009; LIRA et al., 2010).
713 Neste cenário, genótipos altos e anões apresentam características morfológicas distintas,
714 que promovem diferenças tanto na produtividade como no valor nutritivo da forragem.
715 Isto porque, aspectos como relação folha:colmo (RFC) e proporção de folhas
716 apresentam alta correlação com a composição química e a digestibilidade da forragem
717 produzida (PEREIRA et al., 2007).

718 Quando colhidas jovens, as gramíneas forrageiras tropicais apresentam baixos
719 teores de matéria seca (MS) e de carboidratos solúveis (MACIEL et al., 2008), fato que
720 prejudica a eficiência do processo fermentativo da ensilagem, já que materiais com

721 elevada atividade de água podem proporcionar o desenvolvimento de microrganismos
722 deletérios (ZANINE et al., 2010).

723 Como estratégia para utilizar forrageiras que possuem tais características, pode-se
724 lançar mão do uso de aditivos absorventes de umidade e com altos teores de
725 carboidratos solúveis, os quais podem variar de grãos a farelos, ou mesmo resíduos
726 agroindustriais regionais (MACÊDO et al., 2019). Por outro lado, a utilização de
727 consórcios gramínea-leguminosa também tem sido recomendada (BUREENOK et al.,
728 2012), pois além de aumentar teores de matéria seca e carboidratos, as leguminosas
729 promovem, via fixação biológica de nitrogênio, aumentos consideráveis nos teores de
730 proteína bruta da forragem (COPANI et al., 2016).

731 Dentre as diversas leguminosas, a cunhã (*Clitoria ternatea L.*) tem demonstrado
732 ser uma das espécies de leguminosas forrageiras tropicais com potencial de cultivo na
733 região Nordeste do Brasil, tanto para sistemas com lotação rotacionada, banco de
734 proteína, forragem verde e feno, como também para consórcios com gramíneas e, em
735 alguns casos, utilizada como adubação verde (MISTURA et al., 2010).

736 Entretanto, possivelmente a principal limitação das leguminosas para os processos
737 fermentativos na ensilagem, se dá pela sua elevada capacidade tampão, que dificulta a
738 redução necessária do pH e a produção de ácido lático, altamente desejável para silagens
739 de boa qualidade (JOBIM; NUSSIO, 2007). Porém, é possível que a mistura dessas
740 espécies com gramíneas (e não o seu uso exclusivo) possa atenuar esse elevado poder
741 tampão.

742 Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar as perdas, estabilidade aeróbia e o
743 valor nutritivo de silagens de genótipos de capim-elefante de diferentes portes, em
744 monocultivo e consorciado com cunhã, na Zona da Mata de Pernambuco.

745

746

Material e métodos

747

748 O experimento foi conduzido na Estação Experimental de Cana-de-Açúcar do
749 Carpina (EECAC), pertencente à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE),
750 localizada no município de Carpina-PE, Zona da Mata do estado. O clima da região é
751 tropical subúmido, segundo a classificação de Thornthwaite (SILVA et al., 2014), com
752 precipitação média em torno de 1.174 mm anuais, temperatura média de 24,5 °C,
753 latitude de 7°51'S, longitude 35°14'W e altitude de 180 m.

754 O delineamento experimental empregado foi em blocos completos casualizados,
755 em arranjo fatorial (4 × 2) e quatro repetições. Foram avaliados quatro genótipos de
756 capim-elefante: IRI-381 e Elefante B, de porte alto, além de Taiwan A-146 2.37 e Mott,
757 de porte baixo, além de dois sistemas de cultivo: monocultivo do capim-elefante e
758 consórcio com a cunhã.

759 A área experimental foi estabelecida no segundo semestre de 2014, inicialmente
760 apenas com as parcelas de capim-elefante em monocultivo, manejadas sob corte até
761 junho de 2018. Os genótipos de capim-elefante foram estabelecidos em sulcos
762 espaçados de 1,0 m, formando parcelas de 25 m² (5 m x 5 m) de área total, com 9 m² (3
763 m x 3 m) de área útil. O estabelecimento da leguminosa nas respectivas parcelas de
764 capim ocorreu em agosto de 2018. Em março de 2019 foi realizado o corte de
765 uniformização das parcelas, com o capim-elefante cortado rente ao solo e a cunhã, à 20
766 cm. As parcelas foram adubadas com base nos resultados de análise química do solo:
767 0,05; 0,06; 1,60; 0,80; 0,00 e 2,40 cmol_c dm⁻³ para K, Na, Ca, Mg, Al⁺³ e H+Al, além de
768 5 mg dm⁻³ de P. Desta forma, as doses de N, K₂O e P₂O₅ foram 100, 60 e 70 kg ha⁻¹,
769 respectivamente. Nas parcelas consorciadas não foram aplicadas as doses de N.

770 Após 60 dias foi realizado o corte da forragem destinada à ensilagem, com as
771 mesmas alturas de resíduo anterior. Uma alíquota de 1 kg de matéria natural foi colhida
772 de cada parcela e, em seguida, foram estimadas as proporções dos genótipos de capim-
773 elefante e cunhã na forragem colhida, com base na produção de matéria seca (Tabela 1).

774

Tabela 1. Proporções de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e cunhã (*Clitoria ternatea* L.) nos cultivos consorciados entre os genótipos e a leguminosa.

	Capim-elefante (%)	Cunhã (%)
Elefante B/C ¹	82,25	17,75
IRI-381/C	74,33	25,67
Mott/C	57,47	42,53
Taiwan A-146 2.37/C	46,09	53,91

¹Consórcios entre os genótipos de capim-elefante e cunhã.

775 As plantas foram picadas em partículas de 2 a 3 cm em uma máquina forrageira
776 estacionária. Em seguida, o material foi compactado em silos experimentais,
777 confeccionados em “PVC”, com 20 cm de diâmetro e 60 cm de altura, buscando-se uma
778 densidade de 600 kg m⁻³ de matéria natural. Antes do enchimento dos silos, estes foram
779 pesados com o conjunto completo (tubo+areia+tela+tampa), sendo adicionados 3,5 kg

780 de areia lavada, separada por uma tela na parte inferior, objetivando absorver e
781 quantificar os efluentes. Em seguida, os silos foram vedados com tampas dotadas de
782 válvulas tipo *bunsen*.

783 As avaliações foram realizadas na forragem fresca (Tabela 2), bem como após
784 60 dias de armazenamento, tendo sido analisados os teores de matéria seca (MS),
785 matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE),
786 fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL) e
787 lignina (LIG), segundo AOAC (2005) e Van Soest et al. (1991), adaptadas por Detmann
788 et al. (2012).

789 Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados pela equação descrita
790 por Cappelle et al. (2001) e os carboidratos solúveis em água (CSA), segundo
791 metodologia de Yemm & Willis (1954) modificada por Bezerra Neto & Barreto (2011).
792 Apenas nas silagens foram determinados o pH pela metodologia de Silva & Queiroz
793 (2002) e os teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), segundo Bolsen (1992).

