CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS, NUTRICIONAIS E ESTABILIDADE AERÓBICA DE SILAGENS MISTAS DE CAPIM ELEFANTE E FEIJÃO GUANDU

FERMENTATIVE, NUTRITIONAL, AND AEROBIC STABILITY CHARACTERISTICS OF MIXED ELEPHANT GRASS AND PIGEON PEA SILAGES.

Viviane Correa Santos[1], Crislane de Souza Silva, Artur Marques de Araújo

[1]Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano
Autor para correspondência: viviane.correa@ifbaiano.edu.br

RESUMO:

A silagem mista possibilita uma complementariedade nutricional, refletindo na qualidade final da silagem. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de feijão guandu sobre a dinâmica fermentativa, qualidade nutricional e estabilidade aeróbia de silagens mistas de capim elefante. Para a confecção da silagem foram utilizados capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) variedade capiaçu e o feijão guandu (*Cajanus cajan).* Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (0, 15, 30, 45 e 60% de inclusão de feijão guandu com base na matéria seca) e cinco repetições. Os ingredientes das silagem foram misturados manualmente até atingir a homogeneidade, posteriormente o material foi ensilado em 25 silos experimentais de Policloreto de Vinila (PVC). Após 40 dias de fermentação foram determinados o perfil fermentativo e estabilidade aeróbia das silagens. Nas condições experimentais, recomenda-se a inclusão de até 60% de Feijão Guandu combinado com BRS Capiaçu para compor silagens mistas, em virtude de melhorar as características fermentativas, perfil nutricional, reduzindo as perdas e aumentando a estabilidade aeróbia das silagens.

Palavras-chave: Conservação de forragem, fermentação anaeróbia, nutrientes, perdas por efluentes

1. INTRODUÇÃO

Na maioria das regiões brasileiras a precipitação irregular das chuvas interfere diretamente na disponibilidade de alimento para os ruminantes. Nessa perspectiva, torna-se necessário o emprego de métodos de conservação de forragem, com a finalidade de suprir a demanda de alimentos volumosos e atender a necessidade nutricional dos animais ao

longo do ano. No Brasil, a técnica mais empregada para conservação de plantas forrageiras é a ensilagem, processo pelo qual a forragem é conservada por meio de fermentação anaeróbia (LEMOS et al., 2020).

Dentre as gramíneas tropicais comumente utilizadas para o processo de ensilagem, o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) tem-se destacado por sua elevada produção de matéria seca, alta capacidade de rebrota, boa adaptação às diferentes condições climáticas e pelo equilíbrio de nutrientes quando jovem o que intensifica seu cultivo em todo Brasil (PEREIRA et al., 2017; AMARAL et al., 2020).

De acordo com Zanine et al. (2018) a ensilagem de gramíneas tropicais no início de seu desenvolvimento vegetativo apresenta bons valores nutricionais, no entanto, possui limitação relacionada ao baixo teor de matéria seca, este por sua vez, influência diretamente no aumento da capacidade tampão e dos carboidratos pouco solúveis em água, interferindo no processo fermentativo da silagem.

Essas características favorecem a ocorrência de fermentações secundárias, provocadas por bactérias do gênero *Clostridium*, resultando em perdas significativas de nutrientes através da produção de gases e efluentes. Dessa maneira, altera a conservação da massa ensilada dificultando a produção de silagens de boa qualidade (BEZERRA et al., 2019).

Segundo Macêdo et al. (2021) a utilização de aditivos absorventes no processo de ensilagem de gramíneas tropicais, apresenta-se como uma das principais tecnologias usadas para aumentar os teores de matéria seca e reduzir as perdas frequentemente encontradas nessas silagens. Dentre os aditivos comumente utilizados, as leguminosas têm-se destacado devido seus atributos físico-químicos que melhoram as características fermentativas e nutricionais da silagem.

Nesse sentido, a utilização do feijão guandu (*Cajanus cajan* (L). Millsp) torna-se uma excelente opção para a ensilagem de capim elefante, uma vez que, apresenta alto teor proteico e melhora a digestibilidade dos nutrientes. Com base no exposto, é possível inferir que a silagem mista possibilita uma complementariedade nutricional, refletindo na qualidade final da silagem. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de feijão guandu sobre a dinâmica fermentativa, qualidade

nutricional e estabilidade aeróbia de silagens mistas de capim elefante.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Local do experimento, tratamentos e forrageiras utilizadas

O experimento foi conduzido nas dependências do Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Baiano Campus Santa Inês, situada no Km 2,5 da BR 415 na cidade de Santa Inês – BA, localizada nas coordenadas geográficas, Latitude 13° 17' 32" Sul e Longitude 39°49' 08" Oeste e uma altitude de 398 m.

O clima do município é subúmido e subúmido a seco com variação de temperatura, mínima entre 14,5°C a 22,1°C. A precipitação gira em torno de 800 a 1100 mm ao ano, com chuvas concentradas no verão e um período considerável de estiagem, caracterizando como uma região semiárida.

Foram utilizados capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) variedade capiaçu oriundo de uma capineira já estabelecida após 110 dias de rebrota e a leguminosa feijão guandu (*Cajanus cajan*) oriundo de um banco de proteína com 12 meses de estabelecimento.

