

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
RONDÔNIA – *Campus* Colorado do Oeste**
Curso de Zootecnia

VITOR FELIPE DA SILVA

**USO DE ADITIVOS NAS SILAGENS DE CAPINS TROPICAIS: REVISÃO DE
LITERATURA**

Colorado do Oeste – Rondônia
2023

VITOR FELIPE DA SILVA

USO DE ADITIVOS NAS SILAGENS DE CAPINS TROPICAIS: REVISÃO DE LITERATURA

Trabalho de conclusão de curso apresentado, como parte do requisito para obtenção do título em Bacharel em Zootecnia, sob a orientação do **Professor Dr. Fagton de Mattos Negrão.**

Colorado do Oeste – Rondônia

2023

**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO,
Colorado do Oeste-RO**

VITOR FELIPE DA SILVA

Aprovado em: 13/12/2023

Fagton de Mattos Negrão
Orientador

Francisco Jocelho Alexandre de Souza

Jone Rodrigues da Silva

Colorado do Oeste – Rondônia

2023

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Silva, Vitor Felipe da.
USO DE ADITIVOS NAS SILAGENS DE CAPINS TROPICAIS:
REVISÃO DE LITERATURA / Vitor Felipe da Silva, Colorado do
Oeste-RO, 2023.
23 f.

Orientador(a): Prof. Dr. Fagton de Mattos Negrão.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) –
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia -
IFRO, Colorado do Oeste-RO, 2023.

1. Cultivares. 2. Qualidade Fermentativa. 3. Valor Nutritivo. I.
Negrão, Fagton de Mattos (orient.). II. Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140 (Campus Colorado do Oeste)

RESUMO

O Brasil possui diversas espécies de capins tropicais, com alto potencial de produção, que podem ser ensiladas. No entanto, a maior produção dessas gramíneas ocorre nos períodos de maior disponibilidade de fatores abióticos, o que promove à estacionalidade na produção forrageira, sendo necessário o uso de tecnologias de conservação de forragens para manter alimentos de maior qualidade em tempos de escassez. A ensilagem de capins tropicais é uma alternativa interessante, mas apresenta fatores limitantes, pois, invariavelmente essas plantas apresentam baixos teores de matéria seca e de carboidratos solúveis, além de uma alta capacidade tamponante no momento ideal do corte. Para contornar esses problemas tem-se utilizado aditivos sequestrantes de umidade, com resultados bem interessantes, nesta revisão, vamos discutir a utilização de aditivos como estratégia para obter silagens de capim de alta qualidade, visando aumentar o valor nutricional em detrimento às limitações fermentativas.

Palavras-chaves: Cultivares; Qualidade Fermentativa; Valor Nutritivo.

Sumário

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO..... | 5 |
| 2. METODOLOGIA | 6 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA..... | 6 |
| 3.1. Histórico da utilização de silagem de capim no Brasil | 6 |
| 3.2. Fatores que interferem no perfil fermentativo da silagem de capim | 7 |
| 3.3. Utilização de aditivos na silagem de capim | 9 |
| 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 19 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 20 |

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, em vista da extensão da sua área territorial e das condições climáticas favoráveis, apresenta enorme potencial de produção de carne em pastagens. É um país tropical, que possui a maior proporção de sua área situada entre as linhas do Equador e do Trópico de Capricórnio, região do globo caracterizada por médias anuais de temperaturas elevadas e, portanto, favorável ao cultivo de gramíneas forrageiras tropicais, do tipo C₄ as quais possuem elevada taxa fotossintética, com produtividade de matéria seca muito superior à das forrageiras de clima temperado.

Todavia, a ensilagem de capins tropicais tem chamado à atenção, despontando como uma alternativa na alimentação animal interessante para grandes e pequenos pecuaristas. O alto potencial produtivo das gramíneas tropicais é um fator favorável que tem destacado a produção de silagens destas no cenário nacional, evidenciando que são necessários estudos mais aprofundados para que maiores informações tecnológicas cheguem aos produtores. Cabe aos técnicos e produtores estarem atentos aos avanços no uso de tecnologias que possam melhorar o desempenho animal e da atividade como um todo (BUMBIERIS JUNIOR et al., 2008).

A silagem é produzida no Brasil desde o século passado, sua utilização é para garantir a alimentação de volumoso de qualidade e quantidade para uma boa nutrição animal em períodos que as condições climáticas dificultam a produção de forragem (RESENDE et al., 2017).

De acordo com Silva (2001), a ensilagem é uma técnica que consiste em preservar forragens após o corte por meio de picagem, compactação, vedação em silos e fermentação anaeróbica resultando na silagem, que é o produto obtido pela ação de microrganismos sobre os açúcares presentes nas plantas com a produção de ácidos orgânicos, resultando em queda do pH até valores próximos de 4.

Apesar do baixo custo de produção da forragem e da boa produtividade quando bem manejados, o uso de capins tropicais para ensilagem deve ser avaliado com cautela. Isso porque o alto teor de umidade e as perdas durante a conservação podem tornar a silagem de capim uma opção mais cara que outras, como o milho, o sorgo e a cana-de-açúcar.

Portanto, pretende-se com esta revisão, discutir a utilização de aditivos higroscópicos como estratégia para obter silagens de capim de alta qualidade, visando aumentar o valor nutricional em detrimento às limitações fermentativas.

2. METODOLOGIA

O presente trabalho foi realizado por meio de uma análise descritiva e apresentada por uma revisão bibliográfica contendo dados científicos de 6 autores diferentes, entre anos de 2010-2022, conforme a busca os títulos sobre silagens de capins tropicais, uso de aditivos, melhoria da qualidade fermentativa e aumento de valor nutricional. A pesquisa foi realizada em periódicos e sites como a CAPES e SciELO. O intuito é abordar sobre a silagem de capins tropicais com a utilização de aditivos para a melhoria da qualidade fermentativa e incremento do valor nutricional.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Histórico da utilização de silagem de capim no Brasil

A prática da ensilagem no Brasil teve seu início no final do século 19. Porém, a partir de 1920, onde houve a importação de máquinas e tratores criou força no país à técnica se difundiu ao longo dos anos, inicialmente com milho e após, com o sorgo e o capim-elefante na década de 60 (DANIEL et al., 2019).