794 A avaliação do Coeficiente de Fermentação das forragens foi realizada conforme
795 a metodologia proposta por Weissback & Honig (1996) citados por Oude Elferink et al.
796 (2000), em que avaliam três variáveis: concentrações de carboidratos solúveis,
797 capacidade tampão e teor de matéria seca, conforme a equação $CF = MS + 8 \times CS/CT$,
798 em que CF = coeficiente de fermentação; MS = matéria seca; CS = carboidratos
799 solúveis e CT = capacidade tampão. e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca
800 (DIVMS), segundo Holden (1999).

801

802

803

804

805

806

807

808 **Tabela 2.** Composição química dos genótipos de capim-elefante (*Pennisetum*
809 *purpureum* Schum.) e da cunhã (*Clitorea ternatea* L.) antes da ensilagem.

Variável	Mott	Taiwan A- 146 2.37	Elefante B	IRI-381	Cunhã
MS (g/kg)	208,93	202,15	254,20	248,43	351,24
MM (g/kg)	20,51	18,91	17,95	17,76	55,0
FDN (g/kg)	649,00	651,73	696,78	683,50	617,0
FDA (g/kg)	346,03	343,65	381,30	376,33	382,5
HEM (g/kg)	301,73	313,13	314,68	307,65	167,3
CEL (g/kg)	304,58	301,55	331,15	322,60	348,9
LIG (g/kg)	41,07	37,20	48,03	52,35	51,7
PB (g/kg)	102,28	110,98	84,50	87,83	162,3
PIDN (% PB)	47,53	49,73	47,38	45,00	251,8
PIDA (% PB)	17,73	21,43	17,08	20,25	146,5
DIVMS (g/kg)	551,8	548,9	527,1	514,7	657,1
CSA (mg/g de MS)	1,92	1,14	1,25	0,78	3,81
CT (n.e.mg 100 g ⁻¹ MS)	43,22	51,79	42,52	43,43	57,25

810 MS (Matéria Seca), MM (Material Mineral), PB (Proteína Bruta), FDN (Fibra em Detergente Neutro),
811 FDA (Fibra em Detergente Ácido), HEMI (Hemicelulose), LIG (Lignina), PIDA (Proteína Solúvel em
812 Detergente Ácido), NIDN (Proteína Insolúvel em Detergente Neutro em relação à percentagem de
813 nitrogênio total), CZ (Cinza), CSA (Carboidratos Solúveis em Água), DIVMS (Digestibilidade *in vitro* da
814 MS) e CT (Capacidade tampão).

815

816

817 Foram estimadas ainda as perdas por gases e efluentes, além da recuperação de
818 matéria seca, quantificadas por diferença de peso, conforme equações descritas por
819 Schmidt (2006). As perdas por efluentes foram calculadas baseada na diferença de peso
820 da areia no fundo do silo, por ocasião do fechamento e abertura dos silos, conforme
821 segue:

$$PE(kg.t^{-1}) = \frac{(Pab \times Pen)}{MVfe} \times 1000$$

822

823 Em que: PE = Produção de efluente (kg/t de massa verde); Pab = Peso do conjunto
824 vazio (silo + tampa + areia úmida + saco) na abertura (kg); Pen = Peso do conjunto
825 vazio (silo + tampa + areia seca + saco) na ensilagem (kg); MVfe = Massa verde de
826 forragem ensilada (kg).

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

827

828 Em que: G = Perda por gases (%MS); PCen = Peso do silo cheio na ensilagem (kg); Pen
 829 = peso do conjunto vazio (silo + tampa + areia seca + saco) na ensilagem (kg); MSen =
 830 Teor de MS da forragem na ensilagem (%MS); PCab = Peso do silo cheio na abertura
 831 (kg); MSab = Teor de MSda forragem na abertura (%MS).

$$RMS(\%) = \frac{(MFf \times MSf)}{(MFi \times MSi)} \times 100$$

832

833 Em que: RMS = taxa de recuperação de matéria seca; MFf = massa de forragem na
 834 abertura (kg); MSf = teor de matéria seca da forragem na abertura; MFi = massa de
 835 forragem no fechamento (kg) e MSi = teor de matéria seca da forragem no fechamento.

836 Os dados foram testados para verificar normalidade e, posteriormente,
 837 submetidos à análise de variância. Quando o teste F foi significativo, as médias foram
 838 comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados foram analisados com
 839 auxílio do software R, versão 3.0.3 (R Core Team, 2019), com o auxílio do pacote
 840 ExpDes, versão 1.2.0 (FERREIRA et al., 2019).

841

842

843 **Resultados e discussão**

844

845 Foram observadas interações significativas genótipo × sistema de cultivo para
 846 Perdas por gases (PG) (P<0,0001), perdas por efluentes (PE) (P<0,0001) e Recuperação
 847 da matéria seca (RMS) (P=0,004). Os resultados estão na Tabela 3.

848

849

850

851

852

853 **Tabela 3.** Valores de Perdas por efluentes, perdas por gases e recuperação da matéria
 854 seca das silagens de capim-elefante de diferentes portes sob monocultivo e consorciado
 855 com cunhã, Carpina-PE.

Sistema de cultivo	Genótipo				CV%
	Mott	Taiwan A-146	Elefante B	IRI-381	
Perdas por efluentes (kg/ton MV)					
Monocultivo	46,34aA	32,00aB	54,38aA	41,00aAB	19,94
Consórcio	9,38bC	26,29aB	57,70aA	12,26bC	
Perdas por gases (%MS)					
Monocultivo	3,68aB	3,60aB	16,39aA	4,87aB	16,86
Consórcio	2,11aA	2,21aA	2,7bA	2,55aA	
RMS (%)					
Monocultivo	64,62bA	78,96aA	77,89aA	74,78aA	10,05
Consórcio	87,33aA	69,96aB	80,38aAB	78,97aAB	

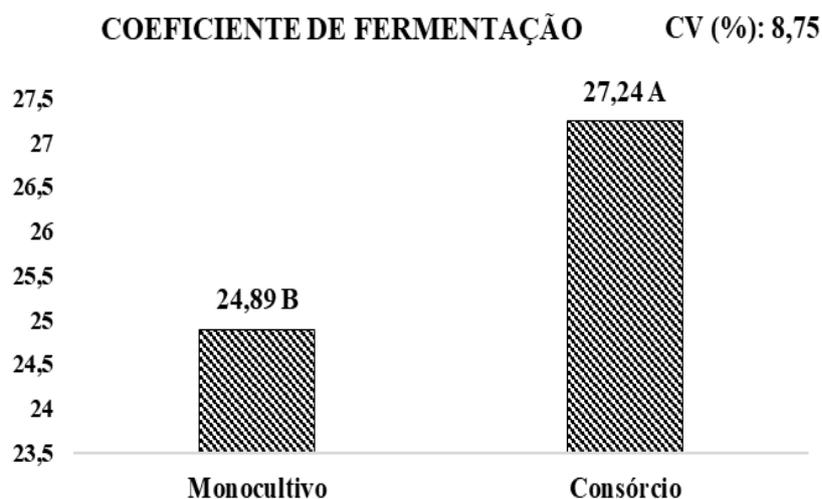
856 Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem pelo teste
 857 Tukey a 5% de probabilidade.

