

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO

JENIFFER DA CRUZ SIQUEIRA

PERFIL DE FERMENTAÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM DE CAPIM
ELEFANTE BRS CAPIAÇU COM ADITIVOS EM DIFERENTES TEMPOS DE
ABERTURA

CAMPO GRANDE, MS

2024

JENIFFER DA CRUZ SIQUEIRA

**PERFIL DE FERMENTAÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM DE
CAPIM ELEFANTE BRS CAPIAÇU COM ADITIVOS EM DIFERENTES TEMPOS
DE ABERTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós - Graduação em
Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul,
como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Menezes Dias

CAMPO GRANDE, MS

2024



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



Certificado de aprovação

JENIFFER DA CRUZ SIQUEIRA

**PERFIL DE FERMENTAÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM DE CAPIM ELEFANTE BRS
CAPIAÇU COM ADITIVOS EM DIFERENTES TEMPOS DE ABERTURA**
**FERMENTATION PROFILE AND CHEMICAL COMPOSITION OF BRS CAPIAÇU ELEPHANT GRASS
SILAGE WITH ADDITIVES AT DIFFERENT OPENING TIMES**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito para obtenção do título de Mestra em Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal.

Aprovado em: 19-07-2024

BANCA EXAMINADORA:

Dr. Alexandre Menezes Dias
(UFMS) – Presidente

Dra. Évelyn Silva de Melo Soares
(UFMS)

Dra. Luciana Junges
(SENAR)

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Menezes Dias, Professor do Magisterio Superior**, em 19/07/2024, às 13:58, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Évelyn Silva de Melo Soares, Usuário Externo**, em 19/07/2024, às 14:59, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **LUCIANA JUNGES, Usuário Externo**, em 05/08/2024, às 11:14, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4971531** e o código CRC **1CD86B34**.

COLEGIADO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

Av Costa e Silva, s/nº - Cidade Universitária

Fone:

CEP 79070-900 - Campo Grande - MS

Referência: Processo nº 23104.001236/2021-33

SEI nº 4971531

DEDICATÓRIA

Ao Altíssimo Glorioso Deus, por me conceber à vida e zelar por ela;

À minha avó Angelina Maria (*in memoriam*), que sempre foi minha cúmplice e melhor amiga, apoiadora dos meus sonhos.

Aos meus pais Sandra e Mario, pela dedicação, incentivo e apoio a minha educação e todo amor dado a mim.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus primeiramente pela vida, pela saúde, pela oportunidade proporcionada e por até aqui ter me sustentado e nunca me abandonar.

À minha família, especialmente aos meus pais, pelo incentivo nos momentos difíceis, amor e persistência, por serem a minha base, por compreenderem a minha ausência enquanto me dedicava a realização deste trabalho e sempre estarem ao meu lado.

Ao Prof. Dr. Alexandre Menezes Dias, pela oportunidade, pelos ensinamentos, orientação e paciência, humildade, pelo apoio moral e material, profissionalismo, e incentivos na pesquisa e nos trabalhos do campo, minha expressiva gratidão.

A todos os professores do Programa de Pós Graduação em Ciência Animal, por todos os ensinamentos valiosos que me permitiram chegar até aqui, e apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional.

Aos colegas de trabalho do setor de Forragicultura, que foram fundamentais na execução desse trabalho, pela ajuda, amizade, pelo apoio demonstrado ao longo de todo o período de tempo em que me dediquei a este trabalho.

A minha colega Evelyn Silva de Melo Soares pela ajuda nas minhas análises, pelo apoio pela orientação, amizade e todos conhecimentos compartilhados, a minha expressiva gratidão.

A todos os meus amigos, pelo carinho e apoio. Sem dúvida a minha jornada foi mais alegre com vocês.

À Universidade Federal do Mato Grosso do Sul e a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, pela oportunidade da realização do curso e ao Programa de Pós - Graduação em Ciência Animal.

Aos demais professores e funcionários da instituição, e a todos aqueles que, de forma direta ou indiretamente, contribuíram para o meu êxito pessoal e profissional, meu muito obrigada.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES pela concessão da bolsa de estudo.

“É passar por momentos difíceis e não perder a fé. É entender que tudo tem o seu tempo e nada acontece por acaso. É tirar lições pra vida de tudo que nos acontece. É entender que Deus está no controle de todas as coisas. É orar e confiar que as coisas vão se ajeitar.

Paulo Cirilo

RESUMO

SIQUEIRA, J.C PERFIL DE FERMENTAÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM DE CAPIM ELEFANTE BRS CAPIAÇU COM ADITIVOS EM DIFERENTES TEMPOS DE ABERTURA Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2024.

Objetivou-se avaliar o perfil fermentativo e o valor nutritivo da silagem de Capim Elefante BRS Capiaçú utilizando diferentes aditivos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5, com três repetições. Os tratamentos avaliados foram: T1 - Capim-elefante (CE); T2 - CE + 10% de fubá de milho; T3 - CE + inoculante, realizando cinco tempos de abertura após a ensilagem, sendo no dia 1, 7, 14, 28 e 56. Utilizaram-se silos experimentais de PVC com capacidade de 3,0 kg, adotando densidade de 500 kg de massa verde por m⁻³. Após abertura dos silos foram determinadas quantitativamente os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não-fibrosos (CNF), capacidade tampão (CT), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃). Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes lineares e quadráticos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Foi observado que as percentagens médias de MS das silagens foram maiores para os tratamentos que utilizavam o fubá. Houve efeito dos dias de fermentação (P<0,05) sobre a MS entre o 1º e 28º dia de fermentação. A PB foi influenciada (P<0,05) em função do tempo de fermentação, apresentando efeito linear positivo, já em relação aos teores do EE foi observado um aumento linear (P<0,05) com a adição do fubá durante o período de fermentação. Em relação a FDN e FDA, observou-se os menores teores nas silagens com inclusão do fubá, por outro lado, observou-se as maiores percentagens médias de CNF para os tratamentos que utilizavam o fubá. Houve efeito dos dias de fermentação (P<0,05) sobre a CNF no 1º e 56º dia de fermentação. O pH apresentou comportamento linear negativo (P<0,05), enquanto que a CT apresentou efeito linear positivo (P<0,05) em função dos tempos de fermentação analisados. Observou-se aumento linear (P<0,05) no N-NH₃ no 1º, 7º e 56º dias de fermentação. O ponto máximo para N-NH₃ foi aos 56 dias com valor de 3,05%. Houve efeito da adição do fubá de milho na silagem de capim elefante para todas as variáveis estudadas. Conclui-se que a inclusão do fubá de milho melhora o valor nutritivo e mantém adequado padrão de fermentação da silagem de capim-elefante cv. BRS Capiaçú, em face dos valores de N-NH₃ e CT verificados.

Palavras-chave: capineira; conservação de forragem; tempo de abertura.

ABSTRAT

SIQUEIRA, J.C. FERMENTATION PROFILE AND CHEMICAL COMPOSITION OF BRS CAPIAÇU ELEPHANT GRASS SILAGE WITH ADDITIVES AT DIFFERENT OPENING TIMES. Dissertation (Master in Animal Science) - Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, Federal University of Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2024.

The objective was to evaluate the fermentative profile and nutritional value of Capim Elefante BRS Capiaçú silage using different additives. The experimental design was completely randomized, in a 3 x 5 factorial scheme, with three replications. The treatments evaluated were: T1 - Elephant grass (CE); T2 - CE + 10% cornmeal; T3 - CE + inoculant, opening five times after ensiling, on days 1, 7, 14, 28 and 56. Experimental PVC silos with a capacity of 3.0 kg were used, adopting a density of 500 kg of mass green per m³. After opening the silos, the contents of dry matter (DM), organic matter (MO), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) were quantitatively determined, non-fibrous carbohydrates (CNF), buffer capacity (CT), pH and ammonia nitrogen (N-NH₃). The data were subjected to analysis of variance and regression. The choice of models was based on the significance of the linear and quadratic coefficients, at a 5% probability level using the Tukey test. It was observed that the average DM percentages of silages were higher for treatments that used cornmeal. There was an effect of fermentation days ($P < 0.05$) on DM between the 1st and 28th day of fermentation. The CP was influenced ($P < 0.05$) depending on the fermentation time, showing a positive linear effect, whereas in relation to the EE levels, a linear increase ($P < 0.05$) was observed with the addition of cornmeal during the period of fermentation. In relation to NDF and ADF, the lowest levels were observed in silages with the inclusion of cornmeal, on the other hand, the highest average percentages of NFC were observed for treatments that used cornmeal. There was an effect of fermentation days ($P < 0.05$) on CNF on the 1st and 56th day of fermentation. pH showed a negative linear behavior ($P < 0.05$), while CT showed a positive linear effect ($P < 0.05$) depending on the fermentation times analyzed. A linear increase ($P < 0.05$) in N-NH₃ was observed on the 1st, 7th and 56th days of fermentation. The maximum point for N-NH₃ was at 56 days with a value of 3.05%. There was an effect of adding cornmeal to elephant grass silage for all variables studied. It is concluded that the inclusion of corn meal improves the nutritional value and maintains an adequate fermentation pattern of elephant grass silage cv. BRS Capiaçú, given the N-NH₃ and CT values verified.

Keywords: forage conservation; opening time; weeding;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Temperatura média, mínima e máxima e precipitação mensal durante o experimental no ano de 2022 e 2023.....

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Teores médios em porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) dos aditivos utilizados momento da ensilagem

Tabela 2: Teores de matéria seca e matéria orgânica das silagens em função dos tratamentos e do dia de abertura.....

Tabela 3 – Teores de proteína bruta e extrato etéreo das silagens em função dos tratamentos e do dia de abertura.....

Tabela 4 – Teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente neutro e carboidratos não-fibrosos das silagens em função dos tratamentos e do dia de abertura.....

Tabela 5 – pH, capacidade tampão e nitrogênio amoniacal das silagens em função dos tratamentos e do dia de abertura

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNF – Carboidratos Não Fibrosos

CS - Carboidratos Solúveis

CT – Capacidade Tampão

EE – Extrato Etéreo

FDA – Fibra em Detergente Acido

FDN – Fibra em Detergente Neutro

MO – Matéria Orgânica

NA – Nitrogênio Amoniacal

PB – Proteína Bruta

PE – Perdas por Efluentes

PG – Perda por Gases

PMN – Produção de Matéria Natural

RMS – Recuperação de Matéria Seca

TNT – Tecido Não Tecido

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
2.1 Capim Elefante.....	15
2.2 Pennisetum Purpureum Schum. cv. BRS Capiacu	15
2.3 Silagem de Capim Elefante	17
2.4 Produção de Silagem	18
2.5 Processo de Ensilagem.....	20
2.6 Uso de Aditivos na Ensilagem.....	21
2.7 Inoculante Homolático	22
2.8 Inoculante Heterofermentativo	23
2.9 Aditivos Absorventes	23
3 REFERÊNCIAS.....	24
ARTIGO	31
RESUMO.....	31
ABSTRAT	32
INTODUÇÃO	33
MATERIAL E MÉTODOS	34
RESULTADOS	37
DISCUSSÃO	43
CONCLUSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	47

1. INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira baseia-se em sua grande maioria na criação de bovinos a pasto, sendo considerada a forma de alimentação mais economicamente viável no sistema de produção de ruminantes. A produção de bovinos de corte a pasto representa mais de 90% do total da produção de carne no país ANUALPEC (2019), os quais estão distribuídos em 163,1 milhões de hectares de pastagens ABIEC, (2022).