Após a colheita o material foi processado em forrageira estacionária (PP-35, Pinheiro máquinas, Itapira, São Paulo, Brasil) em partículas em torno de 2,0 centímetros. Os ingredientes para confecção da silagem foram misturados manualmente até a homogeneidade. Posteriormente foram realizados cinco níveis de mistura (sendo incluídas: 0, 15, 30, 45 e 60% de feijão guandu) com base na matéria natural.

De cada amostra a ser ensilada foram retiradas 500g, acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de ventilação forçada de ar a temperatura de 55ºC por 72 horas, para a determinação da composição químico-bromatológica (Tabela 1).

Tabela 1. Composição químico-bromatológica do BRS Capiaçú e Feijão Guandu e suas misturas antes da ensilagem

Variáveis	Níveis de Inclusão de Feijão Guandu (%)					BRS Capiaçu	Feijão Guandu
	0	15	30	45	60		
MS (%)	26,46	28,62	29,68	36,21	35,91	26,46	45,33
MM (% MS)	7,04	7,41	6,90	6,61	6,19	6,97	3,93

PB (%MS)	6,25	7,33	7,64	7,99	9,69	6,41	11,55
FDN (%MS)	74,84	71,85	71,13	71,18	72,68	74,52	64,07
FDA (%MS)	44,65	43,61	44,55	47,30	50,07	44,93	45,33
HEM (%MS)	30,19	28,24	26,58	23,88	22,61	29,60	18,73
LIG (%MS)	6,12	6,70	8,80	10,55	11,69	5,87	13,90
NDT (%)	45,21	45,13	41,83	36,77	36,69	44,19	38,87

MS (Matéria Seca), MM (Matéria Mineral), PB (Proteína Bruta), FDN (Fibra em Detergente Neutro), FDA (Fibra em Detergente Ácido), HEM (Hemicelulose), LIG (Lignina), NDT (Nutrientes digestíveis totais).

Em seguida o material foi ensilado em 25 silos experimentais de Policloreto de Vinila (PVC), com dimensões de 10 cm de diâmetro por 50 cm de altura e volume de 3.925 cm^3. Para eliminação dos gases durante o processo de fermentação, foi fixado válvula de Bunsen na parte superior do silo onde localiza-se a tampa do mesmo.

Para a drenagem e quantificação dos efluentes, foram colocados na parte inferior de cada silo 1,00 kg de areia protegida por tecido proveniente do polipropileno, para evitar o contato da massa ensilada com a areia. Após o processo de ensilagem os silos foram vedados com tampas de PVC e armazenados por um período de 40 dias.

Perdas por efluentes, gases e recuperação de matéria seca

Após o período de 40 dias, os silos foram abertos desprezando aproximadamente 10 cm das porções das extremidades, considerando apenas a parte central da massa ensilada para avaliação. As perdas por efluentes, gases e recuperação de matéria seca foram estimadas conforme equações descritas por Zanine et al. (2010).

Perdas por efluentes (PE kg/t MF) = [(PVf – Tb) – (PVi – Tb)] /MFi × 1000
Em que: PVi = Peso o conjunto vazio + peso da areia na vedação (kg);
PVf = Peso do conjunto vazio + peso da areia na abertura (kg);
Tb = Peso do conjunto vazio (kg);
MFi = Massa de forragem na vedação (kg).

Para a avaliação do perfil fermentativo no momento da abertura da silagem foi aferida a temperatura (T, em °C) com termômetro digital tipo espeto Incoterm e o pH foi aferido com phmetro de bancada modelo PHS-3C, conforme metodologia de Silva e Queiroz (2002).

Perdas por efluentes (PE kg/t MF) = [(PVf – Tb) – (PVi – Tb)] /MFi × 1000
Em que: PVi = Peso do conjunto vazio + peso da areia na vedação (kg);
PVf = Peso do conjunto vazio + peso da areia na abertura (kg);
Tb = Peso do conjunto vazio (kg);
MFi = Massa de forragem na vedação (kg).

Perdas por gases (PG % MS) = (PCf – PCa) / (MFf x MSf) x 10000
Em que: PCf = Peso do silo cheio vedado (kg);
PCa = Peso do silo aberto (kg);
MFf = Massa de forragem (kg);
MSf = Teor de MS da forragem (%).

Recuperação de matéria seca (RMS %): RMS = (MFa x MSa) / (MFf x MSf) × 100
Em que: MFa = Massa da silagem (kg);
MSa = teor de matéria seca da silagem (%);
MFf = Massa de forragem (kg);
MSf = teor de matéria seca da forragem (%).

Estabilidade aeróbia

Para o ensaio da Estabilidade em Aerobiose(h) (EA, expresso em horas), foi colocado 1 kg de silagem em 25 baldes plásticos sem tampa. Os baldes permaneceram mantidos em ambiente fechado e climatizado com temperatura de 24°C. A estabilidade foi avaliada por um período de 120 horas. A temperatura das silagens foi monitorada com auxílio de termômetro digital tipo espeto em intervalos de 2 horas, durante um período de 120 horas (COSTA et al*.,* 2021).

O pH foi acompanhado em intervalos de 6 horas com auxílio de peagômetro de bancada modelo PHS-3C conforme Araújo et al. (2020). A capacidade tampão foi determinada conforme metodologia de Mizubuti et al. (2009).