858 A silagem do Elefante B apresentou maiores perdas por efluentes e por gases,
 859 em ambos os sistemas de cultivo. Isto ocorreu, provavelmente, em função da maior
 860 produção de matéria natural em comparação aos demais genótipos, sem diferença nos
 861 teores de MS dos genótipos (Figura 4). Assim, o teor de umidade do Elefante B ensilado
 862 provavelmente foi maior. Vale enfatizar que as perdas por efluentes, além de prejudicar
 863 o processo fermentativo e reduzir o valor nutritivo da silagem, pode causar impactos
 864 ambientais (PIRES et al., 2006). Ocorreram menores perdas por efluentes nas silagens
 865 obtidas nos consórcios com Mott e IRI-381, quando comparadas às silagens exclusivas
 866 desses genótipos. Este fato pode ser explicado pelo aumento do teor de MS ocorrido
 867 com a inclusão da leguminosa na massa ensilada.

868 A RMS entre as silagens exclusivas dos genótipos de capim foi semelhante.
 869 Tossi et al. (1999) não encontraram diferenças para RMS de silagens de capim Mott e
 870 Taiwan A-146 2.37 sem aditivos, assim como no presente estudo. Considerando que
 871 não foi observada diferença entre os teores de MS dos genótipos (Figura 4), este
 872 resultado é justificável. Já para as silagens dos consórcios, a maior RMS ocorreu para
 873 Mott com cunhã. Vale enfatizar que a inclusão da leguminosa elevou consideravelmente
 874 a RMS da silagem de capim Mott, além de ter reduzido bastante as PE. O efeito positivo
 875 do aumento dos teores de MS foi evidente nesse caso.

876 Para o coeficiente de fermentação (CF), só foi observada diferença significativa
 877 ($P < 0,0001$) entre os sistemas de cultivo (Figura 1). As silagens dos consórcios
 878 apresentaram maiores valores de CF, fato que pode ser explicado pelo incremento da

879 matéria seca à massa por parte da leguminosa (Figura 3). Para um processo fermentativo
 880 adequado, o material deve ter um CF acima de 30 (BASSO et al., 2012) e, no presente
 881 estudo, são as silagens dos consórcios que se aproximam razoavelmente desse valor.
 882 Esses resultados podem ser considerados importantes em relação à inclusão de
 883 leguminosas em silagens. Afirma-se na literatura (BRANT et al., 2017), de forma
 884 bastante incisiva, que a maior capacidade tamponante de leguminosas interfere
 885 negativamente nos processos fermentativos da ensilagem. Porém, ocorreu justamente o
 886 contrário no presente estudo.
 887

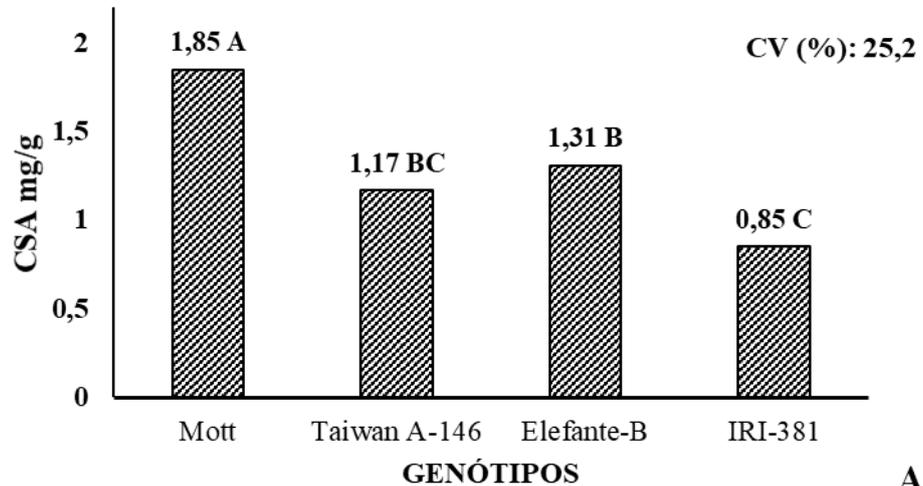


888 **Figura 1.** Valores do coeficiente de fermentação (CF) das silagens de capim-elefante de
 889 diferentes portes sob monocultivo e consorciado com cunhã; Carpina-PE. Médias seguidas de
 890 letras distintas diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.
 891
 892

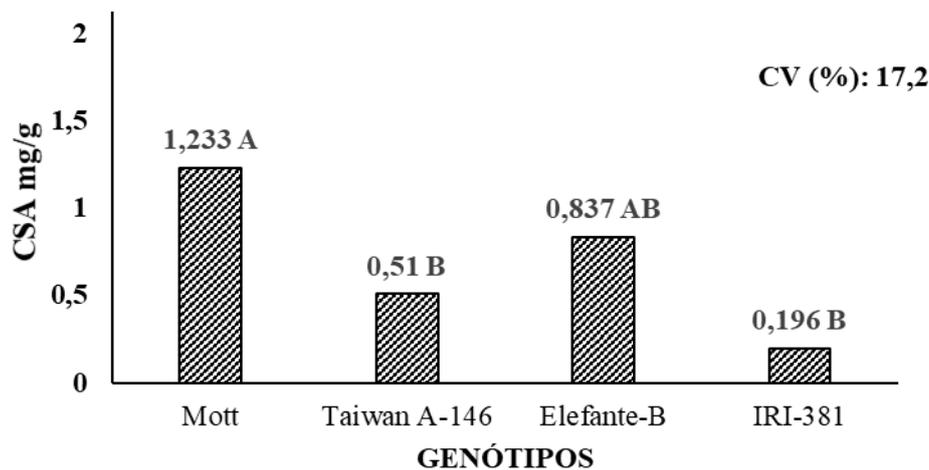
893 Isto porque, ao comparar a cunhã com os genótipos de capim-elefante, a
 894 leguminosa apresentou maior CT, mas também apresentou teores de MS e CSA
 895 consideravelmente maiores que aqueles dos capins (Tabela 1). Na equação de CF, os
 896 teores de MS e de CSA são numeradores, enquanto a CT é o denominador. Assim,
 897 teores de MS e CSA altos elevam o CF, enquanto alto CT reduz o potencial
 898 fermentativo (CARVALHO et al., 2008). Portanto, avaliando esses contrapontos, a
 899 leguminosa aumentou a capacidade fermentativa das silagens.

900 Não foram observados efeitos significativos para os valores de pH (média geral
 901 de 3,97). Uma silagem de qualidade deve apresentar valores de pH entre 3,8 e 4,2
 902 (SANTOS et al., 2008), assim, os valores obtidos no presente estudo foram adequados.

903 Foi observada diferença entre os genótipos ($P=0,0004$) para os teores de
 904 carboidratos solúveis em água antes (CSA) e após (CSAr) o processo de ensilagem
 905 (Figura 2).
 906



907



B

908

909 **Figura 2.** Valores de carboidratos solúveis em água (mg/g) antes (A) de ensilagem e depois
 910 (residual) das silagens (B) de capim-elefante de diferentes portes sob monocultivo e consorciado
 911 com cunhã; Carpina-PE. Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste Tukey a 5% de
 912 probabilidade.