A escassez de forragem, faz com que estratégias de manejo da forragem excedente no período das águas sejam utilizadas no período seco do ano, como o diferimento, capineira, feno e silagem. O processo de ensilagem envolve a conversão de carboidratos solúveis em ácido láctico, que provocam queda no pH da massa ensilada a níveis que inibem a atividade microbiana, preservando suas características BARCELOS et al., (2018).

A silagem é um meio importante de conservação de alimento para animais de produção, sendo utilizada globalmente e em diversas realidades a técnica está em constante evolução à medida que novas tecnologias surgem, não deixando de ter como objetivo principal dispor um alimento de qualidade nas formulações das dietas para animais de produção WILKINSON & MUCK, (2019).

A silagem tem como principal objetivo a preservação original dos nutrientes presentes na forragem fresca, durante o armazenamento, com o mínimo de perdas de matéria seca e energia. Para tal, é necessário que a respiração da planta, a atividade proteolítica, bem como a atividade clostrídica e o crescimento de microrganismos aeróbios, sejam limitados. Esses problemas podem ser superados com o rápido enchimento do silo para obtenção e manutenção de um ambiente anaeróbio dentro de mesmo McDONALD; HENDERSON; HERON, (1991).

Durante este processo, a forragem verde é colocada no silo e começam a ocorrer transformações importantes da massa até que irão diminuir de intensidade propiciando que o material ensilado adquira características de silagem. Após o fechamento do silo o material deverá apresentar quantidades suficientes de ácido láctico capazes de inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis e a atividade do catabolismo enzimático da planta BOLSEN et al., (1992). A eficiência da fermentação, na preservação das silagens, e, consequentemente, a qualidade da silagem dependerá, principalmente, das bactérias epífitas presentes na forragem trazida do campo e que são compactadas e colocadas dentro do silo WOOLFORD, (1984).

No processo de ensilagem, é possível o uso de diversos inoculantes que contém bactérias homofermentativas, que possuem uma maior eficiência quanto a produção de ácido láctico

GIMENES et al., (2006), no entanto, segundo CONTRERAS-GEVEA e MUCK (2006), a combinação de bactérias homofermentativas com heterofermentativas proporcionam também uma boa fermentação e recuperação de matéria seca, através da maior concentração de ácido acético que dá a silagem a possibilidade de apresentar uma maior estabilidade aeróbica.

Alguns aditivos podem ser utilizados a fim de melhorar a fermentação e reduzir possíveis perdas nesse processo e submeter plantas mais jovens a ensilagem. Neste sentido, o fubá de milho vem sendo utilizado e categorizado como aditivo absorvente MCDONALD, (1991). Amplamente estudado no processo de ensilagem por elevar a matéria, e facilitar a aquisição e a disponibilidade, porém, o custo de equipamentos para homogeneização podem comprometer a viabilidade da sua utilização DANIEL et al., (2019).

Segundo, MUCK et al. (2018) existe também dentro das categorias dos aditivos os inoculantes microbianos. Esses incrementam a flora microbiana da massa ensilada, no entanto é preciso priorizar cepas que promovam a redução rápida do pH, e que inibam microrganismos indesejáveis e/ou que promovam a estabilidade da silagem WILKINSON & MUCK, (2019).

Por outro lado, inoculantes microbianos desenvolvidos a partir da própria planta que se deseja ensilar têm revelado melhor padrão fermentativo e maior recuperação da matéria seca ensilada do que inoculantes confeccionados com microrganismos isolados de outras plantas. Isto demonstra a necessidade de estudos envolvendo a avaliação e a quantificação da microbiota primitiva nas plantas comumente utilizadas para ensilagem no nosso país, haja vista que, os microrganismos contidos nos inoculantes comerciais, foram isolados e desenvolvidos em outros países DAESCHEL; ANDERSON; FLEMING, (1987).

O conhecimento das características dos microrganismos até hoje encontrados e que atuam na ensilagem, é tido como o caminho inicial de novas descobertas na área de conservação de alimentos vegetais. De modo a desenvolver tecnologias capazes de garantir melhores condições para que as plantas forrageiras sejam ensiladas com menores perdas, SILVA; FERREIRA; FERNANDES (2004).

Deste modo, o estudo teve como objetivo avaliar o perfil fermentativo e o valor nutritivo da silagem de Capim Elefante BRS Capiacu utilizando diferentes aditivos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Capim-elefante

O gênero *Pennisetum*, é composto por espécies conhecidas como capim-elefante, tendo sua origem na África tropical, segundo RODRIGUES et al., (2001), sua introdução no Brasil ocorreu no ano de 1920. Atualmente as espécies desse gênero são cultivadas por todo o país, por consequência da sua versatilidade e adaptabilidade a várias condições edafoclimáticas AMARAL et al., (2020).

Caracterizada por possuir hábito de crescimento cespitoso, de porte ereto, apresentando entrenós de 15 a 20 cm, diâmetro do caule de até 2,5 cm, suas folhas podem atingir 1,25 m de comprimento e 4,0 cm de largura, as inflorescências são classificadas como panícula espiciforme, o sistema radicular é composto de raízes grossas e rizomatosas, seus perfilhos são aéreos e basilares, formando densas touceiras PEREIRA et al., (2008), PEREIRA et al., (2010).

O seu metabolismo C_4 , sustenta a alta produtividade, podendo produzir até 300 toneladas de matéria verde por hectare CHAVES et al., (2013). As folhas não saturam mesmo em condições de radiação solar máxima, refletindo em uma alta capacidade fotossintética, que resulta em um maior acúmulo de forragem JACQUES, (1994).

As espécies de capim-elefante são classificadas como plantas muito exigente em fertilidade do solo, principalmente quando submetido ao corte e fornecimento no cocho ou ensilagem, ocorrendo uma maior extração de nutrientes do solo. Outra alternativa de uso para o capim-elefante é o pastejo, podendo ser realizado em espécies de porte baixo, a extração de nutrientes do solo é menor devido a reciclagem, porém, o corte e fornecimento ou a ensilagem permitem melhor aproveitamento da forragem PEIXOTO, (1992).

Quando bem manejada uma capineira pode ter uma vida útil superior a 5 anos PEREIRA et al., (2010). Essa longevidade depende do manejo de corte e do pastejo (intervalo entre corte, reposição de nutriente, irrigação, espaçamento, intensidade de pastejo), e da espécie utilizada.

Para diferenciar as várias espécies de capim-elefante existente PEREIRA (1993), propôs uma classificação em grupo conforme a característica, finalidade e importância agrônômica respectivamente os grupos são (Anão, Mercker, Napier e Híbridos). As espécies do Grupo híbrido são resultado do melhoramento genético vegetal buscando obter cultivares superiores a fim de atender a demanda dos sistemas de produção.

2.2 *Pennisetum Purpureum* Schum. cv. BRS Capiçu

O *Pennisetum Purpureum* Schum. cv. BRS Capiçu é um híbrido lançado pela Embrapa Gado de Leite, obtido a partir do cruzamento de dois acessos pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma (BAGCE), Guaco (BAGCE 60) e Roxo (BAGCE 57), essa cultivar destacou-se em várias regiões, a produção média do BRS Capiçu foi 33% superior quando comparado as cultivares Cameron e Mineiro, recomendado para corte e fornecimento no cocho quando a planta atingir 2,5 a 3 m de altura por volta de 50 a 70 dias após a rebrota, e atingir 3,5 a 4 m de altura aproximadamente 90 a 110 dias após a rebrota ambas as recomendações para o verão PEREIRA et al., (2016).

Segundo MONTEIRO et al. (2016) o BRS Capiçu tem capacidade de tolerar estresse hídrico, sendo uma alternativa ao cultivo do milho em algumas regiões onde ocorrem veranicos e longos períodos chuvosos. Outras características que chamam atenção para o BRS Capiçu é a resistência ao tombamento, facilidade para a colheita mecânica e ausência de pelos PEREIRA et al., (2016).

MONÇÃO et al., (2019) avaliaram produtividade do BRS Capiçu no verão aos 30, 60, 90, 120 e 150 dias após a rebrota e verificaram o incremento no acúmulo de forragem na ordem de 382 Kg ha⁻¹ por dia para matéria seca, as plantas cresceram 79,31%, de 1,03 com 30 dias a 4,98 metros com 150 dias após a rebrota. No verão, PEREIRA et al. (2016), verificaram a que a produção de MS atingiu 49,75 t ha⁻¹ aos 4,2 metros de altura.

Quando submetido a irrigação no inverno a produção de matéria seca do BRS Capiçu cortado aos 120 dias de rebrota, observada foi de 72 t ha ano⁻¹ MONÇÃO et al; (2019). No entanto, a produção de silagem com o BRS Capiçu acima de 120 dias após a rebrota não é recomendada pois a planta já se encontra em estágio fisiológico avançado perdendo valor nutritivo SCHAFHAUSER et al., (2018).

O teor de MS, a capacidade tampão e o carboidratos solúveis são fatores que estão diretamente relacionados com a fermentação no processo de ensilagem. Avaliando espécies de capim-elefante SANTOS et al., (2013), observaram variações na MS (17,7 % a 25,7 %), na capacidade tamponante (220 a 307 mEq Kg MS⁻¹) e no teor de carboidratos solúveis (4,1 % a 13,8%).

Com o aumento da idade a rebrota MONÇÃO et al., (2019), observaram redução no conteúdo de carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e na

degradabilidade efetiva da MS e FDN. Em contrapartida ao cortar a forragem mais jovem os mesmos autores relatam um baixo teor de matéria seca e uma melhora no valor nutritivo.

O capim elefante é mais utilizado na suplementação animal, sendo fornecido picado verde ou em silagem, a cultivar não é indicada para pastejo, pois é inviável por apresentar um porte muito elevado, dificultando a captura por pelos animais. De acordo com FILHO (2011), o capim elefante é mais utilizado pelos pequenos produtores, onde os mesmos utilizam-no no período da seca através de fornecimento triturado para o rebanho. De acordo com ROSA (2019), a EMBRAPA observou que o capim elefante é uma ótima cultivar para trabalhar com melhoramento, com a intenção de uma forragem mais rustica e palatável e com uma produção de matéria seca viável para a alimentação de ruminantes, principalmente o gado leiteiro COSER (2000).

2.3 Silagem de capim

A silagem é um meio importante de conservação de alimento para animais de produção, sendo utilizada globalmente e em diversas realidades a técnica está em constante evolução à medida que novas tecnologias surgem, não deixando de ter como objetivo principal dispor um alimento de qualidade nas formulações das dietas para animais de alta produção WILKINSON & MUCK, (2019).

A produção de silagem no Brasil, permite fornecer alimento o ano todo, minimizar a escassez da época seca do ano, aumentar a taxa de lotação, e atender a demanda dos sistemas de produção DANIEL et al., (2019). Notoriamente o milho e o sorgo ocupam lugar de destaque, sendo, as culturas mais utilizadas para a produção de silagem BERNARDES & REGO, (2014).

De acordo com PINTO & MILLEN (2016), as silagens de gramíneas tropicais estão entre as três maiores fontes de volumoso conservado mais utilizadas nas dietas em confinamentos no Brasil. As condições edafoclimáticas (precipitação, temperatura, textura e fertilidade do solo), em algumas regiões podem comprometer a produtividade das culturas anuais de interesse para silagem, haja vista, as espécies de capim tropical são uma das alternativas para produção de silagem PEREIRA et al; (2016).