Os estudos com ensilagem de gramíneas tropicais, mais recentemente assumiram basicamente três direções: a aplicação de aditivos no momento da ensilagem, a utilização de outras variedades além do capim elefante, tais como Tanzânia e Mombaça, e a associação de áreas exploradas para pastejo rotacionado e produção de silagem (MORAES apud PEIXOTO, 1995).

Em meados da década de 90, houve a retomada da ensilagem de capins tropicais dentro do sistema agrícola, pois até o momento havia falta de máquinas apropriadas para o corte das plantas com alto potencial de produção, onde até então o corte era realizado com equipamentos específicos para a colheita (PEREIRA et al., 2004).

O Brasil possui diversas espécies de capins tropicais que podem ser ensiladas as quais: *Pennisetum purpureum* (Capim-Elefante), *Panicum maximum* (Mombaça, Tanzânia, Massai, Quênia, Zuri, Quênia, Tamani), *Brachiaria brizantha* (Marandu, Piatã, Xaraés, Paiaguás, Ipyporã), *Brachiaria*

decumbens (Basilisk) e as cultivares do gênero *Cynodon* (Tifton e Coastcross) (FERRAZ & FELÍCIO, 2010). Esses capins apresentam alto potencial de produção de forragem (EUCLIDES et al., 2019).

3.2. Fatores que interferem no perfil fermentativo da silagem de capim

Para atingir uma alta produção são necessários vários cortes, principalmente durante o período chuvoso, o que pode limitar a logística do processo de ensilagem e a realização da pré-secagem, uma etapa que pode ser usada na confecção da silagem de capins tropicais. Desse modo, na prática, os produtores têm adotado outros métodos de conservação como o diferimento para cultivares de *Brachiaria* (SANTOS et al., 2014), feno e produção de silagens aditivadas.

A qualidade da silagem de capins tropicais vai variar em função de diversos fatores, os baixos teores de matéria seca, baixa concentração de açúcares solúveis em água, alta capacidade tamponante que determinam em grande parte a qualidade de fermentação no silo. Essas características apresentadas que interferem a qualidade da silagem e pode sofrer alterações conforme o processo da ensilagem. Outro fator está ligado a tecnologia de ensilagem (JOBIM et al., 2007).

Além da pré-secagem, os produtores podem utilizar aditivos sequestrantes de umidade com o intuito de se elevar a matéria seca da massa ensilada. Alguns aditivos, também, são ricos em carboidratos que supostamente poderia elevar os substratos para a fermentação láctica no interior do silo por meio do fornecimento de carboidratos solúveis. A maioria desses aditivos tem como principal carboidrato o amido, que não constitui um adequado substrato para a fermentação dentro do silo, uma vez que esse polissacarídeo não é fermentado pelas bactérias normalmente encontradas nas plantas forrageiras (REZENDE et al., 2008).

Na tabela 1 observa-se os teores de MS na silagem dos capins tropicais estão bem abaixo dos valores tidos como ideal para um correto processo fermentativo, esse teor ideal de MS varia de 30% a 35% da matéria natural (Rezende et al., 2008), sendo que apenas a silagem de milho está dentro dessa faixa.

Tabela 1. Parâmetros qualitativos de silagens de diferentes plantas.

| Forragem | MS(%) | PE(Kg/t MV) | pH | PB(%) | NDT(%) | DIVMS(%) | Autores |
|----------|-------|----------------|-----|-------|--------|----------|--------------------------------|
| Elefante | 16,4 | - | 4,2 | 8,4 | 59,6 | 49,8 | Tonin et al., (2018) |
| Marandu | 24,7 | - | - | 8,9 | - | 65,7 | Bergamaschine et al. (2006) |
| Tanzânia | 27,7 | 46,1 | 4,0 | 5,7 | 41,1 | 43,4 | Melo et al., (2016) |
| Milho | 32,5 | - | 3,8 | 7,6 | 66,3 | 65,09 | Zardin et al., (2017) |

MS: matéria seca; PE: perdas por efluentes; PB: proteína bruta; NDT: nutrientes digestíveis totais; DIVMS: digestibilidade in vitro da matéria seca.

Fonte: Adaptado por Gurgel et al., (2019).

Valores encontrado por Vilela (2000) para carboidrato solúvel em *Brachiaria decumbens* de 6,80% e *Panicum maximum* de 6,25%, sendo o seu teor de ideal para silagens o carboidrato solúvel (8-15%). De acordo com Costa et al. (2001), outros fatores que podem afetar o padrão de fermentação estão associados ao meio, pois uma adequada fermentação só é garantida em ambiente de anaerobiose, pela adoção correta das técnicas de ensilagem (ponto de colheita, tamanho de partícula, taxa de enchimento do silo, compactação, temperatura, vedação do silo).

Entretanto, de acordo com Zanine et al. (2007), o elevado teor de umidade contido nas plantas mais jovens, no momento da ensilagem, favorece o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, o que pode promover perdas por efluente e gases, resulta em alterações nas frações proteicas e redução no consumo voluntário de matéria seca, evidenciando a necessidade de se observar um ponto de equilíbrio para essa variável.

3.3. Utilização de aditivos na silagem de capim

Os aditivos mais frequentemente utilizados em silagens de capins tropicais são representados por coprodutos regionais das agroindústrias, principalmente, as de processamento de grãos de cereais. Nesse cenário, encontram-se relatos na literatura da utilização de farelo de trigo (Zanine et al., 2006b); Farelo de milho (Costa et al., 2011); Farelo de babaçu (Costa et al., 2016); Farelo de arroz (Negrão et al., 2016); Farelo de algaroba (Neto et al., 2018); Resíduo de fibra de curauá (Araújo et al. 2021). Com o objetivo de promover melhoria nas condições de fermentação da silagem, principalmente pelo incremento do teor de matéria seca.