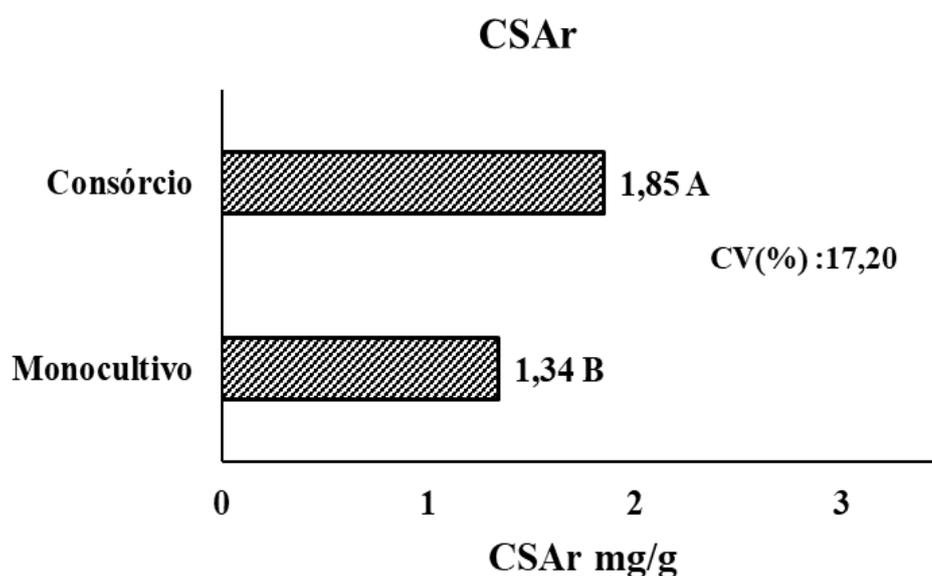
913

914 O genótipo Mott apresentou maiores valores em ambos os cenários. Quando se
 915 trata em CSA, segundo Carvalho et al. (2007), o processo de fermentação, confecção e
 916 armazenamento interfere diretamente na quantidade e redução dele no processo de
 917 ensilagem, em que silagens com pH altos, baixos teores de MS aumentam o consumo de
 918 CSA no processos; esses aspectos possivelmente contribuíram para esses resultados.
 919 Seguindo que os valores de CSAr observados foram abaixo do ideal, que é de 2 a 3% da

920 matéria seca para caracterizar um processo de ensilagem adequado, segundo (ARAICA
921 et al., 2009).

922 Houve efeito de sistemas de cultivo ($P=0,0012$) para os teores de CSAr, porém
923 sem interação com o genótipo. O maior valor médio foi obtido nas silagens dos
924 consórcios (Figura 3), o que, provavelmente, deve ter ocorrido pelos maiores teores de
925 amido das leguminosas, principal componente desses carboidratos, o qual é pouco
926 solúvel em água. Assim, a degradação é dificultada durante o processo de fermentação,
927 logo, os teores de CSAr são maiores (MCDONALD et al., 1991).

928



929

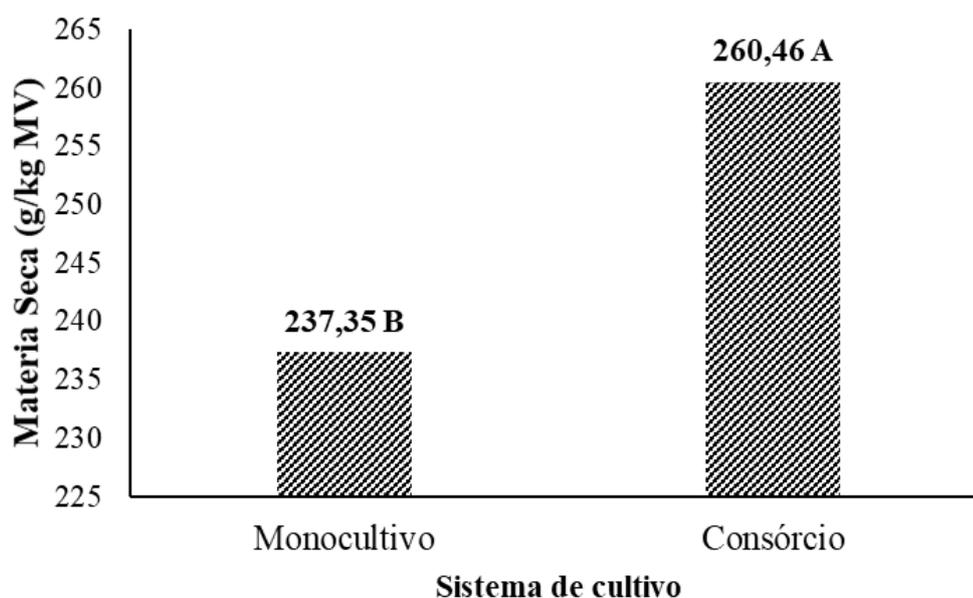
930 **Figura 3.** Valores de carboidratos solúveis em água (mg/g) das silagens de capim-elefante de
931 diferentes portes sob monocultivo e consorciado com cunhã. Carpina-PE. Médias seguidas de
932 letras distintas diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

933

934 Houve efeito ($P=0,005$) somente de sistema de cultivo para os teores de MS
935 (Figura 1), que foram superiores nas silagens dos consórcios entre capim-elefante e
936 cunhã. O incremento da leguminosa pode justificar os resultados, já que seu teor médio
937 de matéria seca foi de 350 g kg^{-1} , enquanto o teor médio dos genótipos de capim-
938 elefante em monocultivo foi de $237,35 \text{ g kg}^{-1}$. Vale salientar que mesmo nos consórcios,
939 os teores de MS estiveram abaixo da faixa ideal para silagens de boa qualidade, que
940 segundo Borreani et al. (2018), encontra-se entre 280 e 350 g kg^{-1} . Apesar dos prejuízos
941 causados por excesso de perdas por drenagem e degradação de proteínas em silagens
942 com reduzidos teores de matéria seca, afirmam que teores de 250 g kg^{-1} já suprem as
943 necessidades para uma boa fermentação da massa ensilada, e as silagens consorciadas

944 apresentaram valores maiores que este referido padrão. A inclusão de aditivos, como
945 funcionou a cunhã neste cenário, visa elevar os teores de matéria seca e pode aumentar a
946 eficiência do processo fermentativo, ao reduzir perdas por efluentes e aumentar a
947 recuperação da matéria seca da silagem (FERREIRA et al., 2013).

948



949

950 **Figura 4.** Teores de matéria seca (g/kg matéria verde) das silagens de capim-elefante de
951 diferentes portes sob monocultivo e consorciado com cunhã; Carpina-PE. Médias seguidas de
952 letras distintas diferem pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

953

954 Houve interação ($P=0,001$) genótipo x sistema de cultivo para os teores de PB,
955 MM, MO, $N-NH_3$ e NDT ($P<0,0001$) (Tabela 4). Foram observados maiores teores de
956 PB silagens dos consórcios, por conta do incremento desse nutriente proveniente da
957 leguminosa, que, normalmente apresenta maiores teores de PB quando comparado às
958 gramíneas tropicais. Em relação aos genótipos, os capins de porte baixo se destacaram
959 com maiores valores, em ambos os sistemas de cultivo. O maior valor de PB observado
960 foi na silagem do consórcio entre Taiwan A-146 2.37 e cunhã. Vale ressaltar que a
961 maior proporção da leguminosa ocorreu neste consórcio (Tabela 1), o que
962 provavelmente justifica esse resultado.

