

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA
CÂMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE
AGRONOMIA

Igor Roberto Demarco
Lucas Alfredo Binsfeld

**QUALIDADE BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DO CAPIM BRS
CAPIAÇU COM O USO DE ADITIVOS SOB DIFERENTES
INTERVALOS DE CORTE**

São Miguel do Oeste – SC (2024)

Igor Roberto Demarco

Lucas Alfredo Binsfeld

**QUALIDADE BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DO CAPIM BRS CAPIAÇU COM
O USO DE ADITIVOS SOB DIFERENTES INTERVALOS DE CORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Bacharelado em Agronomia do
Câmpus São Miguel do Oeste do Instituto
Federal de Santa Catarina como requisito
parcial à obtenção do título de **Engenheiro
agrônomo**

Orientadora

Prof^ª Dra. Priscila Flôres Aguirre

Coorientadora

Prof^ª Dra. Gabriela Cristina Guzatti

São Miguel do Oeste

Igor Roberto Demarco
Lucas Alfredo Binsfeld

**QUALIDADE BROMATOLÓGICA DA SILAGEM DO CAPIM BRS CAPIAÇU COM
O USO DE ADITIVOS SOB DIFERENTES INTERVALOS DE CORTE**

Este trabalho foi aprovado pela Banca examinadora composta por Prof^ª Dra. Priscila Flôres Aguirre, Me. Gilmar Luiz Schaefer e Dr. Paulo Gonçalves Duchini, na data de 07/05/2024, cujas notas e assinaturas constam em Ata de Defesa. Por fim, as considerações propostas pela Banca foram incorporadas no trabalho, estando esse apto para arquivamento.



Prof^ª Dra. Priscila Flôres Aguirre

Instituto Federal Santa Catarina - Câmpus São Miguel Do Oeste

RESUMO

O sistema de produção brasileiro de bovinos tem como base da alimentação os volumosos, porém as pastagens não se mantêm produtivas e com qualidade durante todo o ano. Por isso, tem ocorrido o desenvolvimento de novas cultivares de forrageiras para produção de silagem, como o capim-elefante, cv. BRS Capiaçú, com características de destaque, como o alto potencial produtivo. Entretanto, este apresenta algumas limitações, principalmente por ter baixos níveis de matéria seca (MS), que podem resultar em baixa qualidade de fermentação da silagem. Assim, este trabalho objetivou avaliar a composição bromatológica de silagem de BRS Capiaçú ensilado em diferentes intervalos de crescimento e com uso de aditivos (milho moído ou inoculante). A silagem foi acomodada em micro silos que permaneceram fechados por 60 dias. Após a abertura, foram analisados o nitrogênio amoniacal, pH, teores de MS, cinzas, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 2x3, sendo dois intervalos de crescimento do capim (70 e 110 dias) e três manejos na ensilagem (sem aditivos; com inoculante bacteriano e 10% de milho moído em relação a matéria natural), com quatro repetições por tratamento. Os resultados foram submetidos à análise de variância, por meio do procedimento MIXED. As médias foram comparadas entre si pelo teste F, em nível de 5% de probabilidade do erro, e quando significativo o efeito do uso de aditivos, dos dias de crescimento do capim, ou da interação entre eles, foram submetidos ao teste de Tukey para a comparação de médias. Para o pH as silagens sem uso de aditivo e com inoculante, cortadas aos 70 dias, apresentaram os maiores valores, de 5,2, já os menores valores foram encontrados nas silagens com 110 dias, com uso de milho moído e inoculante, de 3,9 e 3,8 respectivamente. As maiores perdas de MS foram registradas nas silagens sem aditivo, de 13,6%. Os menores valores de nitrogênio amoniacal, FDN e FDA, foram encontrados nas silagens com adição de milho moído, 5,9; 38,0 e 27,4%, respectivamente, já para os teores de MS e de PB estas apresentaram os maiores valores, 24,4 e 11,6%, respectivamente. A utilização de aditivos melhora a qualidade e a conservação das silagens produzidas com capim-elefante, cv. Capiaçú, em especial a adição de milho moído, que quando combinado a idade de 110 dias de rebrota, melhora todas as características analisadas.

Palavras-chave: *Pennisetum purpureum*, ensilagem, inoculante, milho moído.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. Objetivo	9
2.1 Objetivo geral.....	9
2.2 Objetivo específico.....	9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
3.1. Uso de alimentos volumosos conservados na pecuária.....	10
3.2. O processo de ensilagem	11
3.3. Uso de aditivos na ensilagem	12
3.4 Silagem de capins.....	13
3.5 BRS Capiacu (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum, cv. BRS Capiacu).....	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
6. CONCLUSÕES.....	26
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27

ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1- Características químicas do Capim BRS Capiaçú cortado aos 70 e 110 dias e do milho grão utilizados para a confecção das silagens.	18
TABELA 2- Potencial hidrogeniônico (pH) de silagens de Capim BRS Capiaçú com diferentes períodos de crescimento (dias) e uso de diferentes aditivos.....	19
TABELA 3 – Matéria seca (%) de silagens de Capim BRS Capiaçú com diferentes períodos de crescimento (dias) e uso de diferentes aditivos.	20
TABELA 4- Perdas de matéria seca (%) de silagens de Capim BRS Capiaçú com diferentes períodos de crescimento (dias) e uso de diferentes aditivos.....	20
TABELA 5 – Nitrogênio Amoniacal (N-NH ₃) (%) em silagens de Capim BRS Capiaçú com diferentes períodos de crescimento (dias) e uso de diferentes aditivos.....	22
TABELA 6 – Matéria orgânica e mineral (%) de silagens de Capim BRS Capiaçú com diferentes períodos de crescimento (dias) e uso de diferentes aditivos.....	23
TABELA 7 – Proteína bruta (%) de silagens de Capim BRS Capiaçú com diferentes períodos de crescimento (dias) e uso de diferentes aditivos.	23
TABELA 8 – Fibra em detergente neutro e ácido (%) de silagens de Capim BRS Capiaçú com diferentes períodos de crescimento (dias) e uso de diferentes aditivos.....	24

1. INTRODUÇÃO

O sistema de produção brasileiro de bovinos tem como base da alimentação os volumosos, sendo o custo com alimentação, o principal componente do custo total de produção, principalmente na pecuária leiteira. Sabe-se que o consumo de volumosos pelos animais por meio do pastejo tem sido a forma menos onerosa e mais econômica para alimentação dos rebanhos. Contudo, o clima brasileiro, em geral, não permite a produção de pastagens de qualidade ao longo de todo o ano. Desta forma, os processos de ensilagem e fenação são alternativas custosas, porém eficazes para a manutenção dos animais em períodos críticos de qualidade e produção de volumosos (PESSOA, 2014).