Zanine et al. (2006b) avaliaram a inclusão de 0%, 20%, 40% e 60% de farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e qualidade da silagem de capim-Mombaça (Tabela 2). A recuperação da matéria seca foi menor para o tratamento sem farelo de trigo. Os valores de proteína bruta aumentaram e os valores de FDN e FDA na silagem reduziram de forma linear em função da aplicação de farelo de trigo. Os autores concluíram que a inclusão de 20% de farelo de trigo é suficiente para garantir melhorias na qualidade da silagem de capim-Mombaça.

Tabela 2 - Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) do farelo de trigo (FT), do capim-Mombaça (CM) e elas misturadas de CM e FT. Viçosa, 2005.

| | MS | PB | FDN | FDA |
|----------------|-------|-------|-------|-------|
| | % | %MS | %MS | %MS |
| FT | 89,5 | 17,30 | 51,24 | 7,29 |
| CM | 22,41 | 9,40 | 66,64 | 39,22 |
| CM + 20% de FT | 31,17 | 13,53 | 57,37 | 28,78 |
| CM + 40% de FT | 42,29 | 14,92 | 45,14 | 21,37 |
| CM + 60% de FT | 46,21 | 15,59 | 32,03 | 19,44 |

Fonte: Zanine et al., (2006b).

Costa et al. (2011), avaliaram as silagens de cultivares de *Brachiaria brizantha* ensiladas com diferentes níveis de farelo de milho, o experimento foi inteiramente casualizado com três repetições em esquema fatorial 3 x 4, com

três cultivares de *Brachiaria brizantha*: marandu, xaraés e piatã e quatro níveis de farinha de milho 0%, 5%, 10% e 15%.

A adição de 15% de farelo de milho como aditivo foi suficiente para elevar a matéria seca de 20,5% para 28,4%, e de 21,9% para 31,5 e 19,7% para 31,0% para as silagens de marandu, piatã e xaraés, respectivamente (Figura 1a). Isso mostra que o milho é eficiente na absorção de água no silo, facilitando assim o processo de fermentação. A adição de 15% resultou em teores de PB de 14,4%, 12,9% e 10,8%, apresentando aumento de 65%, 92% e 52% em relação à não adição de farelo de milho, para as silagens de marandu, xaraés e piatã, respectivamente (Figura 1b).

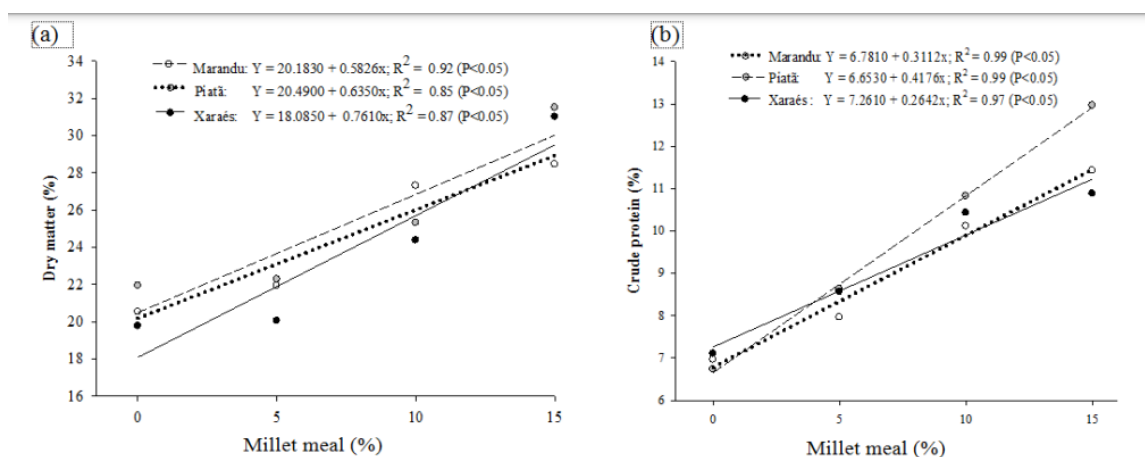


Figura 1. Conteúdo de matéria seca (a) e proteína bruta (b) de silagem de *Brachiaria brizantha* cultivares ensilado com diferentes níveis de farinha de milho.

Fonte: Costa et al., (2011).

Houve redução linear na FDA, com aumento dos níveis de farelo de milho (Figura 2a). Essa redução é atribuída ao efeito de diluição, uma vez que o farelo de milho apresenta baixo valor de FDA (9,6%) em relação à *B. brizantha*. Houve decréscimo quadrático no teor de lignina (Figura 2b) para todas as cultivares de *B. brizantha*, com o aumento dos níveis de farelo de milho. Os teores obtidos com 15% de inclusão foram 3,7%, 3,3% e 4,2%, apresentando uma redução em relação à não adição de farelo de milho de 38%, 45% e 19% para as silagens de capim marandu, xaraés e piatã, respectivamente.