963

964

965

966 **Tabela 4.** Proteína bruta (PB), material mineral (MM), matéria orgânica (MO),
 967 nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e Nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens de
 968 capim-elefante de diferentes portes sob monocultivo e consorciado com cunhã; Carpina-
 969 PE.

Sistema de cultivo	Genótipo				CV%
	Mott	Taiwan A-146	Elefante B	IRI-381	
Proteína Bruta (g kg⁻¹ da MS)					
Monocultivo	85,6bA	81,1bAB	67,4bBC	54,7bC	8,31
Consórcio	111,1aB	136,1aA	81,4aC	84,2aC	
MM (g kg⁻¹ da MS)					
Monocultivo	85,4aA	87,6aA	49,4bC	66,9aB	9,24
Consórcio	71,2bAB	83,1aA	66,9aB	69,9aAB	
Matéria Orgânica (g kg⁻¹ da MS)					
Monocultivo	914,6bC	912,4aC	950,6aA	933,1aB	0,72
Consórcio	928,8aAB	916,9aB	933,1aA	930,1aAB	
NDT (g kg⁻¹ da MS)					
Monocultivo	583,8aA	552,5aB	588,0aA	558,6aB	1,58
Consórcio	561,5bA	533,4bB	568,6bA	560,6aA	
N-NH₃ (g kg⁻¹ do N-Total)					
Monocultivo	23,2aA	29,0aA	24,9bA	24,4aA	24,16
Consórcio	21,1aB	22,8aB	43,9aA	22,2aB	

970 Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem pelo teste
 971 Tukey a 5% de probabilidade.

972 Foram observados menores teores de MM nas silagens de Elefante B, em ambos
 973 os sistemas de cultivo e, para o IRI-381, em consórcio. Por outro lado, os teores de MO
 974 obtidos nas silagens de Elefante B foram superiores ao Taiwan A-146 2.37,
 975 considerando a relação inversa entre cinzas e MO. Entretanto, vale lembrar que a
 976 relação entre cinzas e MO é relativamente complexa em silagens de gramíneas tropicais
 977 (STIDA et al., 2018; DAHER et al., 2017), visto que o aumento dos teores de cinzas em
 978 silagens não é um fator benéfico, pois estas têm concentrações de compostos insolúveis
 979 e não fermentáveis (TOSI et al., 1999).

980 Nas silagens das parcelas em monocultivo das gramíneas, os teores de MO
 981 foram maiores para os genótipos de porte alto, em comparação aos capins anões. Já nas
 982 silagens dos consórcios, o capim anão Mott consorciado à cunhã apresentou maior teor
 983 de MO, comparada à silagem do mesmo capim em monocultivo. A elevada proporção
 984 de cunhã no consórcio (Tabela 1) contribuiu para os resultados, já que os teores médios
 985 de MO da leguminosa antes da ensilagem foram 983,5 g kg⁻¹, enquanto para os

986 genótipos de capim-elefante, esses valores foram apenas 978,9 g kg⁻¹. Além disso, a alta
987 relação folha:colmo do capim Mott também pode explicar esses resultados, já que as
988 folhas apresentam quantidades elevadas de carbonos orgânicos (VIANA et al., 2018).

989 Foram observados maiores teores de NDT nas silagens dos monocultivos,
990 enquanto nas silagens dos consórcios o maior valor obtido foi para a mistura Mott e
991 cunhã. Os valores de NDT das silagens se aproximaram dos citados como desejáveis em
992 silagens, pelo menos de 600 g kg⁻¹ (ZANINE et al., 2010). Considerando que são
993 silagens de gramíneas tropicais, os valores obtidos podem ser considerados satisfatórios,
994 sobretudo por serem valores obtidos após os processos fermentativos, os quais tendem a
995 reduzir os valores de NDT da massa.

996 Os valores de N-NH₃ obtidos no presente estudo podem ser considerados
997 adequados para silagens, visto que, segundo Musco et al. (2016), os teores de N-NH₃,
998 em relação ao N total resultantes de fermentações adequadas, devem ficar abaixo de 100
999 g kg⁻¹. Esses valores podem ser indicadores de reduzido consumo de carboidratos
1000 solúveis no processo de fermentação (VIEIRA et al., 2010).

1001 O maior valor de N-NH₃ foi obtido na silagem de Elefante B × cunhã (Tabela 4).
1002 Considerando que menores teores de PB e elevada pressão osmótica não favorecem a
1003 degradação de PB (GERON et al., 2014) menores valores de N-NH₃.

1004 Não foi observado efeito significativo para extrato etéreo e o valor médio foi de
1005 29 g kg⁻¹, fato que pode ser considerado normal para plantas forrageiras, visto que o
1006 tecido vegetal de folhas e colmos são pobres em gordura (DETMANN et al., 2012).

1007 Houve interação (P<0,0001) genótipo × sistema de cultivo para os teores de FDN,
1008 FDA, hemicelulose, lignina, celulose, PIDN e PIDA (Tabela 5). Maiores teores de FDN
1009 foram observados nas silagens exclusiva dos genótipos, naqueles de porte alto. De
1010 maneira geral, as leguminosas e os capins de porte baixo apresentam menores teores de
1011 fibra. No primeiro caso por razões morfológicas, fisiológicas e produtivas e, no segundo
1012 caso, pelo menor alongamento de colmos observados nos capins de porte baixo, quando
1013 comparados àqueles de porte alto (MUSCO et al., 2016).

1014

1015

1016

1017

1018

1019 **Tabela 5.** Fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA),
 1020 Hemicelulose (HM), Lignina, Proteína em detergente neutro (PIDN) e proteína em
 1021 detergente ácido (PIDA) de silagens de capim-elefante de diferentes portes, em
 1022 monocultivo e consorciado com cunhã; Carpina-PE.

Sistemas de cultivo	Genótipos				CV%
	Mott	Taiwan A-146	Elefante B	IRI-381	
FDN (g/kg MS)					
Monocultivo	683,3aB	711,1aB	757,4aA	743,1aA	2,67
Consórcio	636,0bC	675,8bD	706,9bB	744,6bA	
FDA (g/kg MS)					
Monocultivo	391,6bB	431,8bA	386,3bB	424,1aA	2,74
Consórcio	420,4aB	456,4aA	411,2aB	421,5aB	
Hemicelulose (g/kg MS)					
Monocultivo	291,6aC	279,3aC	371,0aA	338,9aB	5,5
Consórcio	215,5bB	119,3bC	295,6bA	323,1aA	
Lignina (g/kg MS)					
Monocultivo	59,9bB	73,4aB	59,4bB	104,1aA	11,49
Consórcio	78,1aC	83,0aBC	97,8aAB	109,1aA	
Celulose (g/kg MS)					
Monocultivo	24,64aA	27,09aA	27,76aA	25,32aA	6,6
Consórcio	27,11aAB	28,94aA	24,65bB	24,25aB	
PIDN (% PB)					
Monocultivo	11,38bA	10,88bA	11,31bA	10,94bA	6,28
Consórcio	13,15aB	14,14aAB	15,80aA	15,90aA	
PIDA (%PB)					
Monocultivo	9,11bB	8,14bB	10,75aA	10,73aA	8,68
Consórcio	11,03aA	11,18aA	11,06aA	11,38aA	

1023 Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, diferem pelo teste
 1024 Tukey a 5% de probabilidade.