São vários os gêneros e espécies de gramíneas que podem ser utilizadas para ensilagem. Tendo em vista todo o processo operacional da confecção da silagem (corte, transporte, descarregamento e compactação), deve-se optar por espécies de forragens com alto potencial de produção, e para fins de produção, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) é uma das

forrageiras mais estudadas para obtenção de silagem em várias partes do mundo RIGUEIRA et al., (2018).

Recentemente uma nova cultivar de capim-elefante mostrou-se superior as demais espécies de gramíneas de interesse para silagem e houve um grande interesse por pecuaristas do Brasil em cultivá-lo.

2.4 Produção de silagem

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

A qualidade da silagem depende da eficiência do processo fermentativo do material ensilado, o qual é influenciado pelas condições do ambiente, como a umidade, a temperatura do ambiente no momento do armazenamento; a presença de oxigênio no material a ser ensilado; a concentração de carboidratos solúveis e outras características particulares da forrageira ensilada, fatores que podem proporcionar variabilidade na obtenção de silagens com relação a seu valor nutritivo NEUMANN, (2001).

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

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

De acordo com JOBIM (2007), para a avaliação do processo fermentativo, o valor de pH não deve ser tomado isoladamente. CARVALHO et al. (1992) afirmaram que o teor de matéria seca (MS) da planta forrageira é um dos fatores determinantes do tipo de fermentação no processo da ensilagem e é variável em função da idade de corte e também da natureza do

colmo da planta. De acordo com MCDONALD et al. (1991), os teores de MS acima de 25%, quando associados a um bom nível de carboidratos solúveis, são características de silagem de boa qualidade.

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

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

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

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

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

A avaliação do teor de PB da silagem é muito importante, por ser fundamental para o organismo animal, para fins de manutenção e produção de leite e carne além da atividade da microbiota presente no rúmen LANA, (2005). De acordo com VAN SOEST (1994), o limite mínimo de PB na dieta para que ocorra um bom desenvolvimento reprodutivo e funcional dos microrganismos ruminantes é de 7% da matéria seca. O teor de proteína geralmente é relacionado com melhor valor nutritivo pela possibilidade de reduzir os custos com concentrado proteico.

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

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

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

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

2.5 O processo de ensilagem

O processo de ensilagem tem como objetivo principal preservar os nutrientes presentes na forragem, com o mínimo de perdas de MS e energia SOUZA et al., (2009). É dividido em quatro fases, de diferentes durações e intensidades, as quais não podem ser separadas precisamente uma da outra PAHLOW et al., (2003):

Fase 1: Fase aeróbia inicial – Caracteriza-se pela presença de oxigênio junto ao material que será ensilado. Nesta, a principal reação que ocorre é a respiração celular, que utiliza o oxigênio do ar e substratos presentes no material picado, produzindo CO₂, calor e H₂O. Os substratos usados para a respiração são os carboidratos solúveis (CS), devido à facilidade com que são assimilados ao processo. Eles são formados de açúcares simples e se prestam tanto como substrato para o processo fermentativo da silagem como energia para o animal.

Fase 2: Fase de fermentação principal – Esta fase se estende por uma a quatro semanas MUCK & PITT, (1993), dependendo das propriedades do material ensilado e das condições de ensilagem. Uma vez que as condições de anaerobiose são estabelecidas, os microrganismos anaeróbios dominam o processo de fermentação. O principal produto da fermentação é o ácido láctico, que ajuda as BAL nos estádios iniciais da fermentação controlarem uma variedade de microrganismos anaeróbios facultativos e obrigatórios, tais como enterobactérias, leveduras, bacilos e clostrídios, que competem por carboidratos solúveis em água.

Fase 3: Fase estável – Nesta fase, somente a hidrólise ácida de polissacarídeos e a proteólise são mantidas, como resultado da atividade de enzimas ácido-tolerantes PAHLOW et al., (2003). No entanto, várias espécies de leveduras altamente ácido-tolerantes sobrevivem nesta fase em estágio inativo, juntamente com bacilos e clostrídios, que estão dormentes, na forma de endósporos. Neste período, podem ocorrer fermentações secundárias, resultando em deterioração da silagem. Estas fermentações estão associadas a deficiência de carboidratos fermentescíveis, ou a uma lenta produção de ácido láctico, conduzindo a uma ineficiente inibição da flora deterioradora, como as bactérias do gênero *Clostridium*.

Fase 4: Fase de descarga – Nesta fase, após a abertura do silo, a silagem, que foi previamente mantida sob condições de anaerobiose, é exposta ao oxigênio. A presença de oxigênio favorece a atividade de microrganismos indesejáveis, tais como fungos, leveduras e bactérias ácido acético. Estes microrganismos utilizam substratos residuais e produtos da fermentação para seu crescimento, resultando em deterioração da silagem. Os principais indicadores desta deterioração são a produção de calor e CO₂, devido à respiração, diminuição da concentração de ácido láctico e aumento no pH, assim como decréscimo substancial no valor nutricional. Silagens que sofreram deterioração são denominadas de silagens instáveis anaerobiamente, nas quais as perdas de matéria seca podem ser elevadas. Segundo OUDE ELFERINK et al. (2002), perdas de matéria seca da ordem de 1,5-4,5% dia⁻¹ podem ocorrer, nas áreas afetadas.

2.6 Uso de aditivos na ensilagem

Na tentativa de melhorar o padrão fermentativo das forrageiras que não atendem os pré-requisitos para a obtenção de silagens de boa qualidade, a utilização de aditivos, combinados ou não com a técnica do emurchecimento, tem sido uma alternativa intensamente explorada na comunidade científica e empregada por técnicos e produtores RIBEIRO et al.,

(2009). No entanto, a diversidade de resultados encontrados entre diferentes trabalhos tem apontado para uma relação mais específica do que se esperava entre o tipo de forragem a ser conservada e o aditivo a ser utilizado ZOPOLLATTO et al., (2009).

A dificuldade em gerar resultados mais convergentes entre os diferentes tipos de aditivos disponíveis no mercado tem sido relacionada à grande inter-relação entre os substratos disponíveis para a fermentação, os produtos gerados pela fermentação e o tipo de transição que se desenvolve no ambiente da massa ensilada antes e após a abertura do silo. A ampla variação na combinação desses três fatores nem sempre resulta numa silagem considerada como padrão ou ideal.

De maneira geral, as perdas que ocorrem na ensilagem deveriam representar a magnitude dos desvios considerados como normais dentro desse processo de conservação. Como referencial para avaliação de muitas silagens, alguns autores tem relatado índices de perdas de 7 % a 40% MCDONALD et al., (1991). Como valor médio, essas perdas giram em torno de 20%, sendo de 3 % a 9% na fase de colheita BERNARDES et al., (2005) e de 6,1 a 24,6% durante a fermentação ZOPOLLATO et al., (2009).

Como as maiores perdas têm ocorrido no processo fermentativo, o desenvolvimento e utilização de aditivos para silagens tem sido um dos campos mais explorados na pesquisa nos últimos anos RIBEIRO et al., (2009). De maneira geral, podem-se classificar esses aditivos em três categorias: 1) estimulantes da fermentação, representados normalmente pelos inoculantes bacterianos e enzimas; 2) fontes de nutrientes e/ou absorventes de umidade; e 3) inibidores da fermentação, representados por ácidos orgânicos ou inorgânicos.

O fubá de milho é um aditivo absorvente MCDONALD, (1991). Amplamente estudado na ensilagem devido a facilidade na aquisição e disponibilidade DANIEL et al., (2019). Dentro dos grupos de aditivos temos também os inoculantes microbianos. Esses incrementam a flora microbiana da massa ensilada, deve-se priorizar uma cepa que promova redução rápida do pH, iniba microrganismos indesejáveis e (ou) promova a estabilidade da silagem WILKINSON & MUCK, (2019).

2.7 Inoculante homolático

Os homoláticos são os inoculantes mais antigos e utilizados na silagem, os microrganismos facultativos e obrigatórios desse grupo agem respectivamente utilizando hexoses como a glicose de substrato, tendo como principal produto o ácido lático, e pentoses que geram ácido lático e acético MUCK et al., (2018).

Silagens tratadas com esses microrganismos geralmente apresentam menor pH, baixa concentração de ácido acético, ácido butírico e amônia-M, já para o ácido lático são relatadas concentrações mais altas, bem como uma melhor recuperação de matéria seca comparando com silagens não tratadas MUCK & KUNG, (1997).

Testes com animais mostraram uma melhora na produção de leite, o ganho diário ou eficiência alimentar WEINBERG & MUCK, (1996). Uma meta análise com vacas leiteiras em lactação indicou o aumento no leite, com uma tendência para o aumento no consumo de matéria seca nas silagens tratadas OLIVEIRA et al., (2017).

2.8 Inoculante heterofermentativo

Uma descoberta de valor para o uso e conservação de forragem foi relatada na década de 90 e nos últimos anos muito se fala no Brasil sobre esses microrganismos. A adição de *L. buchneri* aumenta as concentrações de ácido acético na silagem que inibe a proliferação de leveduras e como resultado aumenta a estabilidade aeróbica MUCK, (1996).

Isso gerou muito debate na pesquisa devido a classificação das bactérias e ao fato de que as recomendações eram usar apenas bactérias homoláticas. A tecnologia evolui com o passar dos anos, foi descoberto que o *L. buchneri* não utilizava a via fosfocetolase, em vez disso ele converte o ácido lático em acético e 1,2-propanodiol OUDE ELFERINK et al., (2001).

Os benefícios adicionais da inoculação heterolática são inconsistentes. Algumas cepas conseguem sintetizar esterase de ácido ferúlico, essa enzima pode contribuir para digestibilidade da fibra NSEREKO et al., (2008). Porém o ambiente fermentativo, a dose do microrganismo, o substrato utilizado, ainda não foram compreendidos.

2.9 Aditivo absorvente

O aditivo absorvente como o próprio nome já diz, absorve a água presente no material que vai ser ensilado, isso eleva o conteúdo de matéria, proporcionando um ambiente mais favorável a fermentação. Além disso ele reduz as perdas de matéria, por gases e principalmente efluente e pode aumentar a concentração de carboidratos solúveis DANIEL et al., (2019).

Vários produtos podem ser utilizados como tal, basta ter alta concentração de matéria, o fubá de milho com certeza é o mais utilizado, isso se deve a oferta e disponibilidade no mercado. Outros produtos como casquinha de soja, farelos, DDGS ou até mesmo uma silagem de dieta total podem ser utilizados, o que implica é o custo e a operação, temos também a necessidade de encontrar as melhores misturas e entender a estabilidade da massa ensilada WILKINSON & MUCK, (2019).

Além da redução das perdas no processo de ensilagem, podemos ter ganhos adicionais em qualidade nutricional da silagem. A forragem tropical por ser susceptível a perder nutrientes como açúcares, sais orgânicos e minerais e compostos nitrogenados, adicionando um aditivo podemos diminuir esse carreamento de nutrientes ANDRADE et al., (2012).

3 REFERÊNCIAS

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. Beef Report: Perfil da Pecuária no Brasil. São Paulo, 2022, 77 p.

AMARAL, R. C., CARVALHO, B. F., COSTA, D. M., MORENZ, M. J. F., SCHWAN, R. F., ÁVILA, C. L. S. (2020). Novel lactic acid bacteria strains enhance the conservation of elephant grass silage cv. BRS capiaçu. **Animal Feed Science and Technology**, 264(1), 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2020.114472>

ANDRADE, A. P., et al. Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p. 1209-1218, 2012. DOI: 10.5433/1679-0359.