Nesse contexto, o desenvolvimento de novas cultivares de forrageiras, como o capim-elefante cv. BRS Capiaçú, vem sendo investigado como alternativa para a produção de alimento volumoso devido às suas características produtivas e bromatológicas, o que permite sua utilização tanto na forma de silagem quanto picada em trato diário. Uma das principais características do BRS Capiaçú é o seu notável potencial de produção e seu valor nutritivo, além de apresentar uma boa tolerância ao déficit hídrico, o que o torna uma opção viável em regiões com alto risco de estiagem. (PEREIRA et al., 2016).

De maneira geral, a produção de silagens alternativas, ou seja, silagens de capins apresentam altos potenciais produtivos, além de configurar alternativas mais econômicas na cadeia produtiva de ruminantes. Contudo, essas fontes apresentam limitações principalmente no momento ideal de corte/colheita, visto que, os teores de matéria seca e atributos bromatológicos são grandezas inversamente proporcionais e dificultam a tomada de decisão. Se por um lado a forrageira apresenta composição química adequada, tem-se a dificuldade de corrigir o teor de matéria seca da massa ensilada, o que pode gerar perdas elevadas de MS e nutrientes.

Com a finalidade de melhorar a silagem e diminuir as perdas no processo fermentativo, o uso de aditivos como casca de soja e fubá de milho pode contribuir para a redução da umidade da massa ensilada (MONTEIRO et al., 2011). Os aditivos, devem apresentar características quanto a sua finalidade, seja como um facilitador do processo fermentativo, um inibidor da fermentação ou um sequestrante de umidade. Porém, o BRS Capiaçú é uma cultivar de capim-elefante desenvolvido pela Empresa de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) com poucas pesquisas envolvendo a adição de aditivos e época de corte para realização da ensilagem da forrageira.

2. OBJETIVO

2.1 Objetivo geral

Avaliar o padrão fermentativo e a composição bromatológica de silagem do capim BRS Capiacu ensilado em diferentes intervalos de crescimento e com uso de aditivos (milho moído ou inoculante).

2.2 Objetivo específico

- Quantificar as perdas no processo fermentativo da silagem de BRS Capiacu;
- Identificar o intervalo de corte com maior viabilidade de ensilagem em combinação com o uso de aditivos;
- Avaliar a qualidade bromatológica da silagem de BRS Capiacu com os diferentes aditivos e intervalos de corte.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Uso de alimentos volumosos conservados na pecuária

O sistema de produção brasileiro de bovinos tem como base da alimentação os volumosos, sendo os custos com alimentação, o principal componente do custo total de produção, principalmente na pecuária leiteira. Sabe-se que o consumo de volumosos pelos animais por meio do pastejo tem sido a forma menos onerosa e mais econômica para alimentação de rebanhos. Contudo, o clima brasileiro em geral não permite a produção de pastagens de qualidade ao longo de todo o ano. Assim, os processos de ensilagem e fenação são alternativas custosas, porém eficazes para a manutenção dos animais em períodos críticos de qualidade e produção de volumosos (PESSOA, 2014).

Para Andriguetto (2002), na época de declínio da produção das pastagens de clima tropical e, quando as pastagens de clima temperado ainda não se desenvolveram o suficiente, para tolerar o pisoteio dos animais, existe falta de alimento, ocorrendo a diminuição da produção de leite e carne. A falta de alimento nessa época pode ser suprida pela utilização de alimentos conservados como a silagem produzida a partir de espécies vegetais que apresentam desenvolvimento adequado ou de forrageiras cultivadas com a finalidade específica para essa prática.

Segundo Oliveira (2014), quando se pensa em conservação de forrageiras úmidas, o milho é a forrageira mais tradicional. Este fato se deve às características inerentes da planta, por apresentar condições ideais para a produção de uma boa silagem, como o teor de matéria seca por ocasião da ensilagem entre 30 e 35%, mais de 10% de carboidratos solúveis na matéria original e poder tampão abaixo de 3%. Contudo, uma boa silagem de milho depende de fatores como escolha do híbrido adequado e a execução correta dos processos da ensilagem. Atualmente, uma das alternativas para a produção de silagem tem sido o aproveitamento de excedentes nas pastagens, bem como das capineiras, inclusive como forma de melhorar o manejo destas (JOBIM, 2006). Vale ressaltar que, de maneira geral, a conservação de forragens não melhora sua qualidade, apenas mantém as características desejáveis ao alimento dependendo do manejo adotado antes, durante e após a realização desse processo (PESSOA, 2014). Assim, é de suma importância escolher um bom material para realizar a ensilagem.

3.2. O processo de ensilagem

O processo de ensilagem permite o armazenamento de volumosos que podem ser fornecidos aos animais nas épocas de escassez de alimento ou como complemento ao pastejo, ou ainda, em caso de confinamento, como o principal alimento dos animais. Em geral, o processo de ensilagem consiste em conservar o alimento por meio da fermentação do material coletado pela ação de microrganismos sobre os açúcares solúveis, ocasionando a redução de pH. Por meio de uma sequência lógica de processos o material é coletado manualmente ou mecanicamente e triturado, depositado em lugar condicionante (silo), compactado e vedado (PESSOA, 2014).