1025 Em relação aos resultados de FDA e lignina, maiores valores foram observados
 1026 nas silagens obtidas dos consórcios. Conseqüentemente, os maiores resultados de
 1027 hemicelulose ocorreram nas silagens no monocultivo. Neste sentido, a silagem do
 1028 Taiwan A-146 2.37 consorciado com a cunhã se destacou negativamente, com o maior
 1029 valor de FDA e menor de hemicelulose. Isto pode ser explicado pela maior proporção
 1030 de leguminosa nessa mistura (Tabela 1), já que leguminosas normalmente apresentam
 1031 maiores teores de lignina em comparação às gramíneas, mesmo que concentrada
 1032 principalmente no xilema (COBLENTZ et al., 2018).

1033 Os teores de PIDN e PIDA foram maiores para as silagens dos consórcios. As
 1034 leguminosas elevaram os teores de lignina e FDA, logo, conseqüentemente, também

1035 elevaram PIDN e PIDA. Na comparação dos genótipos, Elefante B e IRI-381, ambos de
 1036 porte alto, apresentaram os maiores valores. Segundo Ferreira et al. (2013), o porte alto
 1037 do capim proporciona elevação nos teores de fibra, devido ao rápido alongamento e
 1038 espessamento da parede celular dos colmos. Araújo et al. (2011) relata que uma das
 1039 consequências desse espessamento é que boa parte da proteína se torna indigestível,
 1040 pois forma complexos com as frações fibrosas, de difícil degradação microbiana.

1041 Foram observadas diferenças significativas ($p=0,001$) para DIVMS em relação
 1042 aos sistemas cultivo e genótipos (Tabela 6), com maiores valores médios observados
 1043 nas silagens dos monocultivo e do Taiwan A-146 2.372.37, respectivamente. A menor
 1044 DIVMS observada nas silagens dos consórcios, provavelmente, está vinculada ao
 1045 aumento nos teores de lignina dessas silagens (Tabela 4). A lignina é uma fração fibrosa
 1046 altamente indigestível, ainda que nas leguminosas sua digestibilidade seja razoável
 1047 (MUSCO et al., 2016). De maneira geral, os valores de DIVMS podem ser considerados
 1048 adequados, em se tratando de silagens de gramíneas tropicais (BERNARDES et al.,
 1049 2018), sobretudo o valor obtido na silagem do Taiwan A-146 2.37 (701 g kg⁻¹ MS).

1050

1051 **Tabela 6.** Digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens de capim-elefante de
 1052 diferentes portes sob monocultivo e consorciado com cunhã, Carpina-PE.

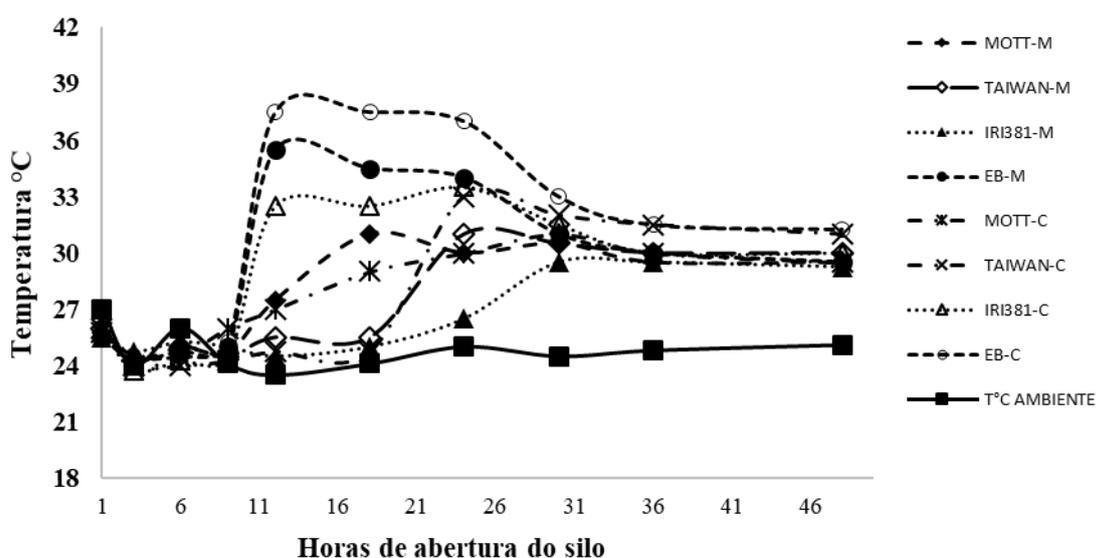
Sistema de cultivo	DIVMS (g/kg MS)	CV%
Monocultivo	691,0a	2,71
Consórcio	676,7b	
Genótipos		CV%
Mott	670,2b	2,71
Taiwan A-146	701,0a	
Elefante B	676,3b	
IRI-381	678,0b	

1053 Médias seguidas de letras distintas diferem pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

1054

1055 Na avaliação da estabilidade aeróbia das silagens (Figura 5), a maioria das
 1056 silagens apresentou deterioração a partir de 10 horas após a abertura do silo, com
 1057 exceção de Taiwan A-146 2.37e IRI-381 em monocultivo. A quebra de estabilidade
 1058 ocorre quando a temperatura da silagem ultrapassa 2°C em comparação à temperatura
 1059 ambiente (GUIM et al., 2002). Vale ressaltar que as silagens de gramíneas tropicais são
 1060 caracterizadas pela elevada umidade e estão sujeitas à deterioração por bactérias
 1061 aeróbias. Com isso, os açúcares solúveis são rapidamente utilizados por fungos e
 1062 leveduras, após abertura dos silos (BERNARDES et al., 2005).

ESTABILIDADE AERÓBIA



1063

1064 **Figura 5.** Temperatura de silagens de capim-elefante de diferentes portes sob monocultivo e
1065 consorciado com cunhã; Carpina-PE. T°C Ambiente: Temperatura ambiente

1066

1067 As silagens exclusivas de Taiwan A-146 2.37e IRI-381 apresentaram início das
1068 alterações de temperatura a partir de 16 e 21 horas após abertura, respectivamente. Isto
1069 provavelmente ocorreu porque os teores de CSAr nesses genótipos foram menores,
1070 quando comparados a Mott e Elefante B (Figura 2). Segundo Muck et al. (2018),
1071 maiores concentrações residuais de carboidratos solúveis podem reduzir a estabilidade
1072 aeróbia. Com isso, os açúcares solúveis podem ser rapidamente utilizados por fungos e
1073 leveduras após abertura dos silos, fenômeno que eleva a temperatura e reduz a qualidade
1074 da silagem.