ANUALPEC. Anuário da pecuária brasileira. FNP Consultoria e Comercio. São Paulo, 2019, 407 p.

BARCELOS, A. F.; CARVALHO, J. R. R.; TAVARES, V. B.; GONÇALVES, C. C. M. Valor nutritivo e características fermentativas da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de casca de café. **Ciência Animal Brasileira**, v.19, p.1–12, e-27432, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-6891v19e-27432>.

BERNARDES, T. F., DO RÊGO, A. C. (2014). Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. **Journal of Dairy Science**, 97, 1852–1861. <https://doi.org/10.3168/jds.2013-7181>

BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L. Fermentative and microbiological profile of Marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets. **Scientia Agricola**, v.62, n.3, p.214-220, 2005.

BOLSEN, K. K., LIN, C., BRENT, B. E., FEYERHERM, A. M., URBAN, J. E., AIMUTIS, W. R. 1992. Effect of Silage Additives on the Microbial Succession and Fermentation Process of Alfalfa and Corn Silages. **Journal of Dairy Science**. 75:3066–3083. doi:10.3168/jds.

S0022-0302(92)78070-9.

BONFÁ, C. S., VILELA, S. D. J., CASTRO, G. H. F., SANTOS, R. A., EVANGELISTA, A. R., & NETO, O. S. P. (2017). Silagem de capim-elefante adicionada de casca de abacaxi.

Revista Ceres, 64, 176- 182. doi: 10.1590/0034-737x201764020010

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

CARVALHO, D. D., ANDRADE, J. B., & BIONDI, P. (1992). Estádio de maturação na produção e qualidade da silagem de sorgo I: Produção de matéria seca e de proteína bruta.

Boletim de Indústria Animal, 49, 91-99.

CHAVES, C. S., GOMIDE, C. A. M., RIBEIRO, K. G., PACIULO, D. S. C., LEDO, F. J. S., COSTA, I. D., CAMPANA, L. L. Forage production of elephant grass under intermitente stocking. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 2, p. 234-240, 2013

CONTRERAS-GEVEA, F.C.; MUCK, R. Microbial Inoculants for silage. **Focus on Forage**, v. 8, n. 4, 2006.

COSER, A, C. MARTINS, C, E. DERESZ, F. Capim-elefante: formas de uso na alimentação animal. Circular Técnica (INFOTECA-E). Juiz de Fora, NOV/2000, P.1- 27. Acessado ABR/2024 <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/594284/1/CT57Capimelefanteformasdeuso.pdf>

DANIEL, J. L. P., BERNARDES, T. F., JOBIM, C. C., SCHMIDT, P., NUSSIO, L. G. 2019. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass Forage Sci.** 74:188–200. <https://doi.org/10.1111/gfs.12417>

FILHO, C, C, G. MONTEIRO, K, D. DEMINICIS, B, B. utilização de silagem de capim para alimentação de ruminantes. PUBVET. Londrina, 2011, V. 5, N. 36, Ed. 183, P.1-29.

Acessado ABR/2024.

<https://www.pubvet.com.br/uploads/dc9916b5237fff12d61cc3aa43edd882.pdf>

GIMENES, A.L.G.; et al. Degradabilidade in situ de silagens de milho confeccionadas com inoculantes bacteriano e/ou enzimático. **Acta Science Animal**, v. 28, n. 1, p. 11-16, 2006.

IGARASSI, M. S.(2002). Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano. Piracicaba, 152p. Tese (Doutorado)

– **Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

JACQUES, A.V.A. Caracteres morfo-fisiológicos e suas aplicações como manejo. In: CARVALHO, M.M., ALVIM, M.J., XAVIER, D.F. et al. (Eds.) Capimelefante: produção e utilização. Coronel Pacheco: **Embrapa-Gado de Leite**, 1994, p.31-47.

JOBIM, C. C., NUSSIO, L. G., REIS, R. A., & SCHMIDT, P. (2007). Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36, 101- 119. doi: 10.1590/S1516-35982007001000013

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

KUNG JR, L., MUCK, R. E. "Silage additives: where are we going." **In Proceedings of the XVII international silage conference**, July, pp. 1-3. 2015.

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

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

MCDONALD, P., HENDERSON, A. R., & HERON, S. (1991). The biochemistry of silage. 2.ed. **Marlow: Chalcombe Publications**, 340 p.

MCDONALD, P., HENDERSON, A.R., HERON, S.J.E. (1991) **The Biochemistry of Silage** (2nd ed.). Chalcombe Publications, Marlow, Bucks, UK.

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

MONÇÃO, F. P., COSTA, M., RIGUERIA, J., MOURA, M., JÚNIOR, V., GOMES, V., LEAL, D., MARANHÃO, C., ALBUQUERQUE, C. J., CHAMONE, J. (2019). Yield and nutritional value of BRS Capiacu grass at different regrowth ages. **Semina: Ciências Agrárias**. 40. 2045. 10.5433/1679-0359.2019v40n5p2045.

MUCK, R. E. "A lactic acid bacteria strain to improve aerobic stability of silages." **US Dairy**

Forage Research Center (1996): 42-43.

MUCK, R. E., KUNG JR, L. "Effects of silage additives on silage." **Silage: Field for trough** (1997).

MUCK, R. E., NADEAU, E. M. G., MC ALLISTER, T. A., CONTRERAS-GOVEA, F. E., SANTOS, M. C., KUNG L. 2018. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. **J. Dairy Sci.** 101:3980–4000. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-13839> MUCK, R.E. PITT, R.E. The role of silage additives in making quality silage. In: **SILAGE PRODUCTION FROM SEED TO ANIMAL**. New York. Proceedings... New York: NRAS, n. 67, 1993. p. 57-66.

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

NSEREKO, V. L., SMILEY, B. K., RUTHERFORD, W. M., SPIELBAUER, A., FORRESTER, K. J., HETTINGER, G. H., HARMAN, E. K., Harman, B. R. "Influence of inoculating forage with lactic acid bacterial strains that produce ferulate esterase on ensilage and ruminal degradation of fiber." **Animal feed science and technology**. 145, no. 1-4 (2008): 122-135. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.06.039>

OHMOMO, S.; TANAKA, O.; KITAMOTO, H. K.; CAI, Y. Silage and microbial performance, old history but new problem. **Japan Agricultural Research Quarterly** (JARQ), v.36 n.2, p.59– 71, 2002.

OLIVEIRA, A. S., WEINBERG, Z. G., OGUNADE, I. M., CERVANTES, A. A. P., ARRIOLA, K. G., JIANG, Y., KIM, D. et al. "Meta-analysis of effects of inoculation with homofermentative and facultative heterofermentative lactic acid bacteria on silage fermentation, aerobic stability, and the performance of dairy cows." **Journal of Dairy Science** 100, no. 6 (2017): 4587-4603. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11815>

OUDE ELFERINK, S. J. W. H., KROONEMAN, J., GOTTSCHAL, J. C., SPOELSTRA, S. F., FABER, F., DRIEHUIS, F. "Anaerobic conversion of lactic acid to acetic acid and 1, 2-propanediol by *Lactobacillus buchneri*." **Applied and Environmental microbiology** 67, no. 1 (2001): 125-132.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of ensiling. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISON, J.H. (Eds.) Silage science and technology. 1.ed. Madison: **American Society of Agronomy**, 2003. p.31-94.

PEIXOTO, A.M. Alimentos volumosos: capineiras. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.) Curso de alimentação para bovinos. Piracicaba, FEALQ, 1992, p.97-126.

PEREIRA, A. V., LEDO, F. J. da S., MORENZ, M. J. F., LEITE, J. L. B., BRIGHENTI, A. M., MARTINS, C. E., MACHADO, J. C. 2016. BRS Capiapu: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. **Embrapa**. 2:6.

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1056288>

PEREIRA, A. V., LEDO, F. J. da S., MORENZ, M. J. F., LEITE, J. L. B., BRIGHENTI, A. M., MARTINS, C. E., & MACHADO, J. C. (2016). BRS Capiapu: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para 26 produção de silagem. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, 6 p. (Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 79).

PEREIRA, A. V.; AUAD, A.M.; LÉDO, F. J. S.; BARBOSA, S. Pennisetum Purpureum. In: FONSECA, D.M. & MARTUSCELLO, J.A. (Ed), **Plantas Forrageiras**. Viçosa: UFV, cap. 6, p. 197-219. 2010.

PEREIRA, A.V. Escolha de variedades de capim-elefante. In: In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.) Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 10, Piracicaba, 1993. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 1993, p.47-62.

PEREIRA, A.V., LÉDO, F.J.S., SHIMOYA, A., TECHIO, V.H. Melhoramento genético de Pennisetum purpureum. In Resende RMS, Valle CB and Jank L (eds) **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande, Embrapa, 2008. p. 89-116.

PINTO, A. C. J., MILLEN, D. D. (2016). Current situation of fattening cattle in feedlots and nutritional models in use. In: **X. Simpósio de Produção de Gado de Corte** (Simcorte) (pp. 103–120). **Anais...** Viçosa, Brasil: Federal University of Viçosa.

RETORE, M. ALVES, J, P. JUNIOR, M, A, P, O. GALEANO, E, J. Manejo do capim BRS Capiapu para aliar produtividade à qualidade. **Comunicado técnico**. Dourados MS, 2021, P. 8 Ed. 1. Acessada em MAI/2024.

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226323/1/COT-263-2021.pdf>

- RIBEIRO, J.L.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B. et al. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.230-239, 2009.
- RIGUEIRA, J. P. S., MONÇÃO, F. P., SALES, E. C. J., DOS REIS, S. T., BRANT, L. M. S., CHAMONE, J. M. A., ROCHA JR, V. R. ASSIS PIRES, D. A. (2018). Fermentative profile and nutritional value of elephant grass silage with different levels of crude glycerin. **Semina: Ciências Agrárias**, 39(2), 833-844. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n2p833>
- RODRIGUES, L.R.A., MONTEIRO, F.A., RODRIGUES, T.J.D. Capim elefante. In: PEIXOTO, A.M., PEDREIRA, C.G.S., MOURA, J.V., FARIA, V.P. (Eds.) Simpósio sobre manejo da pastagem, 17, Piracicaba, 2001. 2ª edição. **Anais...** Piracicaba:FEALQ, 2001, p.203-224
- ROSA, P, P. SILVA, M, P. CHESINI, R, G. OLIVEIRA, A, P, T. SEDREZ, P, A. FARIA, M, R. LOPES, A, A. ROLL, V, F, B. FERREIRA, O, G, L. Características do Capim Elefante *Pennisetum purpureum* (Schumacher) e suas novas cultivares BRS Kurumi e BRS Capiacu. PAG. Porto Alegre. 2019. v.25, ns.1/2, P. 70-84. Acessada MAI/2024. <http://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/37/2>
- Sá, C. R. L., Neiva, J. N. M., Gonçalves, J. S., Cavalcanti, M. A. B., & Lobo, R. N. B. (2007). Composição bromatológica e características fermentativas de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com níveis crescentes de adição do subproduto da Manga (*Mangifera indica* L.). *Revista Ciência Agronômica*, 38, 199-203.
- SANTOS, R. J. C., LIRA, M. A., GUIM, A., SANTOS, M. V. F., DUBEUX JUNIOR, J. C. B., MELLO, A. C. L. (2013). Elephant grass clones for silage production. **Scientia Agricola**, 70, 6–11. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162013000100002>
- SCHAFHAUSER, J. J., SCHEIBLER, R. B., SCHEFFLER, G. H. Silagem de capim-elefante: uma alternativa para produção de forragem conservada em sistemas de produção de bovinos. 7º Dia de Campo do Leite: da Pesquisa para o Produtor. Pelotas, 2018. 53 p.
- SOUZA, W.F.; RIGUEIRA, J.P.S.; ROSA, L.O. et al. Papel da fermentação propiônica na produção de silagem. *PUBVET*, Londrina, V. 3, N. 4, 2009. Disponível em: http://www.pubvet.com.br/artigos_det.asp?artigo=644. Acesso em: 03/05/2024

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

VAN SOEST, P. J. (1944). Nutritional ecology of the ruminant. Ithaca: Comstock Public. Association, p. 476. doi: 10.7591/9781501732355

WEINBERG, Z'G., MUCK R. E. "New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage." FEMS. **Microbiology Reviews**. 19, no. 1 (1996): 53-68. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6976.1996.tb00253.x>

WILKINSON, J. M., MUCK, R. E.;. 2019. Ensiling in 2050: Some challenges and opportunities. **Grass Forage Sci**. 74:178–187. <https://doi.org/10.1111/gfs.12418>

WOOLFORD, M.K. The silage fermentation. **New York: Marcel Dekker**, p. 350, 1984.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J., OLIVEIRA, J. S.; ALMEIDA, J. C. C., PEREIRA, O. G. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 55, n. 209, p. 75-84, 2006.

ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J. L. P.; NUSSIO, L. G. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, Suplemento Especial, p.170- 189, 2009.

ARTIGO

PERFIL DE FERMENTAÇÃO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA SILAGEM DE CAPIM ELEFANTE BRS CAPIAÇU COM ADITIVOS EM DIFERENTES TEMPOS DE ABERTURA

Jeniffer Da Cruz Siqueira¹, Alexandre Menezes Dias¹

¹Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Avenida Senador Filinto Muller, 2443, 79074-960, Campo Grande, MS, Brasil.

*Autor correspondente E-mail: alexandre.menezes@ufms.br

RESUMO

Objetivou-se avaliar o perfil fermentativo e o valor nutritivo da silagem de Capim Elefante BRS Capiaçú utilizando diferentes aditivos. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5, com três repetições. Os tratamentos avaliados foram: T1 - Capim-elefante (CE); T2 - CE + 10% de fubá de milho; T3 - CE + inoculante, realizando cinco tempos de abertura após a ensilagem, sendo no dia 1, 7, 14, 28 e 56. Utilizaram-se silos experimentais de PVC com capacidade de 3,0 kg, adotando densidade de 500 kg de massa verde por m⁻³. Após 60 dias de conservação, os silos foram abertos e para a determinação quantitativa do teor de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não-fibrosos (CNF), capacidade tampão (CT), pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃). Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes lineares e quadráticos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Foi observado que as percentagens médias de MS das silagens foram maiores para os tratamentos que utilizavam o fubá. Houve efeito dos dias de fermentação (P<0,05) sobre a MS entre o 1º e 28º dia de fermentação. A PB foi influenciada (P<0,05) em função do tempo de fermentação, apresentando efeito linear positivo, já em relação aos teores do EE foi

observado um aumento linear ($P < 0,05$) com a adição do fubá durante o período de fermentação. Em relação a FDN e FDA, observou-se os menores teores nas silagens com inclusão do fubá, por outro lado, observou-se as maiores percentagens médias de CNF para os tratamentos que utilizavam o fubá. Houve efeito dos dias de fermentação ($P < 0,05$) sobre a CNF no 1º e 56º dia de fermentação. O pH apresentou comportamento linear negativo ($P < 0,05$), a CT apresentou efeito linear positivo ($P < 0,05$) em função dos tempos de fermentação analisados. Observou-se aumento linear ($P < 0,05$) no N-NH₃ no 1º, 7º e 56º dias de fermentação. O ponto de máximo para N-NH₃ foi aos 56 dias com valor de 3,05%. Houve efeito da adição do fubá de milho na silagem de capim elefante para todas as variáveis estudadas. Conclui-se que a inclusão do fubá de milho sobre a matéria verde da massa ensilada melhora o valor nutritivo e mantém adequado padrão de fermentação da silagem de capim-elefante cv. BRS Capiáçu, em face dos valores de N-NH₃ e CT verificados.

Palavras-chave: capineira; conservação de forragem; tempo de abertura.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the fermentation profile and nutritional value of the silage of Elephant Grass BRS Capiáçu using different additives. The experimental design was completely randomized, in factorial scheme 3 x 5, with three replications. The treatments evaluated were: T1 - Elephant grass (CE); T2 - CE + 10% corn meal; T3 - CE + inoculant, performing five opening times after ensiling, being on day 1, 7, 14, 28 and 56. Experimental PVC silos with a capacity of 3.0 kg were used, adopting density of 600 kg of green mass per m³. After 60 days of storage, the silos were opened and for the quantitative determination of dry matter content (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), non-fibrous carbohydrates (CNF), buffer capacity (CT), pH and ammoniacal nitrogen (N-NH₃). The data were submitted to analysis of variance and regression. The choice of models was based on the significance of linear and quadratic coefficients, at the level of 5% probability by the Tukey test. It was observed that the average percentages of DM of the silages were higher for the treatments that used the cornmeal. There was an effect of fermentation days ($P < 0,05$) on DM between the 1st and 28th day of fermentation. The CP was influenced ($P < 0,05$) as a function of the fermentation time, presenting a positive linear effect, since in relation to the contents of the EE was observed a linear increase ($P < 0,05$) with the addition of cornmeal during the fermentation period. In relation to NDF and ADF, it was observed the lowest contents in the silages with inclusion of cornmeal, on the other hand, it was observed the highest average percentages of CNF for the

treatments that used the cornmeal. There was an effect of the fermentation days ($P < 0.05$) on the CNF on the 1st and 56th day of fermentation. The pH showed negative linear behavior ($P < 0.05$), the TC showed positive linear effect ($P < 0.05$) as a function of the analyzed fermentation times. There was a linear increase ($P < 0.05$) in N-NH₃ in 1, 7 and 56th days of fermentation. The maximum point for N-NH₃ was at 56 days with a value of 3.05%. There was an effect of the addition of corn meal in elephant grass silage for all variables studied. It is concluded that the inclusion of corn meal on the green matter of the ensiled mass improves the nutritional value and maintains adequate fermentation pattern of elephant grass silage cv. BRS Capiaçú, in face of the values of N-NH₃ and CT verified.

Keywords: weeding; forage conservation; opening time

INTRODUÇÃO

A conservação da forragem na forma de silagem é uma estratégia versátil dentro da nutricional pecuária, garante fibra necessária para manutenção e estabilidade ruminal nos confinamentos e permite equilibrar o efeito pontual de sazonalidade tido por animais a pasto DANIEL et al., (2019).

O processo consiste em submeter o alimento a fermentação anaeróbia. Algumas características como o valor nutricional, teor de carboidratos solúveis, umidade, capacidade tamponante implicam na eficácia da fermentação e o custo de produção de matéria seca (t MS ha⁻¹) na rentabilidade do alimento produzido GRANT & ADESOGAN, (2018).

A produção de matéria seca por hectare e o bom valor nutricional são atrativos para cultivar BRS Capiaçú, o corte para ensilagem é recomendado de 90 a 110 dias após a rebrota PEREIRA et al., (2016). No entanto, levar em consideração a altura tem sido uma estratégia melhor do que dias de crescimento predefinidos no manejo de pastagens tropicais DA SILVA & NASCIMENTO, (2007).

Independente do manejo de corte, o BRS Capiaçú é acometido a um fator limitante para o processo de ensilagem, o ótimo valor nutricional é paralelo ao baixo teor de matéria seca, podendo prejudicar a fermentação e resultar em elevadas perdas de efluentes e matéria seca BORREANI et al., (2018); MUCK et al., (2018).

Assim sendo, os aditivos podem ser utilizados a fim de melhorar a fermentação e reduzir as perdas nesse processo. O fubá de milho é categorizado como aditivo absorvente MCDONALD, (1991). Amplamente estudado na ensilagem devido a facilidade na aquisição e

disponibilidade, porém, o custo e equipamentos para homogeneização comprometem a viabilidade financeira do seu uso DANIEL et al., (2019).

Conforme MUCK et al., (2018), dentro das categorias dos aditivos temos também os inoculantes microbianos. Esses incrementam a flora microbiana da massa ensilada, devendo-se priorizar uma cepa que promova redução rápida do pH, iniba microrganismos indesejáveis e promova a estabilidade da silagem WILKINSON & MUCK, (2019). Neste sentido, esse estudo teve como objetivo avaliar o perfil fermentativo e o valor nutritivo da silagem de Capim Elefante BRS Capiçu utilizando diferentes aditivos.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do experimento

O experimento foi conduzido no setor de Forragicultura da Fazenda Escola, no município de Terenos, MS, latitude 20°26'34.31" S, longitude 54°50'27.86" O e altitude 530,7 m, e no Laboratório de Nutrição Animal Aplicada e de Forragicultura da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da UFMS.

Os dados de precipitação e de temperatura, durante o período experimental encontram-se na Figura 1, foram coletados no banco de dados do CEMTEC (Centro de Monitoramento de Tempo, do Clima e dos Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul), o clima da região foi identificado como Aw – Clima tropical, com inverno seco.

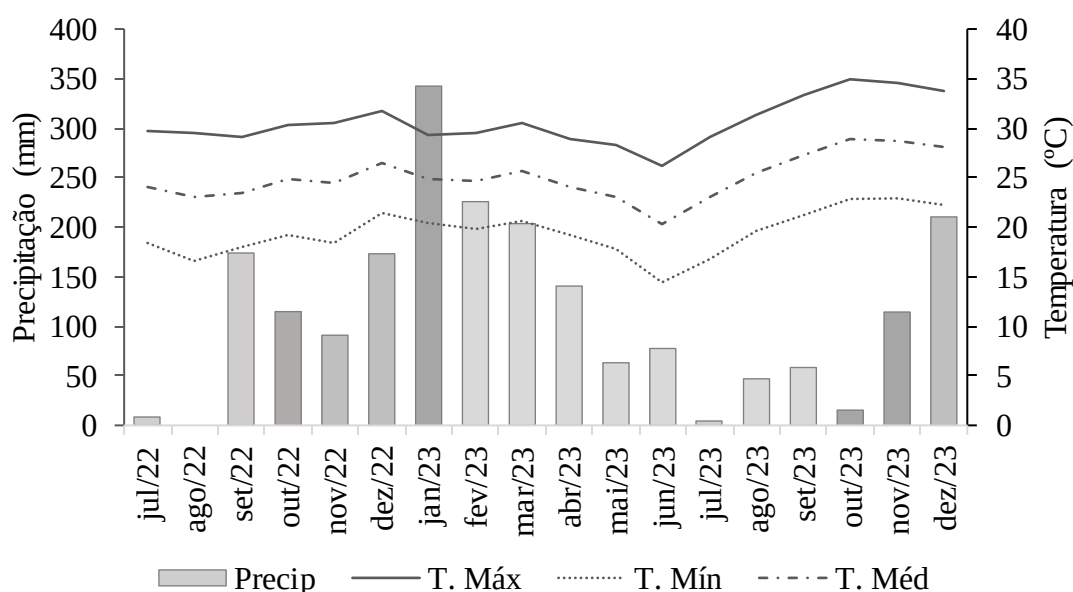


Figura 1. Temperatura média, mínima e máxima e precipitação mensal durante o período experimental no ano de 2022 e 2023.