Nussio e Schmidt (2010) destacam que no processo de colheita das plantas, a eficiência depende da produtividade da cultura e do conjunto mecanizado de colheita, onde se admite perdas de até 5%. Outro ponto importante é a picagem da planta, em geral o tamanho de partícula deve ser de 0,5 a 1,0 cm a depender da velocidade de corte, regulagem do equipamento e estágio vegetativo da planta. Destaca-se neste processo, a compactação do material picado, uma vez que é responsável pela retirada do ar das partículas, agilizando o processo de anaerobiose, indispensável para produção de ácidos orgânicos que preservam a silagem. Nesta etapa, as perdas são de aproximadamente 15%. Na etapa de vedação, deve-se utilizar lonas plásticas com espessura apropriada evitando o retorno do oxigênio à forragem.

Para que a conservação do material ensilado seja eficiente ocorrem vários processos. A respiração, mesmo depois da planta cortada, continua até a morte das células, ocorrendo assim, perdas de nutrientes e produção de calor. A respiração anaeróbica ocorre quando o oxigênio que circunda a forragem se esgota e o produto resultante é álcool e gás carbônico. Nesse processo, a planta utiliza o oxigênio dos compostos orgânicos. Em resumo, o oxigênio encontrado no silo é substituído pelo CO₂ formado nos processos de respiração (ANDRIGUETTO, 2002).

A forragem armazenada e compactada, consome o oxigênio existente no silo. Os microrganismos aeróbicos contribuem para a exaustão mais rápida e morrem quando acaba o oxigênio livre. Nesse estágio, inicia-se o desenvolvimento e multiplicação dos microrganismos que são capazes de proliferar em meio anaeróbico e são eles que vão ser responsáveis pela produção de compostos que irão reduzir o pH e, conseqüentemente, conservar a silagem. Os compostos produzidos são ácidos orgânicos que se combinam para deixar o meio ácido, entretanto, o ácido lático é o mais importante, pois apresenta maior constante de dissociação,

sendo um ácido forte, responsável pela redução do pH para a faixa de 3,8 a 4,2 (ANDRIGUETTO, 2002).

3.3. Uso de aditivos na ensilagem

Nas últimas décadas, o uso de aditivos na produção de silagens tem sido amplamente estudado como técnica para melhorar a conservação de forragens. Diversas substâncias, tanto orgânicas quanto as inorgânicas, bióticas ou abióticas, têm sido avaliadas para modificar o processo fermentativo, reduzir as perdas e/ou melhorar o valor nutricional das silagens (SCHMIDT et al., 2014).

O objetivo do uso de aditivos na ensilagem é aumentar a recuperação de nutrientes e energia da forragem, com potenciais benefícios para o desempenho dos animais. Apesar disso, os resultados obtidos são frequentemente variáveis e inconclusivos, possivelmente devido a diversos fatores que influenciam o processo, como a natureza da forragem, o estágio de maturação, as condições de ensilagem e a seleção adequada do aditivo. Portanto, é importante avaliar cuidadosamente os efeitos dos aditivos em cada caso específico antes de sua utilização (SCHMIDT et al., 2014).

Existem diferentes classificações dos aditivos, porém segundo Nussio e Schmidt (2010), agrupam-se em três grandes grupos. No primeiro estão os estimulantes da fermentação que compreendem os microrganismos (inoculantes bacterianos) que aumentam a taxa e a extensão da fermentação, podendo modificá-la. Outro grande grupo é formado pelos inibidores de fermentação, este por sua vez abrange aditivos químicos, que inibem o crescimento e desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, acarretando na diminuição das perdas na ensilagem, como por exemplo os ácidos orgânicos com destaque para o propiônico. No terceiro grupo estão os aditivos sequestrantes de umidade, geralmente subprodutos industriais como o farelo de trigo, casca de soja, polpa cítrica entre outros, sendo seu principal papel absorver a umidade excedente da forragem, impedindo a formação de efluente no silo.

Na silagem de capim BRS Capiacu, durante o seu processo de fermentação ocorrem perdas em sua qualidade, resultando no fato de que nem todo o potencial produtivo da cultura é convertido em silagem de qualidade satisfatória e disponível aos animais (REZENDE et al., 2018). Para que não ocorram grandes perdas durante este processo, vem sendo pesquisado o uso de aditivos, como por exemplo os inoculantes (SCHMIDT et al., 2014). Esses inoculantes podem ser divididos em dois grupos de microrganismos, sendo eles, as bactérias heterofermentativas, que possuem a capacidade de produzir outros ácidos além do ácido lático,

onde o seu principal objetivo é elevar a estabilidade da silagem quando for exposta ao ar e as bactérias homofermentativas, que tem a capacidade de potencializar a produção de ácido lático e estimular a queda do pH nas silagens (SCHMIDT et al., 2014).

Em seu experimento, Monteiro et al. (2011) adicionaram 10% de fubá de milho e/ou casca de soja na silagem de capim-elefante, com o intuito de elevar a massa seca do material estudado. Esses mesmos autores observaram elevação média de 6% na matéria seca, além de diminuir teores de FDN e FDA no material analisado.

Paula et al. (2020) verificaram efeito crescente linear da adição de fubá de milho sobre o teor de matéria seca da silagem e decrescente de FDN e FDA. O fubá de milho reduziu com eficiência o conteúdo de umidade das silagens, em decorrência de seu alto teor de MS (88,0%) e de sua capacidade de retenção de umidade. Porém, o teor de PB e de extrato etéreo não foram influenciados pela adição de fubá de milho.

3.4 Silagem de capins

No Brasil a necessidade de estocar alimentos para os períodos de vazio forrageiro é de grande importância. Neste sentido, Nussio e Schmidt (2010) destacam o uso de capineiras. As capineiras se caracterizam como áreas vedadas à entrada dos animais, onde a planta forrageira é colhida e fornecida aos animais após picada. São características desejáveis à planta a ser manejada em sistema de capineira: alta produtividade de MS, acúmulo de MS durante o início do período de vedação e alto valor nutritivo no momento do corte. Tradicionalmente, as espécies mais utilizadas nesse sistema são os capins-elefantes e a cana-de-açúcar.