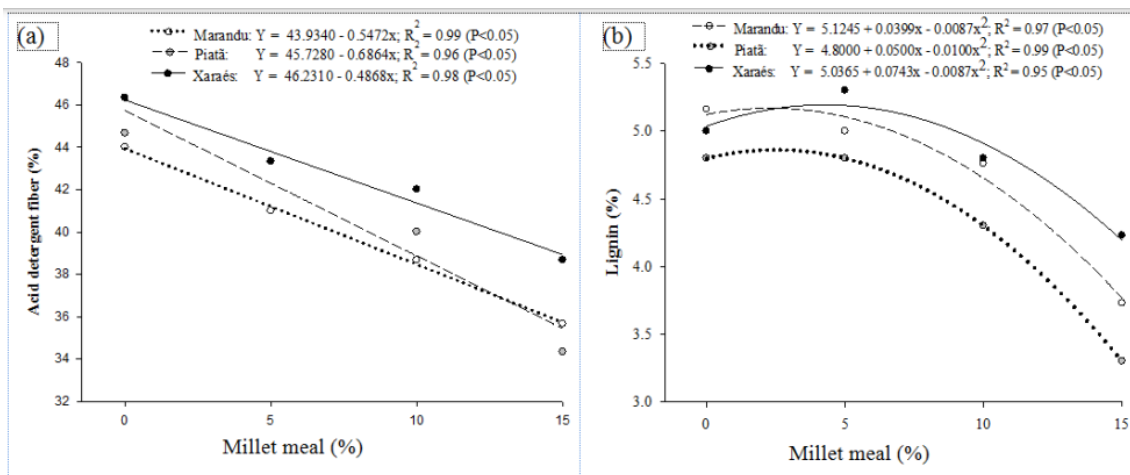


Figura 2. Conteúdo de fibra de detergente ácido (FDA) (a) e lignina (b) em silagem de *Brachiaria brizantha* com diferentes níveis de farinha de milho. Fonte: Costa et al., (2011).

Houve aumento linear no teor de NDT à medida que aumentaram os níveis de inclusão do farelo de milho (Figura 3a). A adição de 15% de farelo de milho aumentou em 11% o teor de NDT quando comparado com a não aplicação deste aditivo na fermentação da silagem. Em estudo sobre características qualitativas e nutricionais da silagem de capim *Brachiaria*, Leonel et al. (2009), encontraram conteúdo de NDT de 50,3%, e Silva et al (2005) e Chizzotti et al. (2005), encontraram 51,5% e 48,8%, respectivamente, em *B. brizantha* cv. Marandu.

O pH das silagens não foi afetado pela interação dos níveis de inclusão do farelo de milho (Figura 3b).

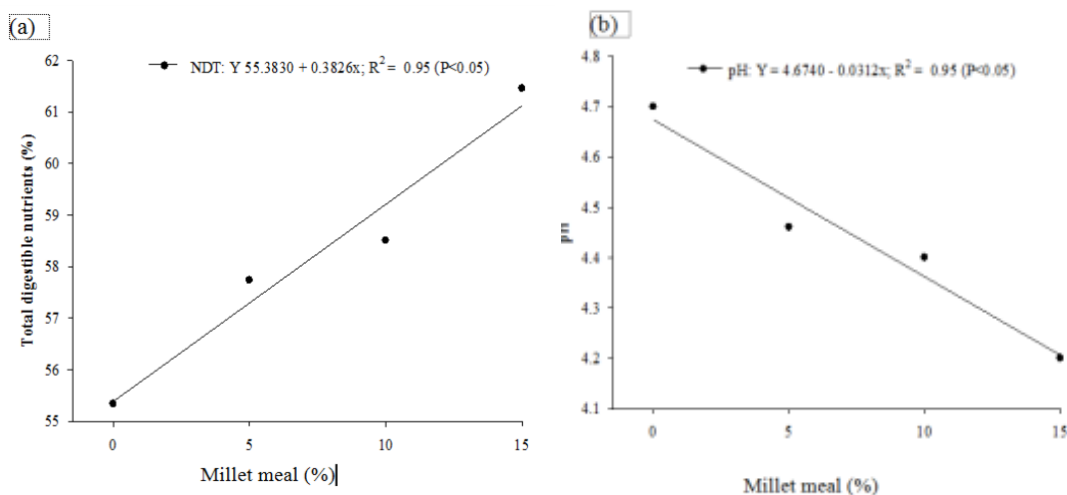


Figura 3. Conteúdo de nutrientes digestíveis totais (NDT) (a) e pH (b) de silagens com diferentes níveis de farinha de milho. Fonte: Costa et al., (2011).

Costa et al. (2016), avaliaram a inclusão de 0%, 5%, 10%, 15% e 20% de farelo de babaçu com base na matéria natural sobre a composição química e a degradabilidade *in situ* de silagens de capim-Marandu.

O pH aumentou com a inclusão de farelo de babaçu (Tabela 3), variando de 4,82 a 5,18, de acordo com os níveis de inclusão avaliados. Já na silagem sem aditivo, o maior valor de pH em relação aos níveis preconizados como ideais é devido ao elevado teor de umidade no material. Segundo Ávila et al., (2003) o pH ideal resultante de uma boa fermentação deve ser menor que 4,2; porém, mesmo as silagens sem aditivos, com pH de 4,33, mostraram bom aspecto de conservação.

Tabela 3. Médias de pH de silagens de capim-Marandu com a inclusão de farelo de babaçu.

| Variáveis | Níveis de inclusão | | | | | CV (%) |
|-----------|--------------------|------|------|------|------|--------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | |
| pH | 4,82 | 4,98 | 5,28 | 5,06 | 5,18 | 1,55 |

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Fonte: Costa et al., (2016).

Os autores observaram efeito quadrático sobre o teor de proteína bruta, através da equação verificou-se que o nível ótimo de inclusão de farelo em silagens de capim-Marandu foi de 17,16%, sendo que, a partir desse nível ocorreu redução na PB. Entretanto, vale ressaltar que em todas as silagens o teor de PB foi superior a 7%, chegando a 13,66 com 20% de inclusão, sendo que, o menor valor foi observado na silagem sem farelo (7,10%).

Houve efeito linear crescente para o teor de matéria seca das silagens (Tabela 4), com o aumento de inclusão do farelo de babaçu. Verificou-se que para cada 1% de inclusão do subproduto ocorreu aumento de 1,6 pontos percentuais de MS da silagem. Menor teor de MS foi observado no tratamento controle, as silagens com 5 e 10 % de inclusão apresentaram valores inferiores ao recomendado, esse resultado pode ter refletido no aumento do pH. Já a silagem com inclusão de 20% apresentou teor de MS de 41,07%, valor superior ao indicado. Valores muito altos de MS podem proporcionar fermentações indesejáveis devido a maior dificuldade da compactação, as silagens com 5% e

10% de inclusão apresentaram valores inferiores ao recomendado, esse resultado pode ter refletido no aumento do pH. Já a silagem com inclusão de 20% apresentou teor de MS de 41,07%, valor superior ao indicado. Valores muito altos de MS podem proporcionar fermentações indesejáveis devido a maior dificuldade da compactação.