As amostras de solo foram coletadas na camada de 0-20 cm antes da implantação do *Pennisetum purpureum* Schum cv. BRS Capiáu, a fazenda apresenta solo da classe Latossolo vermelho distrófico, os resultados obtidos foram: textura muito argilosa (670 g Kg⁻¹ argila, 160 g Kg⁻¹ areia, 170 g Kg⁻¹ silte), pH (CaCl₂): 5.00 e (H₂O): 5.91; P (mg/dm³): 3.00; matéria orgânica (g/dm³): 21.60; K (mmol^c/dm³): 1.20; Ca (mmol^c/dm³): 37.00; Mg (mmol^c/dm³): 24.00; Ca/Mg (mmol^c/dm³): 31.50; Al (mmol^c/dm³): 2.00; H + Al (mmol^c/dm³): 56.00; CTC (mmol^c/dm³): 118.00; saturação por bases (%): 53.00. Foram aplicadas 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de supersimples, 36 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia e 116 kg ha⁻¹ de K₂O, na forma de cloreto de potássio via lança no sulco.

As mudas de BRS Capiáu foram coletadas de uma capineira estabelecida no setor de bovinocultura de leite da fazenda escola, posteriormente foram dispostas em sulcos com aproximadamente 25 cm de profundidade, distribuídas em sistema pé com ponta, utilizou-se um facão a fim de seccionar os colmos para quebrar a dominância apical, o espaçamento de plantio foi de 0,80 centímetros ente linhas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3 x 5, com *Pennisetum purpureum* Schum cv. BRS Capiáu sendo cortado ao atingir quatro altura de 3.5 metros, a silagem controle ou aditivada com: inoculante homolático Bactosilo[®] Master (*Lactobacillus plantarum* MA18/5U + *Pediococcus acidilactici* MA18/5M, aplicado a 2 g t⁻¹), inoculante heterolático Lalsil AS[®] (*Lactobacillus buchneri* CNCM-4323, aplicado a 1 g t⁻¹) e fubá de milho (adicionado 10% em relação a matéria natural) sendo três repetições por tratamento.

Mensuração da produção

Com um auxílio de uma régua graduada, foram efetuadas mensurações conforme altura na base da planta rente ao solo até a curva da folha recentemente expandida e da quantidade de touceiras por metro linear. A produção de matéria natural (PMN) foi mensurada conforme o peso da touceira nas respectivas alturas corte relacionando com o número de touceiras por metro linear, realizou-se o corte do BRS Capiáu a 10 cm do solo. Em seguida as amostras coletadas foram acondicionadas em saco de papel, pesadas e secas em estufa com ventilação forçada à temperatura de 55°C por 72 h.) foram levadas ao laboratório para estimar o teor de matéria seca da planta antes da ensilagem.

Posteriormente, foram moídas em moinho tipo Wiley em peneira com crivos de 1 mm. Análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE),

fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA) foram realizadas conforme metodologias descritas por DETMANN et al. (2021).

Ensilagem

Quando atingiu a altura de corte o BRS Capiacu foi colhido e picado utilizando um triturador Forrageiro TRF 400 a um tamanho de partícula de aproximadamente 2,0 cm, homogeneizado com cada aditivo, posteriormente, foram compactados com soquetes de madeira em mini silos de PVC com capacidade de 3,0 kg, adotando densidade de 500 kg por m³. Cada mini silo continha uma camada de areia seca e tecido não tecido (TNT) para determinar as perdas por efluente (PE), perdas por gases (PG) e recuperação de matéria seca (RMS). Após a compactação do material, os mini silos foram vedados e lacrados com fita adesiva, pesados e armazenados em local coberto.

Foram realizados três tratamentos no experimento sendo 0% (controle), 10% (fubá) e inoculante, realizando cinco tempo de abertura sendo no dia 1, dia 7, dia 14, dia 28 e no dia 56 com três repetições totalizando 45 mini silos experimentais.

Tabela 1: Teores médios em porcentagem de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO) e estrato etéreo (EE) dos aditivos utilizados momento da ensilagem.

	TRATAMENTOS		
	Controle	10% (fubá)	Inoculante
MS%	49,52	3,66	4,13
MO%	60,67	1,73	5,15
PB%	8,71	1,14	3,22
EE %	1,71	2,92	1,52

Composição química-bromatológica

A segunda sub amostra da silagem foi pré-seca em estufa de ventilação forçada, a 55°C por 72 horas, logo após foram moídas em moinho de facas tipo Willey para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), conforme procedimentos descritos por AOAC (1996). Foram realizadas as análises para determinação dos valores de pH, determinação da capacidade tampão e determinação do nitrogênio amoniacal.

Análise estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão por meio do PROC GLM do programa estatístico SAS (SAS Institute, Cary, NC, EUA). A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes lineares e quadráticos, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O seguinte modelo foi utilizado: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \alpha^2_i + \alpha^3_i + \delta_{ij} + \beta_k + \alpha\beta_{ik} + \varepsilon_{ijk}$ em que: y_{ijk} é o valor observado correspondente ao k ésimo tratamento secundário (aditivos) dentro do i ésimo tratamento principal (tempo: 1, 7, 14, 28, 56 dias)

μ é uma constante inerente a todas as observações (representa a média geral).

α_i é o efeito linear da i ésima tempo.

α^2_i é o efeito quadrático da i ésima tempo.

α^3_i é o efeito cúbico da i ésima tempo.

δ_{ij} é o erro aleatório nos tempo (Res_a).

β_k é o efeito do k ésimo aditivo.

$\alpha\beta_{ik}$ é o efeito da interação entre a i ésima tempo e o k ésimo aditivo.

ε_{ijk} é o erro aleatório nos aditivos (Res_b).

RESULTADOS

Os valores das médias percentuais das variáveis de matéria seca e matéria orgânica das silagens em função dos tratamentos e do dia de abertura são apresentados na Tabela 2:

Tabela 2 – Teores de matéria seca e matéria orgânica das silagens em função dos tratamentos e do dia de abertura

Dia	Tratamentos			EPM	P-value
	Controle	Fubá	Inoculante		
Matéria seca					
1	25,04 b	35,76 a	26,11 b	1,085	0,0001
7	25,11 b	34,38 a	25,54 b	0,625	0,0001
14	25,99 b	34,41 a	26,13b	0,659	0,0001

28	26,09	35,24	33,61	6,999	0,3044
56	25,61	33,07	26,72	3,173	0,0564
EPM	0,159	0,223	0,174		
P Linear	0,0003	0,0017	0,0010		
P Quadrática	0,0040	0,0050	0,0017		
ER	1	2	3		
Matéria orgânica					
1	93,11 b	95,25 a	93,36 b	0,161	0,0001
7	93,43 b	94,96 a	93,38 b	0,316	0,0001
14	92,56 b	94,53 a	92,75 b	0,091	0,0001
28	93,10 b	94,97 a	93,53 b	0,343	0,0013
56	93,16 b	94,88 a	93,03 b	0,468	0,0050
EPM	0,584	0,596	0,586		
P Linear	0,0004	0,0012	0,0012		
P Quadrática	0,0053	0,0053	0,0051		
ER	4	5	6		

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05)

ER = equação de regressão ajustada

$$^1Y = 2,07587.\text{dia} - 0,02950.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7661\text{)}$$

$$^2Y = 2,81482.\text{dia} - 0,04052.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7426\text{)}$$

$$^3Y = 2,37601.\text{dia} - 0,03434.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7952\text{)}$$

$$^4Y = 7,46201.\text{dia} - 0,10575.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7526\text{)}$$

$$^5Y = 7,61159.\text{dia} - 0,10792.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7522\text{)}$$

$$^6Y = 7,48617.\text{dia} - 0,10622.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7531\text{)}$$

Foi observado que as percentagens médias de matéria seca (MS) das silagens foram maiores para os tratamentos que utilizavam o fubá como aditivo quando comparado ao grupo controle e grupo que utilizava inoculante. Houve efeito dos dias de fermentação (P<0,05) sobre a MS entre o 1º e 28 dia de fermentação sendo que os maiores teores de MS foram observados no tratamento com fubá de milho. Os demais dias de fermentação não diferiram entre si.

Os valores percentuais da matéria orgânica (MO) apresentou comportamento linear positivo (P<0,05), ou seja, elevou-se à medida que aumentou o período de fermentação. As maiores variações foram encontradas no tratamento que utilizava fubá.

Os teores médios de proteína bruta e extrato etéreo das silagens em função dos tratamentos e do dia de abertura são apresentados na Tabela 3:

Tabela 3 – Teores de proteína bruta e extrato etéreo das silagens em função dos tratamentos e do dia de abertura

Dia	Tratamentos			EPM	P-value
	Controle	Fubá	Inoculante		
Proteína bruta					
1	3,99 b	5,14 a	3,79 b	0,107	0,0001
7	3,54 b	5,68 a	3,83 b	0,157	0,0001
14	3,37 b	4,30 ab	5,14 a	0,517	0,0001
28	3,70 b	6,08 a	3,44 b	0,951	0,0268
56	2,87 b	4,50 a	3,12 b	0,152	0,0001
EPM	0,025	0,035	0,027		
P Linear	0,0005	0,0026	0,0055		
P Quadrática	0,0045	0,0030	0,0025		
ER	1	2	3		
Extrato etéreo					
1	1,52 b	2,21 a	1,67 b	0,442	0,0001
7	2,04 b	2,73 a	2,13 b	0,484	0,0001
14	2,02 b	2,65 a	2,09 b	0,336	0,0001
28	1,96 b	2,46 a	2,47 a	0,388	0,2630
56	1,75 b	2,74 a	1,69 a	0,308	0,0099
EPM	0,012	0,016	0,013		
P Linear	0,0002	0,0008	0,0023		
P Quadrática	0,0021	0,0056	0,0005		
ER	4	5	6		

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05)

ER = equação de regressão ajustada

$$^1Y = 0,29482.\text{dia} - 0,00443.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7104\text{)}$$

$$^2Y = 0,44141.\text{dia} - 0,00653.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7464\text{)}$$

$$^3Y = 0,34137.\text{dia} - 0,00523.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7268\text{)}$$

$$^4Y = 0,16202.\text{dia} - 0,00238.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7702\text{)}$$

$$^5Y = 0,20429.\text{dia} - 0,00284.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7640\text{)}$$

$$^6Y = 0,18696.\text{dia} - 0,00284.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,8084\text{)}$$

A proteína bruta (PB) foi influenciada ($P < 0,05$) em função do tempo de fermentação, apresentando efeito linear positivo, atingindo o ponto de máximo aos 28 dias com valor de 6,08%. As maiores variações foram encontradas no tratamento que utilizava fubá.

Já em relação aos teores do extrato etéreo (EE) foi observado um aumento linear ($P < 0,05$) com a adição do fubá durante o período de fermentação. Porém após 28 dia de fermentação o tratamento com inoculante foi semelhante aos teores do fubá.