Análise estatística

Os dados foram analisados utilizando o PROC GLM do Software *Statistical Analysis System University* (SAS, 2002) submetidos à análise de variância e regressão ao nível de 5% de probabilidade

Características Nutricionais

Após abertura do silos, foram amostrados 200g de silagem de cada unidade experimental e levadas a estufa de ventilação forçada a uma temperatura de 55ºC por 72 horas. Posteriormente foram processadas em um moinho de facas Willey, em peneiras de 1 mm, depois

acondicionadas em recipientes plásticos hermeticamente fechados e identificados. Foram determinadas os teores de matéria seca (MS) em estufa a 105ºC, matéria mineral (MM) por incineração a 550ºC, nitrogênio total (NT) pelo método micro Kjeldahl, sendo multiplicado pelo fator 6,25 para obtenção do teor de proteína bruta (PB) (AOAC, 1984).

A digestibilidade *in vitro* do matéria seca (DIVMS) e matéria orgânica (DIVMO) foi determinada conforme técnica descrita por Tilley & Terry (1963). O teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi determinado conforme Goering & Van Soest (1970) e os teores de fibra em detergente ácido (FDA), bem como os constituintes da fração fibrosa: hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e lignina (LIG), segundo AOAC (1995). O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi estimado pela equação: NDT: MO*DIVMO/100, em que MO é o percentual de matéria orgânica (Barber et al., 1984).

Análise estatística

Os dados foram analisados estatisticamente pelos procedimentos de análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, utilizando o programa PAST 4.03 (Hammer et al., 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 2. Perfil fermentativo de silagem de capiaçu com inclusão de feijão guandu

Variáveis	Níveis de inclusões de Feijão Guandu (%)					EPM	P-Valor	
	0	15	30	45	60		L	Q
Dens[1]	673,54	656,23	571,17	569,39	521,77	12,96	<0.001	0.645
PG[2]	5,57	4,60	3,62	2,65	1,67	0,92	0,003	0,003
PE[3]	63,61	57,43	19,56	5,29	1,93	2,18	<0,001	<0,001
RMS[4]	88,40	95,22	94,13	92,63	88,55	1,10	0,519	<0,001

EPM= Erro padrão da média; L= Linear; Q = Quadrático; Dens: Densidade (Kg/m³); PG = perdas por gases (%MS); PE = perdas por efluentes (Kg/t MF); RMS = recuperação de matéria seca (%MS); = Equações: [1]y= 676,496000 – 2,602520x, R²= 0.92; [2]y= 5,577200 – 0,065013x, R²= 0,80; [3]y= 64,663600 – 1,170013x, R²= 0,90; [4]y= 89,071200 + 0,407933 – 0,007053, R²= 0,89

A inclusão de níveis de feijão guandu na silagem de capiaçu proporcionou comportamento linear decrescente para variável densidade (Tabela 2), com redução de 2,60 Kg/m³ a cada 1% de inclusão de Feijão

Guandu. Conforme a literatura, silagens com densidade entre 600 a 800 kg/m^3 demonstra que ocorreu uma apropriada compactação da massa ensilada, pois, esse fator garante condições de anaerobiose, portanto não afeta o processo fermentativo. No entanto, silagens confeccionadas com forragens que apresentam elevada umidade possui densidades em torno de 500 a 550 kg/m^3 (LOURES et al., 2003).

Apesar da redução da densidade com a inclusão do feijão guandu, os valores encontram-se dentro do indicado para forragens com alta umidade, assim, os resultados encontrados neste trabalho estão favoráveis para obtenção de um bom processo fermentativo. Araújo et al. (2022) trabalhando com dinâmica fermentativa de silagens mistas de capim elefante e leucena, observaram resultados contrários ao desse estudo, ao adicionar maiores proporções de leucena na silagem houve aumento na densidade de 29,37 kg/m^3, no entanto, os valores estão abaixo da faixa considerada ideal.

Houve efeito linear decrescente (P=0,003), (P<0,001) para perdas por gases e perdas por efluentes, o modelo estima uma redução de 0,06% MS e 1,17 Kg/t MF, respectivamente, a cada 1% de inclusão de Feijão Guandu. As perdas por gases e efluentes acontecem ao longo do processo de fermentação da silagem, sendo diretamente influenciadas pelo teor de umidade da forragem (BORREANI et al., 2018). Nas silagens de gramíneas o objetivo é diminuir essas perdas, visto que, o excesso de umidade está associado ao desenvolvimento de bactérias do gênero Clostridium e enterobactérias, que provoca elevação na produção de gases da silagem.

O aumento da produção de gases interfere diretamente na perda de matéria seca, isso porque provoca à redução de carboidratos solúveis na forma de gases, que gera a produção de água, reduzindo o teor de matéria seca da silagem (BALIEIRO NETO et al., 2009). Conforme Queiroz et al. (2021), o aumento das perdas por efluentes provoca lixiviação dos componentes solúveis, causando redução dos nutrientes da silagem em relação ao material ensilado e riscos de poluição ambiental.

Vale ressaltar, que os objetivos foram alcançados com a inclusão de feijão guandu na silagem, evidenciando sua capacidade em absorver a umidade da silagem. Esses resultados

corroboram com os achados de Oliveira Junior et al. (2018) e Araújo et al., (2022). Diante destes resultados, vale evidenciar a importância da produção de silagens mistas para melhorar o processo fermentativo das silagens exclusivas de gramíneas, permitindo, desta forma, adequada conservação do material ensilado.