O teor de FDN sofreu efeito para comportamento linear negativo, observou-se que para cada 1% de inclusão ocorreu uma redução de 0,77 pontos percentuais no teor de FDN da silagem de capim-Marandu. Tendo efeito de diluição no teor da fibra da silagem.

Observou-se efeito linear decrescente para o teor de FDA (Tabela 4). Para cada 1% de inclusão do farelo de babaçu foi registrada redução de 0,72% no valor de FDA da silagem. Essa redução na fibra em detergente ácido, pode melhorar a digestibilidade e proporcionar maior absorção dos nutrientes, refletindo, assim, em bom desempenho animal, pois, segundo Cândido et al. (2007), valores de FDA acima de 44% pode reduzir a digestibilidade. Vale destacar que valores superiores aos citados foram observados nas silagens sem inclusão e com 5 e 10% de farelo.

A hemicelulose não foi influenciada pela inclusão de farelo de babaçu nas silagens de capim-Marandu. A celulose sofreu efeito significativo entre os níveis de inclusão do farelo de babaçu, o menor resultado foi verificado na silagem com 20% de inclusão (Tabela 4). A lignina não foi influenciada significativamente com a inclusão do farelo nas silagens de capim-Marandu.

Tabela 4. Composição bromatológica: proteína bruta (PB), matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HC), celulose (CEL), lignina (LG) de silagens de capim-Marandu com a inclusão de babaçu.

| Variáveis | Níveis de inclusão (% na matéria natural) | | | | | CV (%) |
|-----------|---|--------------------|---------|---------|---------|--------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 20 | |
| PB | 7,10c | 10,20bc | 14,00ab | 15,06a | 13,66ab | 23,14 |
| MS | 17,80c | 21,04d | 24,95c | 32,57b | 41,07a | 3,20 |
| FDN | 65,45ab | 62,50ab | 59,96ab | 55,41bc | 49,64c | 9,99 |
| FDA | 51,11a | 49,98 ^a | 44,76b | 41,72b | 37,02c | 7,24 |
| HC | 15,23a | 13,02 ^a | 15,20a | 14,34a | 12,62a | 28,42 |
| CEL | 38,87ab | 40,21 ^a | 35,86ab | 33,74ab | 29,94b | 19,47 |
| LG | 9,18 ^a | 9,28 ^a | 8,90a | 11,83a | 10,02a | 41,68 |

Médias seguidas de letras iguais nas linhas não diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. CV= coeficiente de variação.

Equação PB: $6,73+1,03X-0,03X^2$ $R^2=0,57$;

Equação MS: $15,88+1,16X$ $R^2=0,95$;

Equação FDN: $66,34-0,77X$ $R^2=0,51$;

Equação FDA: $52,01-0,72X$ $R^2=0,74$.

Fonte: Costa et al., (2016).

Negrão et al. (2016), avaliaram os efeitos do farelo de arroz sobre as perdas por gases e efluente, o perfil fermentativo e a composição química das silagens de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk. Foram utilizados cinco tratamentos, através da adição de 0; 10; 20, 30 e 40g/kg de farelo de arroz, com base na matéria natural da gramínea.

Observou valores de 1,1g/kg MS na produção de gases e de 3,9kg/ton na produção de efluente, sendo estimado redução de 99,5, 87,7, 75,9, 64,1 e 52,3g/kg MS e 164,6, 124,8, 85,0, 45,2 e 5,4 kg/ton MS, respectivamente, enquanto a recuperação da matéria seca a cada 1g/kg de farelo de arroz incluso, observou-se aumento de 3,2g/kg na recuperação da matéria seca.

Tabela 5. Valores médios das perdas por gases (PG), perdas por efluentes (PE) e recuperação da matéria seca (RMS) das silagens de *Brachiaria decumbens* cv. Brasilisk com diferentes níveis de farelo de arroz.

| Variável | Nível de farelo de arroz (g/kg) | | | | | Equação de Regressão | R ² | CV (%) |
|------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|----------------------------|----------------|--------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | | | |
| PG ¹ | 87,6 | 75,7 | 63,8 | 52,0 | 40,1 | $\hat{Y} = 99,56 - 1,18X$ | 0,84 | 4,78 |
| PE ² | 183,0 | 31,8 | 11,3 | 5,4 | 0,00 | $\hat{Y} = 164,67 - 3,98X$ | 0,65 | 5,13 |
| RMS ³ | 762,0 | 794,2 | 826,3 | 858,4 | 890,5 | $\hat{Y} = 730,11 + 3,29X$ | 0,68 | 7,32 |

*Significado ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

¹g/kg MS; ²Kg/ton; ³g/Kg MS.

CV = coeficiente de variação (%)

Fonte: Negrão et al. (2016).

Na tabela 6 houve efeito quadrático dos níveis de farelo de arroz sobre o pH das silagens. A concentração de nitrogênio amoniacal e poder tampão reduziram linearmente com a adição de farelo de arroz. Aumento linear nos valores de ácido láctico das silagens. As concentrações de ácido acético foram reduzidas. Redução do ácido butírico.