Além do uso como capineira, o capim-elefante pode ser ensilado. Porém, Monteiro et al. (2011) destacam algumas desvantagens, como o alto teor de umidade no momento ideal para o corte, o baixo teor de carboidratos solúveis e o elevado poder tampão das gramíneas, fatores que inibem o adequado processo fermentativo, dificultando a confecção de silagens de alta qualidade. Para a produção de silagem com alto valor nutritivo, o capim-elefante deve ser cortado com 60 dias de desenvolvimento vegetativo, após o corte de uniformização. Entretanto, o teor de matéria seca nesta idade é muito baixo, (15 a 20%), limitando-o para o processo de ensilagem. Para resolver este problema recomenda-se acrescentar produtos com alto teor de matéria seca ou utilizar tratamentos que eliminem o excesso de umidade (MONTEIRO et al. 2011).

Existem várias fontes para a produção de volumosos, nesse sentido Borges et al. (2018) destacam que gramíneas do gênero *Urochloa* spp. têm sido amplamente utilizadas na produção

de silagem devido a elevada produção de biomassa, adaptabilidade, facilidade de estabelecimento e persistência. Além disso, essas espécies forrageiras são conhecidas por sua resistência a doenças. Contudo, assim como o capim-elefante, apresentam várias limitações no processo de ensilagem, sendo a principal, o elevado teor de umidade no estágio vegetativo de desenvolvimento quando apresenta elevado valor nutritivo, o uso de aditivos com altos níveis de matéria seca e capacidade de retenção de água, pode ser uma alternativa importante para viabilizar o uso dessa forrageira no processo de ensilagem.

Em seu experimento, Monteiro et al. (2011) não encontraram diferenças entre os teores de MS na silagem de capim-elefante com adição de inoculante bacteriano (inoculação na dose estipulada pelo fabricante), fubá de milho a 10% ou sem aditivos. Em contraste, Bernardino et al. (2005), obtiveram crescimento linear no teor de MS com o aumento da dose de aditivo e de PB.

3.5 BRS Capiaçú (*Pennisetum purpureum* Schum, cv. BRS Capiaçú)

As Poaceae (gramíneas) são a base da alimentação dos ruminantes. Para suprir as necessidades dos animais de produção, essas plantas precisam expressar toda sua capacidade de produção de biomassa com altos valores de nutrientes (PEREIRA, 2022). Dentre as alternativas, destaca-se o capim BRS Capiaçú (*Pennisetum purpureum* Schum, cv. BRS Capiaçú), que é uma cultivar de capim-elefante desenvolvida pela Embrapa, derivado do cruzamento entre os acessos Guaco (BAGCE 60) e Roxo (BAGCE 57). Essa cultivar apresenta alta produtividade por área, alto valor nutricional, além de proporcionar uma significativa redução de custo, sendo, portanto, uma cultivar adequada para a produção de silagem. Esse capim também apresenta resistência ao tombamento (facilidade de colheita) e é tolerante ao déficit hídrico (BATISTA, 2021).

De acordo com Pereira et al. (2016), o capim BRS Capiaçú apresenta porte alto, touceiras eretas e densas, folhas compridas e largas, colmos grossos, internódios compridos e de coloração amarelada, ausência de pilosidade, além de ter florescimento tardio e sua propagação se dá por meio de colmos, apresentando gemas com elevado poder de brotação. O potencial de produção de biomassa do BRS Capiaçú supera o do milho e o da cana-de-açúcar, atingindo média de 50 ton/ha/ano de matéria seca. Além disso, a tolerância ao estresse hídrico (por ausência de chuvas) o torna alternativa ao cultivo do milho em regiões com alto risco de ocorrência de veranicos. A cultivar apresenta produção média de 100 ton/ha/corte de massa verde, ou seja, 300 ton/ha/ano em três cortes anuais. Este potencial de produção representa

cerca de três vezes a produção de biomassa obtida com as culturas do milho e do sorgo (PEREIRA et al., 2016).

Conforme Monteiro et al. (2011), a cultivar é exigente em relação às condições de solo, exigindo solos profundos, bem drenados e de boa fertilidade. Recomenda-se que a cultura seja implantada em área que facilite a mecanização, irrigação e o transporte da forragem colhida, enchimento de silos e realização da adubação orgânica. No preparo do solo, recomenda-se o manejo convencional, com arações e gradagens conforme necessidades e condições do terreno a ser cultivado.

Pereira et al. (2016) destacam valores médios de composição bromatológica ao confeccionar a silagem aos 110 dias de rebrota, sendo MS de 19,7%, FDN de 68,6%, PB de 5,6% e nutrientes digestíveis totais (NDT) de 45,6%. Silagens confeccionadas com idades de corte menores apresentam incrementos na composição bromatológica, mas apresentam importantes perdas de MS.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma propriedade rural na linha Pinheirinho, interior do município de São Miguel do Oeste, Santa Catarina. O local dispõe de capineira de capim-elfante BRS Capiaçú implantada há dois anos. No dia 21 de abril de 2023 foi rebaixada 50% da área e, em 30 de maio de 2023, os 50% restantes, para obtenção, no dia 8 de agosto de 2023, de idades de corte de 110 e 70 dias, respectivamente. A área tem histórico de adubação com dejetos bovinos em superfície, e foi utilizada ureia (33% de N) na dose de 150 kg por hectare aos 30 dias de rebrota, para a realização do experimento.

Foram confeccionados micro silos de PVC, que foram armazenados no Laboratório de Produção Vegetal do IFSC, Câmpus São Miguel do Oeste. Os micros silos tinham 10 cm de diâmetro e 50 cm de altura, tendo capacidade de 3,9 L (24 micros silos no total) e acomodaram o material ensilado. Na base dos micro silos foram colocados sacos de TNT (tecido não tecido) contendo 0,5 kg de areia previamente seca em estufa, que serviu para retenção dos efluentes gerados durante o processo fermentativo e posterior quantificação dos mesmos. Além disso, foram colocados, na tampa superior, válvulas do tipo Airlock, no formato de S, responsáveis por permitir a liberação dos gases produzidos na fermentação e impedir acesso de oxigênio ao material ensilado.