Ao avaliar a inclusão de feijão guandu nas dietas sobre a resposta da variável RMS (Tabela 2), constatou-se efeito quadrático (P<0,001), com ponto de máxima no tratamento de 15% com 95,22% MS. De acordo com Amaral et al. (2017) A recuperação de matéria seca é fortemente influenciada pelo elevado teor de umidade da forragem e por baixas densidades. Resultado observado nesse estudo, mesmo com a inclusão de feijão guandu na silagem, a densidade influenciou fortemente os níveis de recuperação de matéria seca.

Tabela 3. Estabilidade aeróbia de silagem de capiaçu com inclusão de feijão guandu

Variáveis	Níveis de inclusões					EPM	P-valor	
	0	15	30	45	60		L	Q
TM[1]	24.64	24.35	24.33	24.58	25.60	0.15	0.034	0.005
TAT[2]	87.60	87.60	86.40	43.60	44.40	0.66	<0.001	<0.001
TF[3]	23.42	23.26	23.18	23.58	23.80	0.05	<0.001	<0.001
SDT[4]	-1.90	-6.88	-3.40	4.28	16.38	1.92	<0.001	<0.001
DMAX	1.56	1.16	1.28	1.34	1.58	0.17	0.692	0.074
EA	96.00	96.00	96.00	96.00	96.00	0.00	0.998	0.998
pH inicial[5]	3.85	3.89	4.45	4.93	5.10	0.11	<0.001	0.056
pH final[6]	3.78	3.89	4.37	4.81	5.17	0.11	<0.001	0.040
TpHmax	38.40	42.00	42.00	40.80	38.40	8.84	0.966	0.694
pHmax[7]	3.93	4.00	4.53	5.59	5.09	0.11	<0.001	0.189

TM= Temperatura máxima (°C); TAT= Tempo para atingir temperatura máxima (horas); TF= Temperatura final (°C); SDT= Somatório da diferença entre a temperatura da silagem e a do ambiente (°C); DMAX= Diferença máxima registrada entre a temperatura da silagem e a do ambiente (°C); EA= Estabilidade Aeróbia (horas); TpHmax= Tempo para atingir pH máximo (horas); pHmax= pH máximo registrado. [1]y= 24.641714 – 0.027829x + 0.000590x², R²= 0.97; [2]y= 96.000000 – 0.869333x, R²= 0.75; [3]y= 23.409143 – 0.016419x + 0.000394x², R²= 0.90; [4]y= -7.848000 + 0.318133x, R²= 0.68; [5]y= 3.784800 + 0.024187x, R²= 0.66; [6]y= 3.739200 + 0.023880x, R²= 0.67; [7]y= 3.846800 + 0.026120x, R²= 0.75

A inclusão de níveis de feijão guandu na silagem de capiaçu não influenciou (p>0,05) as variáveis de DMAX, TpHmax e EA.

Ocorreu variação de forma quadrática (p=0.005) para a TM, com ponto de mínima de 24,33 °C na inclusão de 30% de feijão guandu. Houve efeito linear decrescente (P<0,001) para TAT e TF, o modelo estima uma redução de 0,86 horas e 0,01 °C a cada 1% de inclusão de feijão guandu. Com relação à SDT, pH inicial, pH final, pH max da silagem, estas

variáveis apresentaram comportamento linear crescente.

Segundo Mc Donald et al. (1991), para promover uma eficiente conservação da massa ensilada o pH deve apresentar uma faixa de 3,8 a 4,2. Nesse trabalho, ocorreu aumento linear do pH com a inclusão de feijão guandu na massa ensilada, revelando maior resistência ao abaixamento do pH da silagem.

Esse resultado está relacionado a maior capacidade tampão que as leguminosas apresentam e baixo teor de carboidratos solúveis quando comparado com as gramíneas (ANDRADE et al., 2019). Apesar disso, os resultados observados para a inclusão de até 45% de feijão guandu estão dentro do estabelecido pela literatura.

A estabilidade aeróbia da silagem consiste na resistência da massa de forragem ao processo de deterioração após a abertura do silo, quando a massa é exposta ao ar (JOBIM et al., 2007). A perda da estabilidade aeróbia geralmente ocorre em função do aumento da temperatura e dos altos valores de pH (LIMA et al., 2015). O que não foi observado nesse trabalhado, a temperatura manteve-se contante, não havendo picos de temperaturas. Assim, foi possível observar baixos valores de DMAX e SDT.

Mediante esses fatores, não houve quebra da estabilidade nos tratamentos avaliados, ou seja, a temperatura da silagem não alcançou 2°C acima da temperatura ambiente durante 96 horas de exposição ao ar. Esses resultados sugerem que houve boas concentrações de ácido acético na silagem, pois este ácido inibe a atividade de fungos e leveduras impedindo a deterioração da silagem (AMARAL et al., 2008). Esse resultado é bastante satisfatório, pois, ocorre a preservação por mais tempo dos nutrientes que deverão ser consumidos pelos animais.