Tabela 6. Valores médios de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃), poder tampão, ácido láctico (AL); ácido acético (AA); ácido butírico (AB), ácido propiônico (AP) das silagens de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk com diferentes níveis de farelo de arroz.

| Variável | Nível de farelo de arroz (g/kg) | | | | | Equação de regressão* | R ² | CV (%) |
|--------------------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------------------------------|----------------|--------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | | | |
| pH | 4,9 | 4,1 | 4,2 | 4,3 | 4,4 | $\hat{Y} = 4,003 - 0,4X + 0,007X^2$ | 0,98 | 1,87 |
| N-NH ₃ ¹ | 142,8 | 139,5 | 126,1 | 107,2 | 101,5 | $\hat{Y} = 157,93 - 1,14X$ | 0,94 | 14,41 |
| Poder Tampão ² | 210,6 | 201,3 | 194,1 | 189,8 | 187,4 | $\hat{Y} = 214,09 - 0,58X$ | 0,94 | 0,42 |
| AL ³ | 31,82 | 45,23 | 49,75 | 54,27 | 55,58 | $\hat{Y} = 36,02 + 0,56X$ | 0,87 | 8,23 |
| AA ³ | 15,39 | 11,37 | 9,11 | 8,85 | 8,15 | $\hat{Y} = 13,97 - 0,17X$ | 0,83 | 8,93 |
| AB ³ | 0,98 | 0,74 | 0,68 | 0,65 | 0,63 | $\hat{Y} = 0,8 - 0,008X$ | 0,76 | 9,35 |
| AP ³ | 0,59 | 0,37 | 0,35 | 0,33 | 0,30 | $\hat{Y} = 0,515 - 0,006X$ | 0,72 | 9,57 |

*Significado ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

¹% N-total; ²eq. mg HCL/100g MS; ³g/Kg MS

CV: coeficiente de variação (%)

Fonte: Negrão et al. (2016).

Cada unidade percentual de farelo de arroz promoveu aumento linear de 4,3; 1,8; 7,1 e 7,0 g/kg nos teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo e nutrientes digestíveis totais, e redução linear de 6,9; 4,3 e 2,6g/kg MS nos teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e hemicelulose (Tabela 7). A inclusão de 10g/kg de farelo de arroz já assegura diminuição das

perdas por gases e efluentes, aumento na recuperação de matéria seca, proporcionando melhorias no perfil fermentativo e na composição química das silagens.

Tabela 7. Valores médios da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), estrato etéreo (EE), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk com diferentes níveis de farelo de arroz.

| Variável | Nível de farelo de arroz (g/Kg) | | | | | Equação de regressão* | R ² | CV (%) |
|------------------|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|------------------------|----------------|--------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | 40 | | | |
| MS ¹ | 222,1 | 285,0 | 336,3 | 360,7 | 401,1 | $\hat{Y}=191,03+4,33X$ | 0,97 | 4,84 |
| PB ² | 57,8 | 76,2 | 94,7 | 113,2 | 131,6 | $\hat{Y}=39,37+1,84X$ | 0,96 | 1,11 |
| EE ² | 20,8 | 53,6 | 91,5 | 117,1 | 143,3 | $\hat{Y}=6,01+7,11X$ | 0,95 | 11,29 |
| FDN ² | 572,4 | 502,7 | 433,1 | 363,5 | 293,8 | $\hat{Y}=642,05-6,96X$ | 0,99 | 7,81 |
| FDA ² | 304,2 | 261,0 | 217,7 | 174,5 | 131,3 | $\hat{Y}=347,47-4,32X$ | 0,97 | 3,78 |
| HEM ² | 268,7 | 241,7 | 211,7 | 188,9 | 162,5 | $\hat{Y}=294,58-2,64X$ | 0,98 | 6,57 |
| NDT ² | 380,5 | 463,2 | 548,3 | 612,2 | 659,0 | $\hat{Y}=320,84+7,06X$ | 0,98 | 2,79 |

*Significado ao nível de 5% de probabilidade pelo teste t.

¹g/Kg; ²g/Kg MS

CV = Coeficiente de variação (%)

Fonte: Negrão et al. (2016).

Neto et al. (2018), avaliaram a fração fibrosa da silagem de capim da Guatemala com teores de farelo de algaroba. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (0%, 10%, 20% e 30% de aditivo) e cinco repetições.

Foi constatado que houve efeito linear crescente para os teores de FDN, FDA e Lignina da silagem com a adição de farelo de algaroba como aditivo. A cada 1% de uso do aditivo, houve um aumento de 0,17%, 0,09% e 0,24%, respectivamente (Tabela 8). Esses resultados podem ser justificados pela lignina presente na casca da vagem de algaroba e na porção central ao redor das sementes. Em relação ao teor de Hemicelulose, não houve diferença significativa, observando-se a média geral de 26,29%.

No entanto, para o teor de celulose, observou-se um efeito linear negativo, onde a cada 1% de uso do aditivo obteve-se uma redução de 0,14% desta fração. Diante dos resultados obtidos, conclui-se que o uso do farelo fino da vagem de algaroba como aditivo na silagem de capim da Guatemala modifica a fração fibrosa da silagem devido principalmente ao aumento do teor de lignina.

Tabela 8. Valores médios para a fração fibrosa da silagem de capim-Guatemala aditivada com farelo-fino de algaroba.

| Item ¹ | Adição de farelo de algaroba (%) | | | | Equação | P-valor | | | |
|-------------------|----------------------------------|-------|-------|-------|----------------------|----------------|---------|---------|-------|
| | 0 | 10 | 20 | 30 | | R ² | L1 | Q2 | CV |
| FDN | 53,30 | 54,57 | 55,37 | 57,74 | Y=52,4624+0,170441X | 0,639 | 0,0001 | 0,679 | 2,020 |
| FDA | 26,81 | 29,65 | 28,98 | 30,37 | Y=27,4573+0,0999675X | 0,518 | <0,0001 | 0,0052 | 2,979 |
| LIG | 5,40 | 7,91 | 10,81 | 12,84 | Y=5,60705+0,245320X | 0,986 | <0,0001 | <0,0001 | 1,933 |
| HEM | 26,29 | 24,91 | 26,41 | 27,37 | Y=26,29 | NS | NS | NS | 5,560 |
| CEL | 21,43 | 21,74 | 18,15 | 17,52 | Y=21,8503-0,145353X | 0,655 | <0,0001 | 0,2670 | 4,393 |

MS%¹

Fonte: Neto et al., (2018).

Araújo et al. (2021), avaliaram as características fermentativas, análise sensorial e estabilidade aeróbia de silagens de capim-piatã com adição de resíduo de fibra de curauá. Ensilou-se o capim-piatã aos 43 dias de rebrota, com inclusão de 0; 2,5; 5 e 7,5% de resíduo de fibra de curauá. Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e 5 repetições.