As porcentagens médias da fibra em detergente neutro, fibra em detergente neutro e carboidratos não-fibrosos das silagens em função dos tratamentos e do dia de abertura são apresentados na Tabela 4:

Tabela 4 – Teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente neutro e carboidratos não-fibrosos das silagens em função dos tratamentos e do dia de abertura

Dia	Tratamentos			EPM	P-value
	Controle	Fubá	Inoculante		
Fibra em detergente neutro					
1	78,69 a	60,92 b	77,71 a	1,923	0,0001
7	77,06 a	63,27 b	71,06 ab	4,094	0,0001
14	71,03 a	57,53 b	67,04 ab	4,427	0,0001
28	69,78 ab	62,80 b	72,97 a	2,032	0,0023
56	77,12 a	57,53 b	77,01 a	7,890	0,0355
EPM	0,474	0,391	0,453		
P Linear	0,0011	0,0017	0,0010		
P Quadrática	0,0120	0,0047	0,0104		
ER	1	3	4		
Fibra em detergente ácido					
1	57,97 a	45,38 b	58,92 a	3,348	0,0001
7	57,84 a	46,81 b	51,57 ab	5,711	0,0001
14	69,71 a	49,19 b	57,93 ab	6,046	0,0001
28	46,78 a	32,10 b	52,03 a	5,372	0,0097
56	57,34 a	32,29 b	56,99 a	5,093	0,0014
EPM	0,383	0,305	0,352		
P Linear	0,0010	0,0103	0,0013		
P Quadrática	0,0099	0,0097	0,0098		

ER	4	5	6		
Carboidratos não-fibrosos					
1	8,92 b	26,99 a	10,18 b	2,097	0,0001
7	10,79	23,28	16,37	3,772	0,0001
14	16,15	23,39	18,48	9,564	0,0065
28	17,66	23,63	14,70	2,741	0,0186
56	11,43 b	30,10 a	11,20 b	8,135	0,0467
EPM	0,087	0,165	0,102		
P Linear	0,0001	0,0010	0,0049		
P Quadrática	0,0001	0,0408	0,0007		
ER	7	8	9		

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05)

ER = equação de regressão ajustada

$$^1Y = 5,71252.\text{dia} - 0,07931.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7175\text{)}$$

$$^2Y = 4,94317.\text{dia} - 0,07129.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7438\text{)}$$

$$^3Y = 5,60132.\text{dia} - 0,07708.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7354\text{)}$$

$$^4Y = 4,57950.\text{dia} - 0,06539.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7053\text{)}$$

$$^5Y = 3,42110.\text{dia} - 0,05225.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,6396\text{)}$$

$$^6Y = 4,31308.\text{dia} - 0,06025.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7260\text{)}$$

$$^7Y = 1,29265.\text{dia} - 0,01964.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,8647\text{)}$$

$$^8Y = 1,81422.\text{dia} - 0,02339.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,6802\text{)}$$

$$^9Y = 1,35652.\text{dia} - 0,02108.\text{dia}^2 \text{ (R}^2 = 0,7781\text{)}$$

Em relação a fibra em detergente neutro (FDN) e a fibra em detergente ácido (FDA), observou-se os menores teores nas silagens com inclusão do fubá de milho, ocorrendo uma redução linear ($P < 0,05$) à medida que aumentou o período de fermentação. Por outro lado, observou-se as maiores percentagens médias de carboidratos não-fibrosos (CNF) para os tratamentos que utilizavam o fubá como aditivo quando comparado ao grupo controle e grupo que utilizava inoculante. Houve efeito dos dias de fermentação ($P < 0,05$) sobre a CNF no 1º e 56 dia de fermentação sendo que os maiores teores de CNF foram observados no tratamento com fubá de milho. Os demais dias de fermentação não diferiram entre si.

A Tabela 5 traz pH, capacidade tampão e nitrogênio amoniacal das silagens em função dos tratamentos e do dia de abertura:

Tabela 5 – pH, capacidade tampão e nitrogênio amoniacal das silagens em função dos tratamentos e do dia de abertura

Dia	Tratamentos			EPM	P-value
	Controle	Fubá	Inoculante		
pH					
1	4,66 a	4,81 a	3,70 b	0,209	0,0001
7	3,31 a	3,09 b	3,44 a	0,059	0,010
14	3,80	3,70	3,86	0,259	0,7418
28	3,54	3,39	3,03	0,335	0,2358
56	4,45 a	4,50 a	3,51 b	0,102	0,0001
EPM	0,025	0,024	0,022		
P Linear	0,0026	0,0009	0,0019		
P Quadrática	0,0291	0,0436	0,108		
ER	1	2	3		
Capacidade tampão					
1	6,53 a	6,32 a	5,61 b	2,837	0,0039
7	7,67 b	8,59 b	10,20 a	0,413	0,0008
14	8,09	10,57	10,26	1,731	0,2400
28	5,51	9,23	10,58	1,273	0,0062
56	10,32	9,03	11,25	1,646	0,3201
EPM	0,070	0,056	0,053		
P Linear	0,0034	0,0009	0,0001		
P Quadrática	0,0542	0,0017	0,0006		
ER	4	5	6		
N-amoniacal (%MS)					
1	1,08 b	2,11 a	0,94 b	0,7793	0,0088
7	0,98	1,17	1,12	0,337	0,7865
14	0,89	1,36	0,75	0,303	0,1075
28	1,87 b	2,76 a	1,26 c	0,484	0,0250
56	2,16 b	3,05 a	0,98 c	0,300	0,0005
EPM	0,044	0,011	0,007		
P Linear	0,0003	0,0001	0,0015		
P Quadrática	0,0207	0,0454	0,0049		
ER	7	8	9		

Médias seguidas por letras distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05)

ER = equação de regressão ajustada

$$^1Y = 0,28042.\text{dia} - 0,00368.\text{dia}^2 (R^2 = 0,6962)$$

$$^2Y = 0,26714.\text{dia} - 0,00343.\text{dia}^2 (R^2 = 0,6777)$$

$$^3Y = 0,27305.\text{dia} - 0,00386.\text{dia}^2 (R^2 = 0,7088)$$

$$^4Y = 0,21680.\text{dia} (R^2 = 0,6317)$$

$$^5Y = 0,76463.\text{dia} - 0,01100.\text{dia}^2 (R^2 = 0,7964)$$

$$^6Y = 0,80941.\text{dia} - 0,01109.\text{dia}^2 (R^2 = 0,8666)$$

$$^7Y = 0,09740.\text{dia} - 0,00106.\text{dia}^2 (R^2 = 0,8514)$$

$$^8Y = 0,14309.\text{dia} - 0,00159.\text{dia}^2 (R^2 = 0,7878)$$

$$^9Y = 0,08527.\text{dia} - 0,00122.\text{dia}^2 (R^2 = 0,7465)$$

O pH apresentou comportamento linear negativo ($P < 0,05$) de acordo com o período de fermentação, o ponto de mínima estimado foi aos 14 dias com pH 3,09, no entanto aos 56 dias o pH encontrava-se com valor de 4,5 no tratamento que utilizava o fubá. Contudo, a capacidade tampão (CT) apresentou efeito linear positivo ($P < 0,05$) em função dos tempos de fermentação analisados, sendo que o teor da CT variou entre o 1º e 7º dia de fermentação, sendo que a ensilagem com inoculante foi a que apresentou os maiores valores e atingiu o valor de 10,20 no 7º dia de fermentação. Os demais dias de fermentação não diferiram entre si.

Observou-se aumento linear ($P < 0,05$) sobre o nitrogênio amoniacal ($N\text{ NH}_3$) da silagem no 1º, 7º e 56 dia de fermentação. O ponto de máximo para $N\text{-NH}_3$ foi aos 56 dias com valor de 3,05%. Os tratamentos com o fubá de milho foram os que apresentaram as maiores variações deste teores.

DISCUSSÃO

Em relação a matéria seca (MS) das silagens, houve um aumento no teor com a adição do fubá de milho. As porcentagens de MS encontradas neste trabalho estão dentro do indicado por (FARIA., (1986) e LAVEZZO., (1981) que afirmam que para uma boa fermentação da silagem de capim-elefante o teor de MS deve ser entre 30 e 35%. Apesar disso, FARIA., (1986) relata que 25% de MS para silagem de capim-elefante é considerado aceitável devido aos problemas com drenagem do material e fermentação indesejáveis.

De acordo com PAULA et al., (2020) o fubá pode ser utilizado para diminuir as perdas por gases e por efluentes, contribuindo com a recuperação da MS, sendo recomendado sua inclusão acima de 10%. Por outro lado, PROENÇA et al., (2021) apontam resultados positivos a partir do uso com 7% de farelo de milho, encontrando maiores médias de MS no tratamento com inclusão de 7% de farelo de milho em relação ao material ensilado sem aditivo ou inoculante.

O mesmo comportamento foi observado para o teor de matéria orgânica (MO), em que o fubá de milho proporcionou um aumento linear nos teores MO em relação ao material ensilado com grupo controle ou inoculante. Isso também reflete o que é apontado pela literatura, uma vez que o fubá de milho reduziu com eficiência o conteúdo de umidade das silagens, em decorrência de seu alto teor de MS e de sua boa capacidade de retenção de umidade RETORE et al., (2022).

Dentre os motivos para esse melhor desempenho, o fubá de milho contribui para a redução das perdas por fermentação. Além disso, ele melhora o valor nutritivo da silagem de capim elefante PAULA et al., (2020). Esses achados coincidem com a presente pesquisa, que trouxe valores maiores de matéria seca e matéria orgânica no tratamento com fubá, em comparação com o grupo controle e com o uso de inoculante.

Quanto ao teor de proteína bruta (PB), as silagens que apresentaram maiores teores foram aquelas aditivadas com fubá de milho. Já as que apresentaram menores teores de PB, foram as silagens com inoculante e controle. PROENÇA et al., (2021) observaram aumento de 88,04 % no teor de PB (5,32 para 6,04%) na silagem de capim-elefante quando adicionaram 7% de farelo de milho. (PAULA et al., 2020) também verificaram aumento no teor de PB da silagem de capim-elefante quando adicionaram níveis crescentes de fubá de milho, respectivamente.

Este baixo valor de PB observado nas silagens de capim elefante do grupo controle pode ser atribuído em parte à perda de nutrientes no efluente produzido, e em parte à secagem das amostras da silagem em estufa, o que ocasionaria a volatilização do nitrogênio amoniacal MONTEIRO et al., (2011). Nas silagens com inoculante, a queda no teor de PB pode ser atribuída ao efeito de diluição, em consequência da proporção de matéria seca PROENÇA et al., (2022).

Neste estudo, também foi possível verificar que as porcentagens de extrato etéreo (EE) foram mais elevadas no tratamento com adição do fubá de milho nos primeiros 14 dias. Após este período não houve diferença entre o fubá e o tratamento que utilizava o inoculante. Infere-se que o teor de lipídeos do inoculante (1,52 % de EE) e do fubá de milho (2,92% de EE) antes da ensilagem contribuíram para este resultado. Esse achado também se mostrou consistente no estudo de PAULA et al, (2020), em que os teores de extrato etéreo (EE) foram aumentados numericamente com a inclusão de fubá.

Em relação a fibra em detergente neutro (FDN), observou-se menores teores nas silagens com inclusão do fubá, ocorrendo uma redução linear ao longo do período de fermentação. Esse resultado ocorre possivelmente em razão do menor teor de FDN do fubá em

comparação ao capim-elefante e ao inoculante. Resultados semelhantes foram obtidos por MONTEIRO et al, (2011) ao utilizarem farelo de arroz, casca de soja, fubá de milho, cana-de-açúcar e inoculante na ensilagem de capim-elefante. As porcentagens de FDN observadas neste estudo para os tratamentos controle e inoculante estão acima do recomendado por VAN SOEST et al, (1991), para não inibir consumo e digestibilidade da MS, o autor relata ainda que o aumento de valores de FDN correlaciona - se negativamente com consumo do alimento e para forragem o limite estaria próximo a 55% a 60%.