Tabela 4. Composição químico-bromatológica das silagens

	Níveis de Inclusão de Feijão Guandu (%)				
Variáveis	**0**	**15**	**30**	**45**	**60**
MS (%)	21,43a	25,64a	26,85ab	30,65b	30,60b
MM (% MS)	8,40a	7,10b	6,44bc	6,20c	5,74c
PB (%MS)	5,36a	7,85b	7,70b	7,86b	9,03c
FDN (%MS)	74,38a	70,10b	72,34ab	74,74a	71,55a
FDA (%MS)	45,82a	45,20a	48,24b	51,10c	49,68bc
HEM (%MS)	28,56a	24,90b	24,09bc	23,64c	21,87d
LIG (%MS)	5,59a	7,81b	9,95c	12,30d	11,77d
CEL (%MS)	38,44a	35,63b	36,92b	37,47b	36,65b
DIVMS (%)	54,40a	52,36a	47,95b	41,80c	47,04b
DIVMO (%)	50,79a	48,70a	44,39b	37,90c	43,30b
NDT (%)	46,53a	45,24a	41,53b	35,55c	40,81b

Médias seguidas com mesma letra na linha, não diferem (p<0,005) pelo teste Tukey.
MS (Matéria Seca), MM (Matéria Mineral), PB (Proteína Bruta), FDN (Fibra em Detergente Neutro), FDA (Fibra em Detergente Ácido), HEM (Hemicelulose), LIG (Ligmina), CEL (Celulose), DIVMS (Digestivilidade *in vitro* da matéria seca), DIVMO (Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica), NDT (Nutrientes digestíveis totais).

Verificou-se uma diminuição nos teores de MS em todas as silagens avaliadas (Tabela 4), quando comparadas aos seus respectivos materiais ensilados (Tabela 1). Mesmo tendo ocorrido diminuição de MS, o teor médio de MS das silagens com inclusão de 45 e 60% de feijão guandu foi de 30,63%, valor este que está de acordo com a literatura, para obtenção de uma silagem de boa qualidade, de 30 a 35% de MS (McDonald et al., 1991). Estes valores são superiores aos citados por Araújo et al., (2022), que analisando silagens de capim elefante e amendoim forrageiro, encontraram variação entre 24,68 e 28,12%.

Os valores médios observados para MM diminuíram com a inclusão do feijão guandu na composição das silagens. Esta diminuição no teor de MM deve-se à menor proporção desse componente na composição nutricional do feijão guandu, em relação ao BRS-Capiaçú (Tabela1). Fato contrário foi observado por Araújo et al., (2022) e Nurhayu et al., (2021), que ao associarem amendoim forrageiro e a leguminosa (Indigofera sp.) ao capim elefante, observaram aumento nos teores de MM conforme aumentaram a inclusão das leguminosas.

A composição da silagem do capim BRS Capiaçú foi melhorada com a inclusão de feijão guandu devido à maior concentração de PB nesta planta forrageira (11,55% PB; Tabela 1). Os teores de PB das silagens variaram de 7,70% a 9,03% (Tabela 4). Segundo Van Soest (1994), para efetiva fermentação microbiana ruminal, os

alimentos fornecidos aos animais ruminantes devem conter no mínimo 7% de PB. Desta forma, os teores de PB das silagens produzidas com inclusão de feijão guandu estão acima do mínimo necessário para garantir o crescimento da microbiota ruminal. Vale destacar o nível de 60% de inclusão de feijão guandu que apresentou 9,03%PB, sendo a maior concentração em relação aos outros níveis. Estes resultados são inferiores ao obtidos por Azevedo et al., (2020), que analisando silagens de capim elefante com níveis de inclusão de moringa, encontraram variação entre 10,98 e 14,09%.

Gomes et al., (2021) relataram aumentos lineares no teor de PB em *Urochloa brizantha* cv. Marandu com adição de amendoim forrageiro às silagens. Além disso, a preservação da quantidade de proteína está associada ao pH da silagem: quanto mais rápido o pH for reduzido e atingir níveis abaixo de 4,0, melhor será a preservação do teor de proteína e carboidratos da silagem (Özyurt et al., 2016).

Os componentes da parede celular, FDN, FDA, HEM, CEL e LIG da silagem de BRS Capiaçú com inclusão de feijão guandu, com base na MS, são apresentados na Tabela 4. O teor de FDN é indicativo da quantidade total de fibra do volumoso, estando diretamente relacionada ao consumo pelos animais. Os teores de FDN das silagens variaram entre70,10 e 74,74% Estes valores são superiores aos citados por Azevedo et al., (2020), que analisando silagens mistas de capim elefante com inclusão de moringa, encontraram variação entre 50,01 e 56,59%. Estes teores de FDN nas silagens podem ser justificados pelos altos teores de FDN (64,07% da MS) do feijão guandu e (74,52% da MS) do BRS Capiaçú (Tabela 1), já que elevando o percentual de inclusão de feijão guandu não foi suficiente para reduzir os teores de FDN das silagens.

Segundo Resende et al. (1994), dietas contendo menores teores de FDN possibilitam maior ingestão de MS pelo animal, em razão do menor efeito físico de enchimento do rúmen, pelo material fibroso, fato que pode propiciar uma maior taxa de passagem, estimulando o consumo. Desta forma, as silagens com inclusão de feijão guandu, verificadas neste experimento poderiam acarretar menores consumo, por apresentarem maiores valores de FDN.

Os teores de FDA, que indicam a digestibilidade da silagem por

apresentar maior proporção de lignina (fração não digestível) e celulose encontrada nos materiais variaram entre 45,20 e 51,10%, foram superiores aos citados por Azevedo et al., (2020), que analisando silagens mistas de capim elefante com inclusão de moringa, encontraram variação entre 37,62 e 40,79%.