A inclusão dos resíduos de fibra de curauá promoveu aumento lineares de MS (tabela 9). Houve diferença significativa para as variáveis de PMS, PG, RMS, $N - NH_3/N-TOTAL$. A inclusão do resíduo reduziu de forma linear as PG, promoveu aumento no teor de $N - NH_3/N-TOTAL$ ($P < 0,05$) nos tratamentos com 0%; 2,5% e 5% de adição do resíduo de fibra de curauá e reduziu no tratamento com 7,5%. Houve aumento nos valores de pH. Apenas o tratamento com 2,5% de resíduo de curauá apresentou quebra de estabilidade. As silagens analisadas apresentaram pouca deterioração aeróbia. A inclusão do resíduo de fibra de curauá na silagem de capim-piatã contribuiu para o aumento da temperatura e do pH das silagens e as perdas de $N - NH_3$.

Tabela 9 – Valores de matéria seca (MS), perdas de matéria seca (PMS), perdas por gases (PG), recuperação de matéria seca (RMS), nitrogênio amoniacal ($N - NH_3$) e potencial hidrogeniônico (pH) das silagens de capim-piatã aditivadas com níveis crescentes de resíduos de fibra de curauá.

| Variável | Nível (% da Matéria Natural) | | | | EPM | P | Equação de regressão | R ² (%) |
|------------------|------------------------------|-------|-------|-------|------|------|-----------------------------|-----------------------|
| | 0 | 2,5 | 5 | 7,5 | | | | |
| MS (%MN) | 20,6 | 21,88 | 23,31 | 26,87 | 0,43 | 0,05 | $Y=2,19x + 17,56$ | 95,73 |
| PMS (%) | 16,26 | 16,68 | 9,04 | 19,56 | 1,31 | 0,05 | $Y=2,52x^2 - 12,4x + 27,4$ | 42,86 |
| PG (%) | 7,80 | 6,30 | 6,33 | 4,75 | 0,33 | 0,05 | $Y=-0,91x + 8,57$ | 89,41 |
| RMS (%) | 8,37 | 8,33 | 9,10 | 8,04 | 0,13 | 0,05 | $Y=-0,25x^2 + 1,23x + 7,25$ | 42,69 |
| N-N ³ | 2,51 | 3,77 | 5,57 | 4,35 | 0,34 | 0,05 | $Y=0,73X + 2,21$ | 55,40 |
| pH | 4,72 | 4,79 | 4,93 | 5,11 | 0,05 | 0,05 | $Y=0,13x + 4,56$ | 96,05 |
| TEMP (°C) | 26,83 | 26,75 | 27,11 | 26,98 | 0,05 | 0,05 | $Y=0,13x + 85$ | 37,14 |

*Significado a 5% de probabilidade. EPM- erro padrão da média
 Fonte: Araújo et al., (2021).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos indicam, que a inclusão de aditivos foi eficiente com inclusão de 15% a 20%, principalmente os farelos, na silagem de capins tropicais, aumentando o teor de matéria seca, aumentando a proteína bruta, tendo maior recuperação de matéria seca, sendo quando acima de 20% ocorreu redução de fibra em detergente neutro, que interfere no processo de ruminação e digestivos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J.B. & LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim-elefante. I. Composição bromatológica das forragens e das respectivas silagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.11, p.1859-1872, nov. 1998.

ARAUJO, B.E.A.; SILVA, A.G.; BARBOSA, D.P.; SANTOS, I.I.; GUIMARÃES, A.K.V. Silagem de capim-piatã (*Brachiaria brizantha*) utilizando níveis de resíduo de fibra de Curauá (*Ananas Erectifolius* L.B. Smith). **Conjecturas**, [S.L.], v. 21, n. 4, p. 1-16. União Atlântica de Pesquisadores. 2021.

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. **CIENCIA E AGROTECNOLOGIA**, v. 27, n.5, p. 1144-1151, 2003.

BERGAMASCHINE, A.F.; PASSIPIÉRI, M.; VERIANO FILHO, W.V. et al. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim-marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurcheada. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.35, p.1454-1462, 2006.

BUMBIERIS JUNIOR, V.H., OLIVEIRA, F.C.L., JOBIM, C.C., ROMAN, J. Forragens conservadas como estratégia no planejamento forrageiro. **PUBVET**, Londrina, v. 2, n. 40, 2008.

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

CHIZZOTTI, F.H.M.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; GARCIA, R.; CHIZZOTTI, M.L.; LEÃO, M.I.; PEREIRA, D.H. Consumo, digestibilidade total e desempenho de novilhos nelore recebendo dietas contendo diferentes proporções de silagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2427-2436, 2005.

COSTA, J.C.; VALENTIN, J.F.; WENDLING, I.J. Avaliação de *Brachiaria* spp., nas condições edafoclimáticas do Acre. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. A produção animal na visão dos brasileiros: **Anais**. Piracicaba: SBZ, 1544 p. 2001.

COSTA, C.S.; RODRIGUES, R.C.; ARAÚJO, R.A.; SOUZA, F.B.F.; SANTOS, F.N.S.; COSTA, F.O.; RODRIGUES, M.M.; MENDES, S.S. Composição química e degradabilidade *in situ* de silagens de capim-Marandu com farelo de babaçu. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. Salvador, v.17, n.4, p.572-583, 2016.

COSTA, K.A.P; ASSIS R.L; GUIMARÃES, K.C.; SEVERIANO, E.C.; ASSIS NETO, J.M.; CRUNIVEL, W.S.; GRACIA, J.F.; SANTOS, N.F. Qualidade de silagem de cultivares de *Brachiaria brizantha* ensilado com diferentes níveis de farelo de milheto. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.1, p.188-195, 2011.

DANIEL, J.L.P., BERNARDES, T.F., JOBIM, C.C., SCHMIDT, P. & NUSSIO, L.G. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass and Forage Science**, 74(2):188- 200. 2019.