Os tratamentos experimentais foram compostos em um arranjo fatorial 2 (dias de crescimento do capim: 70 e 110 dias) x 3 (uso de aditivos: sem aditivos; inoculante bacteriano e 10% de milho moído em relação a massa natural), com quatro repetições por tratamento (micro silos). Para realização do processo de ensilagem, o capim foi cortado manualmente a 10 cm acima do nível do solo, sendo, posteriormente, picado com o uso de uma forrageira ensiladeira JF C120, buscando tamanho de partículas entre 1 e 2 cm. A forragem proveniente de cada tratamento foi pesada, para obter a quantidade de material necessário, então foram aplicados os aditivos (inoculante ou milho moído), e em seguida os materiais foram acondicionados nos micros silos e compactados com o auxílio de bastão de madeira, para atingir a densidade de 700 kg/m³ de silagem. Amostras dos capins com 70 e 110 dias de crescimento e também do milho moído, foram separadas para serem analisadas junto às amostras de silagem.

Foi utilizado o inoculante bacteriano composto por *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus plantarum* e *Lactococcus lactis*, diluído em água destilada e aplicado com borrifador, com nível de inclusão recomendado pelo fabricante. Já a inclusão do milho moído

como aditivo, foi ao nível de 10 %, e o processamento do grão utilizado foi medido com uso de peneira com abertura de 4,75 mm.

Após 60 dias de fermentação, os silos foram abertos para proceder às análises bromatológicas e quantificação das perdas. As perdas de matéria seca foram calculadas segundo as equações propostas por Jobim *et al.* (2007). Para tanto, foi necessário no momento da ensilagem e da abertura dos micros silos aferir os pesos de cada micro silo, areia + saquinho de TNT, bem como do material ensilado.

Após a abertura dos micros silos, foram separadas subamostras representativas para a realização das análises bromatológicas. Uma subamostra foi submetida à prensa hidráulica para extração de líquido, utilizado para determinar o teor de nitrogênio amoniacal (N - NH₃) pelo método de fenol hipoclorito (WEATHERBURN, 1967), e a partir do líquido extraído, também foi determinado o pH, utilizando-se um phmetro portátil.

As demais subamostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C, até atingirem peso constante. Posteriormente, foram moídas em moinho tipo “Willey” com peneira de 1 mm, para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM - cinzas), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Os teores de MS foram determinados por secagem em estufa a 105°C por, no mínimo, 12 horas e os teores de MM por meio de incineração em estufa tipo mufla por 550°C durante 4 horas, os valores de MO foram obtidos por meio da diferença entre o peso das amostras antes e depois da mufla. O nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldhal (AOAC, 1995) e os teores de PB estimados multiplicando-se os teores de N por 6,25. Para determinação dos teores de FDN e FDA, foi utilizada a técnica sequencial proposta por Van Soest *et al.* (1991). Os valores das análises dos capins antes da ensilagem e do milho moído estão na Tabela 1.

TABELA 1- Características químicas do Capim BRS Capiáçu cortado aos 70 e 110 dias e do milho grão utilizados para a confecção das silagens.

Análise	Capim		Milho
	70	110	
MS	14,79	20,77	89,64
MM	13,83	11,08	1,83
MO	86,17	88,92	98,17
FDN	63,2	74,65	14,07
FDA	47,43	61,2	4,32
PB	12,24	7,97	9,44

Os resultados foram submetidos à análise de variância, por meio do procedimento MIXED. As médias foram comparadas entre si pelo teste F, em nível de 5% de probabilidade do erro, e quando significativo o efeito do uso de aditivos, dos dias de crescimento do capim, ou da interação entre eles, foram submetidos ao teste de Tukey para a comparação de médias. Para as análises utilizou-se o programa estatístico *SAS University*.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para os parâmetros avaliados nas silagens, houve interação ($P \leq 0,05$) entre os fatores dias de crescimento x aditivos para o pH (Tabela 2). Os tratamentos testemunha e inoculante, aos 70 dias, apresentaram os maiores valores. Segundo França (2011), as silagens bem preservadas devem apresentar um pH na faixa de 3,7 a 4,2, enquanto que as de baixa qualidade se situam entre 5,0 a 7,0. Desta forma, estas silagens, onde obteve-se valores superiores a 5,0 podem ser consideradas de baixa qualidade. Estes valores elevados podem estar relacionados com os baixos teores de MS das silagens, o que favorece as perdas de açúcares solúveis nos efluentes e a não conversão em ácido lático responsável por diminuir o pH da silagem (FRANÇA, 2011). Valores médios de pH foram aferidos nas silagens de 70 dias com uso de milho moído e 110 dias sem inoculante, já os menores valores foram encontrados nas silagens confeccionadas aos 110 dias, com uso de milho moído e inoculante, não diferindo da silagem com 110 dias sem aditivos. O uso do milho moído contribuiu para a elevação da MS na silagem (Tabelas 1 e 3), além de disponibilizar açúcares solúveis, em especial para a do capim cortado aos 70 dias. Para as silagens com capim cortado aos 110 dias, já havia maior MS no próprio capim (Tabela 3), o que contribuiu para a queda do pH nas mesmas.

TABELA 2- Potencial hidrogeniônico (pH) de silagens de Capim BRS Capiacu com diferentes períodos de crescimento (dias) e uso de diferentes aditivos.

Aditivo	Dias de crescimento		Média	CV (%)
	70	110		
Testemunha	5,2 A	4,1 BC	4,6	3,1
Inoculante	5,2 A	3,8 C	4,5	3,2
Milho	4,3 B	3,9 C	4,1	3,5
Média	4,9	3,9		
CV (%)	2,7	2,1		

CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Quanto à variável MS das silagens (Tabela 3), já abordada previamente, houve efeito de dias de crescimento e de uso de aditivos. Quanto aos dias de crescimento, os resultados obtidos já eram esperados, pois à medida que avança o ciclo vegetativo das plantas, estas acumulam maior teor de MS (RAMOS, 2021), fazendo com que as silagens produzidas com capim cortado aos 110 dias, apresentassem os maiores valores de MS, comparativamente aquelas com capim com 70 dias de crescimento. Com relação ao uso de aditivos, para a silagem onde foi adicionado milho moído (10 %), obteve-se a maior MS, devido ao fato deste aditivo possuir elevada MS, 89,64% (Tabela 1). Já o uso de inoculante, apresentou o valor intermediário de MS, ficando superior à testemunha, possivelmente pela menor perda de MS que a inoculação proporcionou

à silagem. Ramos (2021), indica que fatores como a temperatura e a presença de chuva influenciam no teor matéria seca, sendo assim o desenvolvimento do experimento é desafiador, se considerar a condução do capim no período de inverno em que a precipitação ficou acima da média na região sul do Brasil, a altura das plantas de capim não se alteraram, contudo o excesso de umidade e a baixa luminosidade no período de desenvolvimento da cultura podem ter influenciado negativamente na produção de MS.