Segundo Cândido et al. (2007), os teores de FDA acima de 44% nas silagens implicam em limitações no consumo, pois a FDA constitui a parte mais indigestível da fibra presente nos nos alimentos volumosos por conter lignina na sua constituição. Com base neste parâmetro, as silagens deste estudo poderiam ser responsáveis pela limitação do consumo, pois a FDA das silagens variaram de 45,20 e 51,10%. De acordo com Van Soest (1994) quanto menor o teor de FDA dos alimentos maior será a sua digestibilidade, fato este comprovado pela DIVMS e DIVMO (Tabela 4), quanto maior o teor de FDA das silagens menores foram os valores de digestibilidade in vitro. A DIVMS entre as silagens variou de 41,80 a 52,36%, sendo avaliadas segundo a classificação de Borges et al. (1997), com base nos teores de DIVMS, como silagens de boa qualidade.

Com o aumento no nível de inclusão de feijão guandu nas silagens houve uma redução na concentração de hemicelulose nas silagens. Esta redução é justificada devido rompimento das células da planta possibilitar a ação de enzimas como amilase e hemicelulase (Pedroso, 1998). A hemicelulose pode ser reduzida no processo fermentativo devido a mesma passar por processo de hidrólise ácida para liberar componentes solúveis para a fermentação (ÁVILA et al. 2003).

Já o aumento no teor de LIG demonstrado com a inclusão de feijão guandu nas silagens é uma característica nutricional indesejável, afetando a biodegradação da lignocelulose (Machado et al., 2020). O aumento do conteúdo de lignina corrobora com os aumentos observados por Gomes et al., (2021) ao incluir níveis de amendoim forrageiro na composição de *Urochloa brizantha* cv. Marandu.

A redução no teor de NDT está associado à presença de feijão guandu na composição das silagens de BRS Capiaçú. Na comparação das silagens avaliadas, os teores variam de 35,55 a 45,24%, semelhante aos relatados por Araújo et al., 2022, avaliando a

qualidade nutricional de sialgens mistas de capim elefante com amendoim forrageiro, indicando qualidade semelhante destes materiais quanto ao seu valor energético.

Desta forma, a inclusão de feijão guandu na ensilagem de BRS Capiaçú é uma alternativa viável para a melhoria no valor nutritivo das silagens no que se refere aos teores de MS, PB, DIVMS.

4 CONCLUSÃO

Nas condições experimentais, recomenda-se a inclusão de até 60% de Feijão Guandu combinado com BRS Capiaçu para compor silagens mistas, em virtude de melhorar as características fermentativas, perfil nutricional, reduzindo as perdas e aumentando a estabilidade aeróbia das silagens.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. C et al. Estabilidade aeróbia de silagens do capim-marandu submetidas a diferentes intensidades de compactação na ensilagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.977-983, 2008.

AMARAL, R. C et al. Novel lactic acid bacteria strains enhance the conservation of elephant grass silage cv. BRS Capiaçu. **Animal Feed Science and Technology**, p. 114472, 2020.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 16. ed. Arlington: AOAC, 1995.

AOAC ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS .20th. Latimer Jr., G.W. Washington (D.C.); p. 3100, 2016.

AOCS - Official methods and recommended practices of the American Oil Official Method Chemists' Society, 7th. ed. p.3000, 2017.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST - AOAC. **Official methods of analysis** 14.ed. Washington, D.C.: 1984. 1141p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST - AOAC **Official methods of analysis** 16.ed. Washington, D.C., 1995. 1094p.

ARAÚJO, C. A et al. Efeito do Tempo de Ensilagem sobre a composição química, perfil Fermentativo e Estabilidade Aeróbia de Silagens de Milho (Zea mays). **Diversitas Journal**, v. 5, n. 1, p. 547-561, 2020. Doi: https://doi.org/10.17648/diversitas-journal-v5i1-1035.

ARAÚJO, J. S et al. Fermentation dynamics, nutritional quality, and heating capacity of mixed silages of elephant grass (Pennisetum purpureum Schum) and Leucaena (Leucaena leucocephala). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 59, p. 1-9, 2022.

ARAÚJO, C. DE A., NOVAES, J. J. DA S., DE ARAÚJO, J. S., DE MACEDO, A., SILVA, C. DE S., DA SILVA, T. DA C., EMERENCIANO NETO, J. V., LEAL DE ARAÚJO, G. G., CAMPOS, F. S., & GOIS, G. C. (2024). Perfil fermentativo, calidad nutricional y estabilidad aerobia de ensilajes mezclados de hierba elefante (Pennisetum purpureum Schum) y maní forrajero (Arachis pintoi). **Revista MVZ Córdoba,** *27*(3), e2549. https://doi.org/10.21897/rmvz.2549

ÁVILA, C. L. S.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; MORAIS, A. R.; FIGUEIREDO, H. C. P.; TAVARES, V. B. Perfil de fermentação das silagens de capim-Tanzânia com aditivos – teores de nitrogênio amoniacal e pH. Ciência e Agrotecnologia, v.27, n.5, p.1144-1151, 2003.

AZEVEDO, R. L et al. Feijão guandu: uma planta multiuso. Revista da FAPESE, v. 3, n. 2, p. 81-86, 2007.