EUCLIDES, V.P.B., MONTAGNER, D.B., MACEDO, M.C.M., ARAÚJO, A.R., DIFANTE, G.S. & BARBOSA, R.A. Grazing intensity affects forage accumulation and persistence of Marandu palisadegrass in the Brazilian savannah. **Grass and Forage Science**, 74(3):450-462. 2019.

FERRAZ, J.B.S. & FELÍCIO, P. E. Production systems – An example from Brazil. **Meat Science**, 84(2):238-243. 2010.

GURGEL, A.L.C.; CAMARGO, F.C.; DIAS, A.M.; SANTANA, J.C.S.; COSTA, C.M.; COSTA, A.B.G.; SILVA, M.G.P.; MACHADO, W.K.R.; FERNANDES, P.B. Produção, qualidade e utilização de silagens de capins tropicais na dieta de ruminantes. **PUBVET (LONDRINA)**, v. 13, p. 1-9, 2019.

JOBIM, C.C., NUSSIO, L.G., REIS, R.A. & SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.

LEONEL, F.P.L.; PEREIRA, J.C.; COSTA, M.G.; JÚNIOR, P.M.; SILVA, C.J.; LARA, L.A. Consórcio capim-braquiária e milho: comportamento produtivo das culturas e características nutricionais e qualitativas das silagens. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.38, n.1, p.166-176, 2009.

MELO, M.J.A.F.; BACKES, A.A.; FAGUNDES, J.L.; MELO, M.T.; SILVA, G.P.; FREIRE, A.P.L. Características fermentativas e composição química da silagem

de capim Tanzânia com aditivo. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa, v.73, n.3, p.189-197, 2016.

NEGRÃO, F.M.; ZANINE, A.M.; SOUZA, A.L.; CABRAL, L.S.; FERREIRA, D.J.; DANTAS, C.C.O. Perdas, perfil fermentativo e composição química das silagens de capim *Brachiaria decumbens* com inclusão de farelo de arroz. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], Salvador, v.17, n.1, p.13-25, 2016.

NETO, M.C.F.; MARINHO, M.A.; OLIVEIRA, G.R.S.; BATISTA, T.S.; FROES, R.S.; GUIMARÃES, Y.S.R.; BARROS, T.M.; RIBEIRO, O.L. FRAÇÃO FIBROSA DA SILAGEM DE CAPIM-GUATEMALA ADITIVADA COM FARELO DE ALGARROBA. In: ZOOTEC. 2017, Goiânia, **Anais...** Goiânia, 2018.

PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C. de; FARIA, V.P. de. Manejo da Pastagem: Capim Colonião. **Anais do 12º Simpósio sobre Manejo da Pastagem**. Piracicaba: FEALQ, 345p., 1995.

PEREIRA, O.G., OBEID, J.A., NASCIMENTO Jr., D. FONSECA, D.M., (Eds.). Simpósio sobre Manejo Estratégico da Pastagem, II, Viçosa, 2004. **Anais...** Viçosa: UFV, p. 347-386, 545p. 2004b.

RESENDE, H., OLIVEIRA, J.S., MIRANDA, J.E.C. & LEITE, J.L.B. **Tecnologia e custo da silagem de milho**. Embrapa- Circular Técnica. Juiz de Fora - MG. 2017.

REZENDE, A.V., GASTALDELLO JUNIOR, A.L., VALERIANO, A.R., CASALI, A.O., MEDEIROS, L.T. & RODRIGUES, R. Uso de diferentes aditivos em silagem de capim-elefante. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p. 281-287, jan./fev., 2008.

SANTOS, M.E.R., SANT'ANNA, M.R., GOUVÊIA, S.C., GOMES, V.M., FONSECA, D.M. & SANTANA, S.S. Contribuição de perfilhos aéreos e basais na dinâmica de produção de forragem do capim braquiária após o pastejo diferido. **Bioscience Journal**, 30(3):424- 430, 2014.

SILVA, J.M. da. **Silagem de forrageiras tropicais**. Embrapa Gado de Corte, nº51. Campo Grande - MS, 2001.

SILVA, B.C.; PEREIRA, O.G.; PEREIRA, D.H. Consumo e digestibilidade aparente total dos nutrientes e ganho de peso de bovinos de corte alimentados com silagem de *Brachiaria brizantha* e concentrado em diferentes proporções. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1060-1069, 2005.

TONIN, T.J.; VIÉGAS, J. SILVEIRA, A.M.; MORO, G.; PEREIRA, S.N.; DOTTO, L.R.; SEBASTIANY, L.; LEONARDE, J.V.; SCHUMACHER, L.L. Substituição do milho moído pela glicerina como aditivo em silagem de capim-elefante. **Boletim de Indústria Animal**, v.75, p.1-11, 2018.

VILELA, H., BARBOSA, F.A., RODRIGUEZ, N., CASLE, C. **Efeito do emurchecimento do Capim Elefante sobre a qualidade da silagem**. Matsuda, São Sebastião do Paraíso/MG. 12p. 2000.

ZARDIN, P.B.; VELHO, J.P.; JOBIM, C.C.; ALESSIO, D.R.M.; HAYGERT-VELHO, I.M.P.; CONCEIÇÃO, G.M.; ALMEIDA, P.S.G. Chemical composition of corn silage produced by scientific studies in Brazil – A meta-analysis. **Seminário Ciências Agrárias**, Londrina, v. 38, n. 1, p.503-512, 2017.

ZANINE, A.M., SANTOS, E.M., FERREIRA, D.J., OLIVEIRA, J.S. & PEREIRA, O.G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Artigos de Zootecnia**, 55, 75-84, 2006a.

ZANINE, A.M., SANTOS, E.M., FERREIRA, D.J, PEREIRA, O.G. & ALMEIDA, J.C.C. Efeito do farelo de trigo sobre as perdas, recuperação da matéria seca e composição bromatológica de silagem de capim-Mombaça. **Revista Brasileira de Pesquisa Veterinária e Zootecnia**, São Paulo, v. 43, n. 6, p. 803-809, 2006b.