1075

Conclusões

1076
1077

1078 Os genótipos de porte baixo Mott e Taiwan A-146 2.37 apresentam maior valor
1079 nutritivo das silagens de capim-elefante.

1080 A inclusão da leguminosa melhora as características fermentativas das silagens,
1081 apesar de reduzir o valor nutritivo.

1082 Recomenda-se a silagem de capim Mott consorciado com a cunhã.

1083

1084

1085

1086

Referências bibliográficas

1087
1088

1089 AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of AOAC International.**
1090 AOAC International, 2005.

1091

1092 ARAICA, B.; SPÖRNDLY, E.; REYES-SÁNCHEZ, N.; NORELL, L.; SPÖRNDLY,
1093 R. Silage quality when Moringa oleifera is ensiled in mixtures with Elephant grass,
1094 sugar cane and molasses. **Grass and Forage Science**, v. 64, n. 4, p. 364-373, 2009.

1095

1096 ARAÚJO, S. A. C.; VASQUEZ, H. M., SILVA, J. F. C., LIMA, E. S.; LISTA, F. N.,
1097 DEMINICIS, B. B.; CAMPOS, P. Produção de matéria seca e composição
1098 bromatológica de genótipos de capim-elefante anão. **Archivos de Zootecnia**, v.60,
1099 p.83–91, 2011.

1100

1101 BASSO, F. C.; BERNARDES, T. F; ROTH, A. P. D. T. P.; LODO, B. N.,
1102 BERCHIELLI, T. T.; REIS, R. A. Fermentation and aerobic stability of corn silage
1103 inoculated with *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 7, p.
1104 1789-1794, 2012.

1105

1106 BERNARDES, T. F.; DANIEL, J. L. P.; ADESOGAN, A. T.; MCALLISTER, T. A.,
1107 DROUIN, P.; NUSSIO, L. G. Silage review: Unique challenges of silages made in hot
1108 and cold regions. **Journal of Dairy Science**, v.101, p.4001–4019, 2018.

1109 BEZERRA NETO, E.; BARRETO, L.P. **Methods for Chemical Analysis in Plants.**
1110 Recife: Imprensa Universitária da UFRPE, 2011.

1111 BOLSEN, K.K., LIN, C., BRENT, B.E.; GADEKEN, D. Effect of silage additives on
1112 the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal**
1113 **of Dairy**, v.75, n.11, p.3066-3083, 1992.

1114 BORREANI, G.; TABACCO, E., SCHMIDT, R. J.; HOLMES, B. J.; MUCK, R. E.
1115 Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of**
1116 **Dairy Science**, v.101, p.3952–3979, 2018.

1117 Brant, L. M. S., Pimentel, P. R. S.; Rigueira, J. P. S.; Alves, D. D.; Carvalho, M. A. M.;
1118 Alves, W. S. Fermentative characteristics and nutritional value of elephant grass silage
1119 added with dehydrated banana peel. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.39, p.123,
1120 2017.

1121 BUREENOK, S.; YUANGKLANG, C.; VASUPEN, K.; SCHONEWILLE, J. T.;
1122 KAWAMOTO, Y. The effects of additives in napier grass silages on chemical
1123 composition, feed intake, nutrient digestibility and rumen fermentation. **Asian-**
1124 **Australasian journal of animal sciences**, v. 25, n. 9, p. 1248, 2012.

1125

1126 CAPPELLE, E. R.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; CECON, P. R.
1127 Estimativas no valor energético a partir de características químicas e bromatológicas
1128 dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 6, p. 1837-1856,
1129 2001.

1130

1131 CARVALHO, G. G. P. D.; GARCIA, R., PIRES; A. J. V., DETMANN, E.; PEREIRA,

- 1132 O. G.; FERNANDES, F. E. P. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante
1133 emurchecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau. **Revista Brasileira de**
1134 **Zootecnia**, v.37, n.8, p.1347-1354, 2008.
- 1135 CARVALHO, G. G. P. D.; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V., PEREIRA, O. G.;
1136 FERNANDES, F. É. P.; OBEID, J. A.; CARVALHO, B. M. A. D. Fracionamento de
1137 carboidratos de silagem de capim-elefante emurchecido ou com farelo de
1138 cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 1000-1005, 2007.
- 1139 COBLENTZ, W. K.; AKINS, M. S. Silage review: Recent advances and future
1140 technologies for baled silages. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 5, p. 4075-4092,
1141 2018.
- 1142 COPANI, G., NIDERKORN, V., ANGLARD, F., QUEREUIL, A., & GINANE, C.
1143 Silages containing bioactive forage legumes: a promising protein-rich feed source for
1144 growing lambs. **Grass and Forage Science**, v.71, p.622–631, 2016.
- 1145 DAHER, R. F., RODRIGUES, E. V., ARAÚJO, M., PINHEIRO, L. S., GRAVINA, G.
1146 D. A., LEDO, F. D. S., & PEREIRA, A. Variação sazonal na produção de forragem de
1147 clones intra e interespecíficos de capim elefante. **Revista Agrarian**, v.10, n.38, p.294-
1148 303, 2017.
- 1149
1150 DETMANN, E., SOUZA, M. D.; VALADARES FILHO, S. D. C.; QUEIROZ, A. D.,
1151 BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. D. O.; AZEVEDO, J. A. G. **Métodos para análise**
1152 **de alimentos**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 214p. 2012.
- 1153
1154 FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. **ExpDes.pt: pacote**
1155 **experimental desingns (Portuguese)**. R package version 1.2.0, 2018. Disponível em:
1156 <<https://cran.r-project.org/package=ExpDes.pt>>
- 1157
1158 FERREIRA, D. DE J. et al. Silage fermentation and chemical composition of elephant
1159 grass inoculated with rumen strains of Streptococcus bovis. **Animal Feed Science and**
1160 **Technology**, v.183, p.22–28, 2013.
- 1161
1162 FERREIRA, G. D.; SANTOS, M. V.; LIRA, M. A.; MELO, A. C. ALMEIDA, O. C.,
1163 RIBEIRO, C. R.; PALMIERI, A. D. Quantitative and qualitative characteristics of
1164 elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schum) clones in the semi-arid lands of
1165 Pernambuco (Brazil). **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v.26, p.15–23,
1166 2013.
- 1167
1168 FREITAS, E. V. DE. Forrageiras: Capim-elefante “IRI-381”. In: GALDINO, A. A. DE
1169 S. (Ed.). **Cultivares recomendadas pelo IPA para a Zona da Mata de**
1170 **Pernambuco**. 1º ed. Recife: IPA, 2009. p. 150.
- 1171
1172 HOLDEN, L.A. Comparison of methods of in vitro dry matter digestibility for tem
1173 feeds.**Journal of Dairy Science**, v.82, n.8, p.1791-1794, 1999.
- 1174
1175 GERON, L. J. V.; DA SILVA CABRAL, L.; TRAUTMANN-MACHADO, R. J.;
1176 ZEOULA, L. M., OLIVEIRA, E. B., GARCIA, J.; AGUIAR, R. P. S. Avaliação do teor
1177 de fibra em detergente neutro e ácido por meio de diferentes procedimentos aplicados às
1178 plantas forrageiras. **Semina:Ciencias Agrarias**, v.35, p.1533–1542, 2014.
- 1179