AZEVEDO, M. M. R., GUIMARAES, A. K. V., CABRAL, ÍCARO DOS S., BARBOSA, C. R., MACHADO, L. S., PANTOJA, J. DE C., AMARAL, T. E. DOS S., & AGUIAR, A. S. (2020). Características de silagens de capim-elefante (Pennisetum purpureum Schum.) com níveis de inclusão de moringa (Moringa oleífera Lam.) **Brazilian Journal of Development,** *6*(9), 71418–71433. https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-549

BARBER, W.P.B.; ADAMSON, A.H.; ALTMAN, J.F.B. New methods of feed evaluation. In: HARESIGN, W.; COLE, D.J.A. (Eds.) **Recent advances in animal nutrition** London: Butterworths, 1984. p.161-176.

BALIEIRO NETO, G et al. Perdas fermentativas, composição química, estabilidade aeróbia e digestibilidade aparente de silagem de cana-de-açúcar com aditivos químico e microbiano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 6, p. 621-630, 2009.

BEZERRA, H. F. C et al. Fermentation characteristics and chemical composition of elephant grass silage with ground maize and fermented juice of epiphytic lactic acid bacteria. **South African Journal of Animal Science**, v.*49,* p.522-533. 2019. DOI: 10.4314/sajas.v49i3.13

BOLSEN, K. K et al. Effects of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfafa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v. 75, p. 3066-3083, 1992. Doi: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(92)78070-9.

BORREANI, G et al. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 3952-3979, 2018. Doi: https://doi.org/10.3168/jds.2017-13837.

BORGES, A.L.C.C.; GONÇALVES, L.C.; RODRIQUEZ, N.M. et al. Qualidade de silagens de híbridos de sorgo de porte alto, com diferentes teores de tanino e umidade no colmo. **Pesquisa Brasileira Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.49, n.4, p.441-452, 1997.

CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ.; N. M.; FERREIRA.; A. C. H. Características fermentativas e composição química de silagens de capimelefante contendo subproduto desidratado do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1489-1494, 2007 (supl.)

CAVALCANTE, A. C. R.; NEIVA, J. N. M. Produção de silagem. In: CAMPOS, A. C. M. (Ed.). Do campus para o

campo: tecnologias para produção de ovinos e caprinos. Fortaleza: Gráfica Nacional, 2005. p.77-88.

COSTA, D. M et al. New epiphytic strains of lactic acid bacteria improve the conservation of corn silage harvested at late maturity. **Animal Feed Science and Technology**, v. 274, n. 4, p. 114852, 2021. Doi: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2021.114852.

DE OLIVEIRA JÚNIOR, J. R. B., ARAÚJO, C. F., & DOS SANTOS NUNES, T. S. Perdas fermentativas de silagens de capim elefante com níveis crescentes de cunhã. In: XII Congresso Nordestino de Produção Animal, p. 3, 2018.

FERRARI Jr., E.; POSSENTI, R. A.; LIMA, M. L. P. et al. Características, composição química e qualidade de silagens de oito cultivares de milho. **Boletim de Indústria Animal**, v.62, p.19-27, 2005.

FERREIRA, A. C. H et al. Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. **Revista Ciências Agronômica**, Fortaleza, v.41, p.693-701, 2010.

FERREIRA, D. J. et al. Silage fermentation and chemical composition of elephant grass inoculated with rumen strains of *Streptococcus bovis*. **Animal Feed Science and Technology**, v. 183, p.22-28, 2013.

GEBREHANNA, M. M et al. Silage effluent management: A review. **Journal of Environmental Management**, v.143, n.1, p.113-122, 2014.

GOERING, H.K.; Van SOEST, P.J. **Forage fiber analysis: apparatus reagents, procedures and some applications**. Agricultural Handbook, 379. Washington, DC.: 1970.

GOMES FM, RIBEIRO KG, SOUZA IA, SILVA JL, AGARUSSI MCN, SILVA VP, et al. Chemical composition, fermentation profile, microbial population and dry matter recovery of silages from mixtures of palisade grass and forage peanut. **Trop Grassl-For Trop**. 2021; 9(1):34–42. https://doi.org/10.17138/TGFT(9)34-42

HALL, M. B. Recent advanced in non-ndf carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEPE, 2001. p.139-148.

HAMMER, Ø., HARPER, D.A.T., AND P. D. RYAN, 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis.2001.

JÚNIOR, F. J. C. Composição bromatológica e qualidade fermentativa de silagem de sorgo com inclusão de feijão guandu. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) Universidade Estadual de Montes Claros, p.50, 2016.

LEMOS, M. F et al. Nutritional value, fermentation losses and aerobic stability of elephant grass (Pennisetum purpureum Schum.) silage treated with exogenous fibrolytic enzymes. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.*42*, 2020. DOI: https://10.4025/actascianimsci.v42i1.48272

LOURES, D.R.S et al. Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante sob diferentes níveis de compactação. **Revista Brasileira de**

Zootecnia, v.32, n.6, p.1851-1858, 2003.

MACÊDO, A. J et al. Potencialidades e limitações de plantas forrageiras para ensilagem: Revisão de Literatura. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.15, n.1 p. 17, 2021.

MACHADO E,; PINTRO P.T.M,; ÍTAVO L.C.V,; AGUSTINHO B.C,; DANIEL J.L.P, SANTOS N.W, et al. Reduction in lignin content and increase in the antioxidant capacity of corn and sugarcane silages treated with an enzymatic complex produced by white rot fungus. **Plos ONE**. 2020; 15(2):e0229141. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0229141

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. Biochemistry of silage. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340p

MARANHÃO, T. D et al. Biomass components of Pennisetum purpureum cv. Roxo managed at different growth ages and seasons. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.19, n.1, p.11-22, 2018.