O estudo ainda demonstra que os menores teores FDA nas silagens foi quando houve a inclusão do fubá, ocorrendo uma redução linear desses percentuais à medida que se aumenta o período de fermentação. Entretanto, as maiores porcentagens de FDA nas silagens foram observadas nos tratamentos testemunha e com aditivo biológico. Estas maiores porcentagens de FDA possivelmente possam ser explicadas pelos menores teores de MS observados nestes tratamentos, o que consequentemente ocasiona uma maior perda de componentes solúveis, e o aumento da fração fibrosa MCDONALD, (1981). Desta forma, destaca-se que a redução nos teores de FDA é uma boa indicação de melhoria no valor nutritivo das silagens, já que existe uma correlação negativa entre os teores de FDA e a degradabilidade do alimento, ou seja, com redução nos teores de FDA ocorre aumento da digestibilidade da MS BERCHIELLI et al., (2011); VAN SOEST et al., (1991). Da mesma forma, AZEVEDO et al., (2020) verificaram que com a adição de moringa na ensilagem de capim-elefante houve menores teores de FDN e de FDA, e maior teor de PB quando comparada à silagem exclusiva de capim-elefante.

Neste experimento os teores dos carboidratos não fibrosos (CNF), apresentaram os maiores teores para o tratamento com fubá quando comparado à silagem de capim-elefante sem aditivo e com inoculante, no primeiro e no quinquagésimo sexto dia. OLIVEIRA et al., (2012) relataram que os valores de carboidratos são influenciados pelos valores de PB e EE, com isso, tendo em vista que fubá de milho apresentou os maiores níveis desses nutrientes, provavelmente, proporcionou esta resposta positiva. Dessa forma, os CNF servem de substratos para as bactérias do gênero *Lactobacillus*, melhorando a qualidade da silagem, aumentando seu valor nutritivo e contribuindo para que haja boa fermentação a partir dos carboidratos solúveis VAN SOEST et al., (1994). Portanto, a inclusão do fubá influenciou positivamente o teor de CNF das silagens de capim-elefante, haja vista, que para se obter um bom padrão de fermentação, os teores de CNF devem ser acima dos 15% MONTEIRO et al., (2011).

Pelos resultados apresentados, o pH atingiu o ponto de mínimo no 7º dia de fermentação com pH de 3,09 %. Em geral, os valores de pH encontrados neste experimento estavam acima dos valores considerados ideais para silagem de 3,8 e 4,2 PAULA et al., (2020). Entretanto, o

valor do pH final não pode ser tomado isoladamente como um bom critério para avaliação das fermentações, pois a inibição das fermentações secundárias depende mais da velocidade de abaixamento da concentração iônica e da umidade do meio do que o pH final do produto REZENDE et al., (2008).

De acordo com VAN SOEST et al, (1994), em silagens convencionalmente conservadas, os valores de pH elevados são sinais de maior produção dos ácidos butírico e acético, resultando em fermentações indesejáveis. Quando uma silagem estável não possui um baixo pH, ocorre o desenvolvimento de clostrídeos, que é estimulado por meio da fermentação secundária ocorrendo uma fermentação indesejável, dessa forma a fermentação secundária age contra a preservação destruindo o ácido lático, aumentando o pH, diminuindo o valor nutritivo pelo catabolismo de aminoácidos, produção de diversas substâncias voláteis antipalatáveis, principalmente o ácido butírico ANDRADE et al, (2012).

A capacidade tampão (CT) pode ser definida como a quantidade de íons de hidrônio ou hidróxido que podem ser absorvidos sem que o pH mude de forma significativa RETORE et al., (2022). O tratamento com inoculante obteve os maiores teores em comparação ao grupo controle e o tratamento com fubá. De maneira geral, os valores de CT encontrados nas forragens não constituíram empecilho para a rápida redução do pH, sendo que o ideal são valores abaixo de 20 eq.mg HCl/100 g MS MONTEIRO et al., (2011). Dessa forma, os valores médios encontrados neste estudo foi de 7,62, 8,75 e 9,58 eq.mg HCl/100 g MS estão de acordo com o ideal.

Para o nitrogênio amoniacal (N-NH₃) houve resposta linear crescente com ponto de máximo aos 56 dias de fermentação, atingindo uma concentração de 3,05% de nitrogênio amoniacal. A maior concentração foi observada no tratamento com fubá de milho, e a maior redução registrada na silagem com inoculante. Essa resposta para o N-NH₃ pode ter sido influenciada pelo alto teor de MS do material ensilado com fubá. Considerando que o N-NH₃ é um produto de fermentações clostrídicas e não deve ultrapassar de 11-12% do nitrogênio total em silagens bem conservadas, fica evidente que as silagens estudadas apresentaram fermentações adequadas MONTEIRO et al., (2011). Estes resultados discordam dos encontrados por MONTEIRO et al., (2011) que não observaram diferença significativa para o teor de N-NH₃ da silagem de capim-elefante aditivada com farelo de arroz, casca de soja, fubá de milho, cana-de-açúcar e inoculante.

CONCLUSÃO

Houve efeito da adição do fubá de milho na silagem de capim elefante para todas as variáveis estudadas. Podendo ser concluído assim que, as condições fermentativas tiveram efeito positivo na qualidade com a adição do fubá de milho, esse fato deve ser atribuído ao aumento do teor de MS, MO, PB e EE, e na diminuição do teor de FDN e FDA do capim-elefante. O padrão de fermentação da silagem aditivada com fubá é adequado, em face dos valores de N-NH₃ e CT verificados.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, A. P., de QUADROS, D. G., BEZERRA, A. R. G., ALMEIDA, J. A. R., SILVA, P. H. S., & ARAÚJO, J. A. M. (2012). Aspectos qualitativos da silagem de capim-elefante com fubá de milho e casca de soja. Semina: **Ciências Agrárias**, 33(3), 1209-1218.

AZEVEDO, M. M. R.; GUIMARÃES, A. K. V.; CABRAL, I. S.; BARBOSA, C. R.; MACHADO, L. S.; PAMTOJA, J. C. Características de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com níveis de inclusão de moringa (*Moringa oleífera* Lam.). **Braz. J. of Develop.**, Curitiba, v. 6, n. 9, p.71418-71433, 2020.

BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G., & FUNEP. (2011). Nutrição de Ruminantes (Issue 2th ed.). FUNEP.

CASALI, ANDRÉ OLIVEIRA et al. Estimação de teores de componentes fibrosos em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 130-138, 2009.

CASTILLO, KATHERINE LISSETTE MONTES. **Utilização de aditivos sobre a composição química da forragem conservada de cultivar capim-elefante BRS capiaçu em três idades de corte**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências). Universidade Federal de Pelotas: Pelotas, 2018.

GATASS MONTEIRO, India Joelma; GONÇALVES DE ABREU, JOADIL; DA SILVA Divino CABRAL, LUCIANO; RIBEIRO, MARINALDO; PEREIRA DOS REIS, RAFAEL HENRIQUE Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos Acta Scientiarum. **Animal Sciences**, vol. 33, núm. 4, 2011, pp. 347-352

GOMES, A.L.M.; JACOVACI, F.A.; BOLSON, L.G.; JOBIN, C.C.; DANIEL, J.L.P. Effects of light wilting and heterolactic inoculant on the formation of volatile organic compounds, fermentative losses and aerobic stability of oat silage, **Animal Feed Science and Technology**, v.247, p.194-198, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.11.016>

GONÇALVES, L. C. et al. Proteína bruta, nitrogênio amoniacal e digestibilidade in vitro das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Anais**. 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. 24 a 27 de Julho de 2006 João Pessoa – PB

MCDONALD, P. The biochemistry of silage. New York: J.Wiley & Sons, 1981. 226 p

OLIVEIRA A. C.; GARCIA R.; PIRES A. J. V.; OLIVEIRA H. C.; ALMEIDA V. V. S.; VELOSO C. M.; ROCHA N. A. L.; OLIVEIRA U. L. C. Farelo de mandioca na ensilagem de capim-elefante: fracionamento de carboidratos e proteínas e características fermentativas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.4, p.1020-1031, 2012.

PAULA, Paulo Ricardo Pereira et al. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante BRS Capiacu com inclusão de fubá de milho. **Pubvet**, v. 14, p. 148, 2020.

PROENÇA, B. C. et al. Valor nutricional da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* schum) cv. BRS Capiacu com diferentes aditivos e inoculantes. **Ars Veterinaria**, v. 38, n. 3, p. 79-83, 2021.

RETORE, MARCIANA et al. Silagem de ração mista total com capim-elefante cv. BRS Capiacu. **Dourados, Ms: Embrapa Agropecuária Oeste**, 2022.

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**, v. 32, n. 1, p. 281-287, 2008

Science, 74(10), 3583–3597. DOI: [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(91\)78551-2](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(91)78551-2)

VAN SOEST, P. J., ROBERTSON, J. B., & LEWIS, B. A. (1991). Methods for dietary fiber, neutral.

DANIEL, J. L. P., BERNARDES, T. F., JOBIM, C. C., SCHMIDT, P., NUSSIO, L. G. 2019. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil. **Grass Forage Sci.** 74:188–200. <https://doi.org/10.1111/gfs.12417>

GRANT, R. J., ADESOGAN A. T. 2018. Journal of Dairy Science Silage Special Issue: Introduction. **Journal of Dairy Science**. 101:3935–3936. doi:10.3168/jds.2018-14630. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2018-14630>

DA SILVA, S. C., NASCIMENTO, J. R. D. (2007). Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: Características morfofisiológicas e manejo do pastejo (Advances in the research with tropical forage: Morphological characteristics and grazing management). **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36, 122–138. <https://doi.org/10.1590/>

PEREIRA, A. V., LEDO, F. J. da S., MORENZ, M. J. F., LEITE, J. L. B., BRIGHENTI, A. M., MARTINS, C. E., MACHADO, J. C. 2016. BRS Capiçu: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. **Embrapa**. 2:6. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1056288>

TOMAZ, P. K., ARAUJO, L. C., SANCHES, L. A., DOS SANTOS-ARAÚJO, S. N., DE LIMA, T. O., LINO, A. de A., FERREIRA, E. M. 2018. Effect of sward height on the fermentability coefficient and chemical composition of Guinea grass silage. **Grass Forage Sci**. 73:588–598. <https://doi.org/10.1111/gfs.12349>

MUCK, R. E., NADEAU, E. M. G., MC ALLISTER, T. A., CONTRERAS-GOVEA, F. E., SANTOS, M. C., KUNG L. 2018. Silage review: Recent advances and future uses of silage additives. **Journal of Dairy Science**. 101:3980–4000. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-13839>

BORREANI, G., TABACCO, E., SCHMIDT, R. J., HOLMES, B. J., MUCK R. E. 2018. Silage review: Factors affecting dry matter and quality losses in silages. **Journal of Dairy Science**. 101:3952–3979. Available from: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-13837>

WILKINSON, J. M., MUCK, R. E.;. 2019. Ensiling in 2050: Some challenges and opportunities. **Grass Forage Sci**. 74:178–187. <https://doi.org/10.1111/gfs.12418>