TABELA 3 – Matéria seca (%) de silagens de Capim BRS Capiapu com diferentes períodos de crescimento (dias) e uso de diferentes aditivos.

Aditivo	Dias de crescimento		Média	CV (%)
	70	110		
Testemunha	15,0	19,1	17,0 C	2,1
Inoculante	16,2	19,4	17,8 B	2,0
Milho	22,2	26,6	24,4 A	1,4
Média	17,8 b	21,7 a		
CV (%)	2,4	2,0		

CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A quantificação de perdas de MS das silagens é um importante variável a ser analisada, que pode ser relacionada à qualidade da fermentação das mesmas, além de refletir diretamente na quantidade de alimento volumoso que o produtor terá disponível para alimentar o rebanho. Para este parâmetro foi observado apenas efeito do uso de aditivos (Tabela 4), tendo sido encontradas as menores perdas, quando foram utilizados aditivos, seja milho moído, ou inoculante, comparativamente à testemunha. Contrariamente ao obtido, esperava-se encontrar diferenças de perdas de MS entre as silagens confeccionadas com diferentes dias de crescimento do capim, devido aos diferentes teores de MS no momento do corte (Tabela 1), o que pode ter sido amenizado na média, pelo efeito do uso dos aditivos nas silagens cortadas aos 70 dias, especialmente.

TABELA 4- Perdas de matéria seca (%) de silagens de Capim BRS Capiapu com diferentes períodos de crescimento (dias) e uso de diferentes aditivos.

Aditivo	Dias de crescimento		Média	CV (%)
	70	110		
Testemunha	13,7	13,5	13,6 A	5,4
Inoculante	9,6	12,1	10,8 B	5,3
Milho	10,7	9,9	10,3 B	5,6
Média	11,3 a	11,8 a		
CV (%)	11,1	10,4		

CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A MS sofre perdas nos processos de confecção da silagem. Um parâmetro inicial para Ramos (2021) é que “o teor de matéria seca ideal para ensilar depende da espécie da planta, sendo um valor de referência entre 30 a 35% de matéria seca, esse parâmetro propõe evitar as perdas pela formação de efluentes e das atividades biológicas”, o que justifica a diferença da silagem onde não se utilizou aditivos da demais, visto que a baixa MS do material somado ao não uso de aditivos contribuíram para maiores perdas.

Quanto ao uso de inoculante bacteriano como aditivo, as perdas de MS são menores em virtude de uma fermentação mais próxima do ideal, visto que, as bactérias selecionadas direcionam a conversão de açúcares livres para ácido lático (ANDRIGUETTO, 2002). Já na aditivação com milho moído, o teor de MS é elevado quando comparado aos demais, apesar de se apresentar inferior a níveis ideais como já citado, permitiu reduzir a formação de efluentes e consequente perdas de nutrientes, permitindo uma fermentação adequada deste material (FRANÇA, 2011). Ramos (2021) utiliza como padrão de referência a silagem de milho “que podem ser observados teores entre 17,59% para silagem com grão pastoso e 5,77% para silagem de grão duro. Já em silagens feitas com capim as perdas variam de acordo com a espécie, variando entre 9 e 14%”, sendo assim, as médias observadas para todos os tratamentos estariam dentro de valores aceitáveis de perdas de MS.

Para o teor de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) houve efeito de dias de crescimento e uso de aditivos (Tabela 5). De acordo com Ramos *et al.* (2021), o N-amoniacal é um produto oriundo das fermentações clostridiais realizadas pelas bactérias do gênero *clostridium*, desta forma a mensuração do N-amoniacal auxilia na avaliação da qualidade da silagem. Como esperado, as silagens confeccionadas com o capim cortado aos 110 dias de crescimento, apresentaram os menores teores de nitrogênio amoniacal, comparativamente àquelas confeccionadas com o capim cortado aos 70 dias. Quando comparados os valores médios obtidos com o uso dos aditivos, a silagem confeccionada com a adição de milho moído, apresentou o menor valor, mostrando a efetividade do uso deste aditivo para melhoria da fermentação da silagem. Segundo Benachio (1965), as silagens são muito boas quando contém 0 a 10% de N amoniacal (%N total), já silagens boas apresentam de 10 a 15%, por sua vez são aceitáveis valores de 15 a 20%, e acima de 20%, são consideradas silagens ruins. Sendo que as silagens feitas com plantas forrageiras tropicais podem variar de 1,9 a 28,7% de nitrogênio amoniacal. Desta forma, todas as silagens confeccionadas neste experimento, apresentaram valores de nitrogênio amoniacal dentro das faixas consideradas muito boas ou boas.

TABELA 5 – Nitrogênio Amoniacal (N-NH₃) (%) em silagens de Capim BRS Capiacu com diferentes períodos de crescimento (dias) e uso de diferentes aditivos.

Aditivo	Dias de crescimento		Média	CV (%)
	70	110		
Testemunha	11,4	7,9	9,6 B	5,6
Inoculante	14,0	9,0	11,5 A	4,1
Milho	7,6	4,1	5,9 C	11,4
Média	11,0 a	7,0 b		
CV (%)	5,2	7,9		

CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Segundo Ramos *et al.* (2021), o alto teor de umidade no momento da ensilagem pode ser um fator limitante, promovendo ações indesejáveis que afetam a qualidade da silagem, desta forma, para que ocorra a redução na produção do N amoniacal é necessário que ocorra a produção eficiente do ácido lático, realizado pelas bactérias *Lactobacillus*, pois sua presença faz com que diminua o pH da silagem, e com essa redução sejam inibidas as bactérias do gênero *clostridium* que são responsáveis pela sua produção. Isto explica o fato das silagens com os menores valores de nitrogênio amoniacal (com adição de milho moído, 5,9%, e com capim cortado aos 110 dias, 7,0 %) serem aquelas com as maiores MS, ambas acima de 20% de MS (Tabela 3).