MIZUBUTI, I. Y et al. Métodos laboratoriais de avaliação de alimentos para animais. Londrina: Eduel, 1. 2009.

MOURA, M. S. B.; SOBRINHO, J. E.; DA SILVA, T. G. F. Aspectos meteorológico do semiárido brasileiro. Parte de livro, p. 19-20, 2019.

NURHAYU A, SAENAB A, ELLA A, ISHAK ABL, QOMARIYAH N The effects of elephant grass silage combined with Indigoferasp. On the performance of bali cattle. **J Anim Health Prod**. 2021; 9(3):229-235. http://dx.doi.org/10.17582/journal.jahp/2021/9.3.229.235

NUSSIO, L. G., PAZIANI, S. D. F., Nussio, C. M. B., 2002. Ensilagem de capins tropicais. In Embrapa Pecuária Sudeste. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 39, 2002, Recife, PE. SBZ: Ed. dos Editores.

NUSSIO, L. G.; LIMA, L. G. Volumosos para bovinos de corte em confinamento. In: Peixoto, A. M. et al. (eds.). Confinamento de bovinos de corte. Piracicaba: FEALQ, 2000. p. 85-112.

OLIVEIRA, T. N et al. Métodos de avaliação de disponibilidade de forragem em clones de *Pennisetum*sp. sob pastejo. **Revista Brasileira de Ciências Agrária**, Recife, v2, p. 168-173, 2007**.**

ÖZYURT G, GÖKDOĞAN S, ŞIMŞEK A, YUVKA I, ERGÜVEN M, BOGA EK. Fatty acid composition and biogenic amines in acidified and fermented fish silage: a comparison study. **Arch Anim Nut**. 2016; 70(1):72-86. https://doi.org/10.1080/1745039X.2015.1117696

PALUDO, A et al. Feijão guandu em três alturas de corte na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v. 9, n. 5, p. 1981-1994, 2012.

PEDROSO, A. D. F. (1998). Silagem-princípios básicos-produção-manejo.In Embrapa Pecuária Sudeste-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: CRUZ, GM da; MONTEIRO NOVO, AL Curso: produção e manejo de silagem. Resumo... Sao Carlos: EMBRAPA-CPPSE, 1998. p. 11-40.

PEGORARO, R. F et al. Manejo da água e do nitrogênio em cultivo de capim elefante. **Ciências e Agrotecnologia,** Lavras, v. 33, n. 2, p. 461-467, 2009.

PEREIRA, A. VANDER; LÉDO, F. J. DA S.; MACHADO, J. C. BRS Kurumi and 541 BRS Capiaçu - 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.

QUEIROZ, F. E et al. Effect of row spacing and maturity at harvest on the fermentative profile, aerobic stability, and nutritional characteristics of biomass sorghum (BRS 716) silage in the semiarid region of Brazil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 50, p. 1-13, 2021.

REIS, R.A.; NUSSIO, L.G.; COAN, R.M. et al. Adequação ao uso de alimentos volumosos: custos de produção e desempenho comparativo. In: Coan, R. M.; Reis, R.A. (Orgs.) Confinamento: gestão técnica e econômica. Jabuticabal: Multipress, 2006. p.113-136.

RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; FONTES, C.A.A. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.366-376, 1994

RODRIGUES, L. R. A et al. Capim-elefante. In: Simpósio sobre manejo da pastagem, 17., 2001, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 203-224.

SEIFFERT, N. F.; THIAGO, L. R. L. S. Leguminosa cultura forrageira para produção de proteína: guandu (Cajanuscajan). Embrapa-CNPGC, 1983. Circular Técnica, 13.

SENGER, C. C. D et al. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**. v. 146, n. 1-2, p. 169-174, 2008. Doi: https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.12.008.

SILVA, D. J et al. **Análise de alimentos**: métodos químicos e biológicos. Viçosa, MG: Editora UFV, p.235, 2002.

SNIFFEN, C. J et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**. 70, 12, 3562-3577, 1992. Doi: https://doi.org/10.2527/1992.70113562x.

SOUZA, W. F. Silagem de estilosantes campo grande: perfil fermentativo e desempenho produtivo de bovinos de corte. 2013. 79p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa- UFV, Viçosa.

STELLA, L. A.; PERIPOLLI, V.; PRATES, E. R.; BARCELLOS, J. O. J. Composição química das silagens de milho e sorgo com inclusão de planta inteira de soja. **Boletim de Indústria Animal**, v.73, p.73-79, 2016.

SUDENE - Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste, 2018. Nova delimitação do Semiárido - 2018. http://www.sudene.gov.br/delimitacao-do-semiarido. Acesso 30 de Maio de 2022.

TILLEY, J.M.; TERRY R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.

VAN SOEST, P. J et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of dairy science**, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991. Doi: https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Ithaca, New York: CornellUniversity Press, 1994. 476p.

ZANINE, A. D. M et al. Evaluation of elephant grass with addition of cassava scrapings. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.12, p.2611-2616, 2010.

ZANINE, A. M et al. Fermentation and chemical composition of guinea grass silage added with wheat meal and Streptococcus bovis. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v.*61*, p.487-494. 2018.