1180 JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na
1181 avaliação da qualidade da forragem conservada Methodological advances in evaluation.
1182 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101–119, 2007.
1183

1184 KUNG, L.; SHAVER, R.D.; GRANT, R.J.; SCHMIDT, R.J. Silage review:
1185 Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal**
1186 **of Dairy Science**, v.101, p.4020–4033, 2018.
1187

1188 LIMA, E. S.; SILVA, J. F. C.; VÁSQUEZ, H. M.; ARAÚJO, S. A. C.; LISTA, F. N.;
1189 CARNEIRO, R. F. V.; COSTA, D. P. B. Composição e digestibilidade *in vitro* de
1190 genótipos de capim-elefante, aos 56 dias de rebrota. **Archivos de Zootecnia**, v.57, p.279-
1191 282, 2008.
1192

1193 LIRA, M.A.; CUNHÃ, M.V.; PEREIRA, A.V. Melhoramento genético do capim-
1194 elefante. In: LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; MELLO,
1195 A.C.L. (Eds.). **Capim-elefante: fundamentos e perspectivas**. Recife: IPA/UFRPE, p.31-
1196 48. 2010.
1197

1198 MACÊDO, A. J., NETO, J. M. C., DA SILVA, M. A.; SANTOS, E. M. Potencialidades
1199 e limitações de plantas forrageiras para ensilagem: Revisão. **Revista Brasileira de**
1200 **Higiene e Sanidade Animal**, v. 13, n. 2, p. 320-337, 2019.
1201

1202 MACIEL, R. P.; NEIVA, J. N. M.; OLIVEIRA, R. C.; DE ARAÚJO, V. L.; LÔBO, R.
1203 N. B. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-elefante contendo
1204 subproduto da mandioca. **Revista Ciência Agronômica**, v.39, n. 01, p.142-147, 2008.
1205

1206 McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**.
1207 Marlow, UK: Chalcombe Publications, p.32-42, 1991.
1208

1209 MISTURA, C., A, S VIEIRA, P., CARVALHO DE SOUZA, T., R DOS SANTOS
1210 LIMA, A., A, OLIVEIRA, F., LOIOLA DOURADO, D.; M. PINHEIRO, C. Produção
1211 e partição da biomassa e parâmetros estruturais do caule e da folha da cunhã adubada
1212 com fósforo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 11, n. 2, 2010.
1213

1214 MUSCO, N.; KOURA, I. B.; TUDISCO, R.; AWADJIHÈ, G.; ADJOLOHOUN, S.;
1215 CUTRIGNELLI, M. I.; CALABRÒ, S. Nutritional characteristics of forage grown in
1216 south of Beninollica, Maria Pina Houinato, Marcel Infascelli, Federico Calabrò, Seren.
1217 **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.29, p.51–61, 2016.
1218

1219 MUCK, R. E.; NADEAU, E. M. G.; MCALLISTER, T. A.; CONTRERAS-GOVEA, F.
1220 E., SANTOS, M. C; KUNG JR, L. Silage review: Recent advances and future uses of
1221 silage additives. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 5, p. 3980-4000, 2018.
1222

1223 OUDE ELFERINK, S.J.W.H. Silage fermentation processes and their manipulation. In:
1224 FAO ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, 1999, Rome. Silage
1225 making in the tropics with emphasis on smallholders. **Proceedings**. Rome: FAO, p.17-30
1226 2000.
1227
1228
1229

- 1230 QUARESMA, J. P. S.; ABREU, J. G. D., ALMEIDA; R. G. D., CABRAL, L. D. S.,
 1231 OLIVEIRA, M. A. D.; RODRIGUES, R. C. Recuperação de matéria seca e composição
 1232 química de silagens de gramíneas do gênero *Cynodon* submetidas a períodos de pré-
 1233 murchecimento. **Ciencia e Agrotecnologia**, v.34, p.1232–1237, 2010.
- 1234 PEREIRA, O.G.; ROCHA, K.D.; FERREIRA, C.L. de L. Composição
 1235 química, caracterização e quantificação da população de microrganismos em capim-
 1236 elefante cv. Cameroon (*Pennisetum purpureum* Schum.) e suas silagens. **Revista**
 1237 **Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1742-1750, 2007.
 1238
- 1239 PIRES, D. D. R.; JAYME, D. G.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.,
 1240 RODRIGUEZ, N. M.; JAYME, C. G. Qualidade e valor nutritivo das silagens de três
 1241 híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) colhidos em diferentes estádios de maturação.
 1242 **Revista brasileira de Medicina Veterinária**, v.5, n.2, p.241-256, 2006.
 1243
- 1244 SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e**
 1245 **desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de**
 1246 **cana-de-açúcar**. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade de São Paulo,
 1247 2006.
 1248
- 1249 SILVA, A. O.; MOURA, G. B. A.; KLAR, A. E. Classificação climática de
 1250 Thornthwaite e sua aplicabilidade agroclimatológica nos diferentes regimes de
 1251 precipitação em Pernambuco. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainage - Irriga**,
 1252 v. 19, n. 1, p. 46, 2014.
 1253
- 1254 STIDA, W. F.; DAHER, R. F.; VIANA, A. P.; VIDAL, A. K. F.; FREITAS, R. S.;
 1255 SILVA, V. B. D.; FURLANI, E. P. Estimation of genetic parameters and selection of
 1256 elephant-grass (*Pennisetum purpureum* Schumach.) for forage production using mixed
 1257 models. **Chilean journal of agricultural research**, v.78.2018.
 1258
- 1259 TOSI, P. Avaliação do Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Cultivar
 1260 Taiwan A-148, Ensilado com Diferentes Técnicas de Redução de Umidade. **Revista**
 1261 **Brasileira de Zootecnia**, v.28, p.947–954, 1999.
 1262
- 1263 VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: Methods
 1264 for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to
 1265 animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.
 1266
- 1267 VERIATO, F. T. KICHEL, A.N.; THIAGO. Características fermentativas e valor
 1268 nutritivo de silagens de sorgo. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 40, 2018.
 1269
- 1270 VIANA, B. L.; MELLO, A. C. L. D.; GUIM, A., LIRA, M. D. A.; DUBEUX JÚNIOR,
 1271 J. C. B.; SANTOS, M. V. F. D.; CUNHA, M. V. D. Morphological characteristics and
 1272 proportion of leaf blade tissues of elephant grass clones under sheep grazing. **Pesquisa**
 1273 **Agropecuária Brasileira**, v.53, p.1268–1275, 2018.
 1274
- 1275 ANDRADE, I. V. O.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. D.; VELOSO, C. M.;
 1276 BONOMO, P. Perdas, características fermentativas e valor nutritivo da silagem de
 1277 capim- elefante contendo subprodutos agrícolas. **Revista Brasileira de Zootecnia**.
 1278 p.2578–2588, 2010.
 1279

1280 ZANINE, A. D. M.; SANTOS, E. M.; DÓREA, J. R. R., DANTAS, P. A. D. S.;
1281 SILVA, T. C. D.; PEREIRA, O. G. Evaluation of elephant grass silage with the addition
1282 of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2611-2616,
1283 2010.

1284

1285

1286

1287