Além de características relacionadas a fermentação das silagens, é importante analisar-se a qualidade bromatológica das mesmas. Neste contexto, a matéria orgânica (MO) e matéria mineral (MM) são grandezas inversamente proporcionais, isso porque quando somadas formam 100% da MS da silagem, sendo assim se uma aumentar a outra diminui (POSSENTI, 2005). Para as silagens analisadas, pode-se observar que houve interação entre os fatores dias de crescimento x uso de aditivos (Tabela 6). De maneira geral, as silagens com 70 dias de crescimento apresentaram maiores teores de MM e menores de MO, exceto aquelas com uso do aditivo milho moído, sendo que a causa está associada ao suprimento de minerais para o crescimento da planta. Além disso, a queda na quantidade de minerais (% cinzas) no capim, com o avançar da idade, pode estar associada ao efeito de sua diluição na MS produzida (RETORE, 2020). As silagens com adição de milho moído, independentemente dos dias de crescimento do capim, apresentaram os menores valores de MM e, conseqüentemente, maiores de MO, isto é justificado pelo baixo teor de MM contido no milho moído, de apenas 1,8%, enquanto os capins apresentaram teores acima de 10% (Tabela 1). Teores elevados de MO são interessantes, visto que é nesta fração do alimento que estão os nutrientes fornecedores de energia para os animais (ANDRIGUETTO, 2002).

TABELA 6 – Matéria orgânica e mineral (%) de silagens de Capim BRS Capiaçú com diferentes períodos de crescimento (dias) e uso de diferentes aditivos.

Aditivo	Dias de crescimento		Média	CV (%)
	70	110		
Matéria orgânica (%)				
Testemunha	85,5 D	89,4 C	87,5	0,4
Inoculante	85,9 D	89,8 BC	87,8	0,4
Milho	91,1 AB	92,3 A	91,7	0,4
Média	87,5	90,5		
CV (%)	0,4	0,4		
Matéria mineral (%)				
Testemunha	14,5 A	10,6 B	12,5	3,0
Inoculante	14,1 A	10,3 BC	12,2	3,1
Milho	9,0 CD	7,8 D	8,3	4,5
Média	12,5	9,5		
CV (%)	2,7	3,5		

CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Para os teores de proteína bruta (PB) houve efeito de dias de crescimento e uso de aditivos, não havendo interação (Tabela 7). Quando comparadas as silagens produzidas com diferentes dias de crescimento, as silagens com 70 dias de crescimento apresentaram a maior média, comparativamente aquelas produzidas com o capim de 110 dias de crescimento. Este comportamento era esperado, visto que à medida que o capim avança o seu ciclo de desenvolvimento a tendência é que haja redução dos teores de PB. Pereira et al. (2016), obtiveram valores inferiores ao do presente estudo, porém também observaram redução dos teores de PB com os cortes do capim realizados aos 70 e 110 dias de crescimento, de 7,7 para 5,6%, respectivamente. Mesmo não tendo sido realizada a aferição da produção de matéria seca dos capins, pode-se relacionar os valores mais elevados obtidos no presente estudo aos cortes terem sido realizados em capim que teve seu desenvolvimento no período de outono-inverno, reduzindo conseqüentemente a produção de matéria seca e os teores de parede celular, celulose, fibra, lignina e aumentando os de proteína bruta (POLI, 1992), devido às características de desenvolvimento desta forrageira.

TABELA 7 – Proteína bruta (%) de silagens de Capim BRS Capiaçú com diferentes períodos de crescimento (dias) e uso de diferentes aditivos.

Aditivo	Dias de crescimento		Média	CV (%)
	70	110		
Testemunha	11,0	9,4	10,2 B	3,8
Inoculante	10,4	9,1	9,8 B	3,9
Milho	12,4	10,3	11,3 A	3,4
Média	11,2 a	9,6 b		
CV (%)	2,6	3,1		

CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Já na comparação das silagens quanto ao uso de aditivos, a silagem com uso de milho apresentou o maior valor de PB, por sua vez o uso de inoculante não modificou esse parâmetro em relação à testemunha. Monteiro *et al.* (2011) e Paula *et al.* (2020) também verificaram aumento no teor de PB, de 4,42 para 5,49 %, e 5,11 para 6,80 %, respectivamente, da silagem quando adicionaram aditivos como fubá de milho. De acordo com Monteiro *et al.* (2011) os maiores valores de teor de PB observado nas silagens com uso de milho estão relacionados a redução de perdas de compostos nitrogenados solúveis no efluente. Esta redução de perdas está relacionada à elevação do teor de matéria seca quando da adição do milho à silagem (Tabela 3), o que também resultou em menor formação de nitrogênio amoniacal (Tabela 5).

Com relação aos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) houve efeito de dias de crescimento e uso de aditivos, não havendo interação (Tabela 8). Em relação a idade de corte, as diferenças obtidas são inversamente proporcionais às da PB, com valores mais elevados de FDN e FDA nas silagens produzidas com o capim cortado aos 110 dias, visto que a medida que o capim envelhece, ocorre o aumento nos teores de fibras, como já mencionado anteriormente.

TABELA 8 – Fibra em detergente neutro e ácido (%) de silagens de Capim BRS Capiaçú com diferentes períodos de crescimento (dias) e uso de diferentes aditivos.

Aditivo	Dias de crescimento		Média	CV (%)
	70	110		
Fibra em detergente neutro (%)				
Testemunha	64,0	66,2	65,1 A	1,5
Inoculante	60,7	65,3	63,0 B	1,5
Milho	36,5	39,5	38,0 C	2,8
Média	53,7 b	57,0 a		
CV (%)	1,6	2,3		
Fibra em detergente ácido (%)				
Testemunha	48,6	53,1	50,8 A	1,0
Inoculante	45,6	53,7	49,6 B	1,1
Milho	25,5	29,3	27,4 C	1,8
Média	39,9 b	45,3 a		
CV (%)	1,4	2,3		

CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Com relação ao uso de aditivos, as silagens com adição de milho moído apresentaram os menores valores de FDN e FDA em comparação às demais. Resultados semelhantes foram obtidos por Paula *et al.* (2020), que ao adicionar milho moído (0, 5, 10, 15 e 20%) promoveu um efeito linear decrescente ($P < 0,05$) no teor de FDN e FDA, possivelmente em razão dos menores teores destes componentes do milho em comparação ao capim-elefante. O estudo realizado por estes autores corrobora com os resultados obtidos no presente estudo,

especialmente quando observamos separadamente os valores de FDN e FDA do capim-elefante cv. Capiacu e do milho na Tabela 1.

6. CONCLUSÕES

O corte do capim com menor tempo de desenvolvimento (70 dias), proporciona melhores valores bromatológicos da silagem que quando cortado com ciclo vegetativo mais avançado (110 dias). Porém, pelo maior teor de MS aos 110 dias, essas silagens apresentam melhor fermentação.

A utilização de aditivos melhora a qualidade e a conservação das silagens produzidas com capim-elefante, cv. Capiacu, em especial a adição de milho moído, que quando combinado a idade de 110 dias de rebrota, melhora todas as características analisadas (pH, MS, perdas de MS, nitrogênio amoniacal, MO, MM, PB, FDN e FDA).

O uso de inoculante bacteriano apresenta resultados positivos, porém nem sempre satisfatórios, sendo necessário a realização de mais avaliações.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIGUETTO, J. M. *et al.* **Nutrição Animal**. São Paulo: Nobel, 2002. 395 p.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 16.ed. Washington: AOAC, 1995. 2v, 1015p.
- BATISTA, J. S. S. **Silagem de capim-elefante cv. BRS Capiaçú com inclusão de diferentes proporções do algodão-de-seda**. 2021. 56p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, Minas Gerais, Brasil.
- BORGES, B. R. S. *et al.* Potencial da ensilagem de capim-braquiaria com inclusão de farelo de arroz: Revisão. **Pubvet**, v. 12, n. 2, p. a28, 2018.
- BARTLETT, M.S. Properties of sufficiency and statistical tests. **Proceeding of the Royal Society A**, v. 160, n. 901, p. 268–282, 1937.
- BENACHIO, S. Niveles de melaza en silo experimental de milho crillo (Sorghum vulgare). **Agronomia Tropical**, 14, 291-297, 1965.
- BOX, G.E; COX, D.R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society**, v. 26, p. 211-243, 1964.
- FRANÇA, A. F. S. *et al.* CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS DA SILAGEM DE HÍBRIDOS DE SORGO SOB DOSES DE NITROGÊNIO. **Ciência Animal Brasileira / Brazilian Animal Science**, Goiânia, v. 12, n. 3, p. 384-391, 2011.
- JOBIM, C. C. *et al.* Desempenho animal e viabilidade econômica do uso da silagem de capim-elefante em substituição a silagem de milho para vacas em lactação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n. 2, p. 137-143, 2006.
- JOBIM, C. C. *et al.* Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, ed. esp., 101–119, 2007.
- MONTEIRO, I. J. G. *et al.* Silagem de capim-elefante aditivada com produtos alternativos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 33, n. 4, p. 347- 352, 2011.
- NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. **Forragens suplementares para bovinos de corte**. In: PIRES, Alexandre Vaz (ed.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: Prol Editora Gráfica. p. 281-293. 2010.
- OLIVEIRA, P.C.S. *et al.* Qualidade na produção de silagem de milho. **Pubvet**, Londrina, V. 8, N. 4, Ed. 253, Art. 1672, 2014.
- PAULA, P. R. P. *et al.* Composição bromatológica da silagem de capim- elefante BRS Capiaçú com inclusão fubá de milho. **Pubvet**, v. 14, n. 10, p. 1-11, 2020.
- PEREIRA, A. V. *et al.* **BRS Capiaçú: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2016. (COMUNICADO TÉCNICO, 79).
- PEREIRA, M. M. **Capim Capiaçú (pennisetum purpureum) na alimentação de vacas leiteiras: Revisão bibliográfica**. Universidade Estadual Paulista (Unesp), 2022.
- PESSOA, R. A. S. **Nutrição Animal: conceitos elementares**. São Paulo: Saraiva, v 1. 120 p. 2014.

- POLI, C. H. E. C. **Desenvolvimento morfológico, produção de forragem, proteína bruta e digestibilidade in vitro de cinco cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.)**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 148 f. 1992.
- POSSENTI, R. A. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 5, p. 1185-1189. 2005.
- RAMOS, B.L.P. *et al.* Perdas no processo de silagem: Uma breve revisão. **Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento**, v. 10, n. 5, pág. e8910514660, 2021.
- RETORE, M. **Qualidade da silagem do capim-elefante BRS Capiaçú**. Dourados, Ms: Embrapa Agropecuária Oeste, 2020.
- REZENDE, A. V. *et al.* Uso de diferentes aditivos em silagem de Capim-Elefante. **Ciência Agrotecnologia**, v. 32, n. 1, p. 281-287, 2018.
- RODRIGUES, P. H. M. Avaliação do Uso de Inoculantes Microbianos sobre a Qualidade Fermentativa e Nutricional da Silagem de Milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Pirassununga, Sp, v. 33, n. 3, p. 538-545, 2004.
- SCHMIDT, P.; SOUZA, C.M.; BACH, B.C. Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar. **Simpósio: Produção e utilização de forragens conservadas. Anais...** Maringá: UEM, v. 5, p.243-264, 2014.
- SHAPIRO, S.S.; WILK, M.B. An analysis of variance test for normality (complete samples). **Biometrika**, v. 52, n. 3, p. 591–611, 1965.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, And no Starch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.1, p.3583-3597, 1991.
- WEATHERBURN, M.W. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. **Analytical Chemistry**, Washington D.C., 39, 971-974, 1967.