

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE BACHARELADO EM ZOOTECNIA

LEONARDO PIFFER DE BORBA

**AVALIAÇÃO DO PERFIL FERMENTATIVO E VALOR
NUTRICIONAL DE SILAGENS DE *Panicum maximum* cv. MIYAGUI
EMURCHECIDO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS
2022

LEONARDO PIFFER DE BORBA

**AVALIAÇÃO DO PERFIL FERMENTATIVO E VALOR
NUTRICIONAL DE SILAGENS DE *Panicum maximum* cv. MIYAGUI
EMURCHECIDO**

Evaluation of the fermentative profile and nutritional value of silages of wilted *Panicum maximum* cv. Miyagui

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado ao Curso de Bacharelado em Zootecnia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, como requisito parcial à obtenção do título de Zootecnista.

Orientador: Prof. Dr. Fabio José Maia

Coorientador: Prof. Dr. Vicente de Paulo Macedo

DOIS VIZINHOS

2022

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

LEONARDO PIFFER DE BORBA

**AVALIAÇÃO DO PERFIL FERMENTATIVO E VALOR
NUTRICIONAL DE SILAGENS DE *Panicum maximum* cv. MIYAGUI
EMURCHECIDO**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Curso de Zootecnia da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
(UTFPR), Campus Dois Vizinhos.

Data de aprovação: 23/junho/2022

Fabio José Maia
Doutora
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Magali Floriano da Silveira
Doutora
Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR

Luiggi Rafael Lucas de Paiva
Mestrando
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia-Unioeste/UTFPR

**DOIS VIZINHOS
2022**

*A minha família, ao meu amor, aos
meus amigos, aos meus mestres,
aos meus sonhos e ao meu Deus.*

Dedico!

AGRADECIMENTOS

Ao meu bom Deus, por me permitir idealizar, buscar e atingir meus sonhos, minhas metas e meus objetivos.

Aos meus pais, Silvane e Evandro e a minha família, Elizane, Lourdes e Olinda, por todo o amor e paciência nesta fase, por me incentivar a seguir o caminho certo e jamais medir esforços para que conquistasse meus sonhos. Me orgulho muito de vocês, amo vocês.

A Jakciane Andrieli de Miranda Foss, pelo amor, amizade, carinho, incentivo e sorrisos. Por tornar meus dias mais felizes, ser minha base, dividir sonhos e me ajudar a trilhar este caminho. Eu te amo.

Ao Prof. Dr. Fabio José Maia, pela orientação e confiança neste período. Pela paciência, oportunidades e aos conhecimentos e experiências compartilhados. És um excelente professor, não tenhas dúvidas.

Ao Professor Vicente de Paulo Macedo, pela orientação em grande parte desta caminhada e confiança em mim. Por me instigar a buscar novos conhecimentos e por ser um grande professor para mim.

A Professora Ana Carolina Fluck, uma grande amiga, que acreditou em mim e jamais me deixou desistir. Pelos conhecimentos e experiências divididos e trabalhos realizados sob sua orientação.

Aos amigos que a universidade me deu, Bruna, Nathalia, Eduardo, Ana Paula e Jean. Pelo companheirismo, risadas e pela ajuda durante essa caminhada. Que este seja apenas o começo de nossa amizade.

A Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR e ao Grupo de Estudos em Ovinos e Caprinos – GEOVICAPRI, pela oportunidade e conhecimentos adquiridos.

A todos os professores e colaboradores que de uma forma ou de outra permitiram que eu caminhasse até aqui.

A Associação Nacional dos Produtores de Sementes de Gramíneas e Leguminosas Forrageiras pelo apoio financeiro e subsidio durante a execução deste trabalho.

A todos vocês o meu muito obrigado!

RESUMO

BORBA, Leonardo Piffer de. Avaliação do perfil fermentativo e valor nutricional de silagens de *Panicum maximum* cv. Miyagui emurhecido. 2022. 31 f. Trabalho (Conclusão de Curso) - Programa de Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2022.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de *Panicum maximum* cv. Miyagui submetidas ao emurhecimento e a adição de aditivos. O experimento foi realizado no Campo Agrostológico e no Laboratório de Bromatologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Dois Vizinhos – PR. A cultivar foi colhida no setor agrostológico da instituição e após a colheita foi triturada com aproximadamente 5 cm. Os aditivos foram aplicados isoladamente ou de forma combinada, nos seguintes tratamentos: Controle: Miyagui emurhecido; MyAB: Miyagui emurhecido + aditivo biológico; MyAA: Miyagui emurhecido + aditivo alimentar; MyBA: Miyagui emurhecido + aditivo alimentar + aditivo biológico com $2,6 \times 10^{10}$ UFC/g de *Lactiplantibacillus plantarum* e $2,6 \times 10^{10}$ UFC/g de *Pediococcus pentosaceus*. Como aditivo alimentar foi utilizada a casca de soja, incluída à silagem na proporção de 10% da matéria verde ensilada. O material foi conservado em microsilos de PVC com massa específica preconizada de 600 kg de matéria verde por m³. Foram confeccionados quatro microsilos por tratamento, os quais foram fechados e armazenados em temperatura ambiente e sob a proteção da luz solar e da chuva por um período de 60 dias. Imediatamente após a abertura foram aferidas as variáveis relacionadas à caracterização do potencial fermentativo e realizadas as coletas de amostras para análises do valor nutricional da silagem. O potencial fermentativo foi avaliado a partir da mensuração do pH, já as análises bromatológicas realizadas foram matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA, respectivamente), celulose, carboidratos solúveis (CS) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS). Os AGV foram determinados por meio de cromatografia líquida de alta performance. A adição de aditivo alimentar elevou os teores de MS e MO e reduziu os teores de MM, que diferiram estatisticamente dos demais. Não houve diferença nos valores de PB para nenhum dos tratamentos. Não houve diferença estatística ($P < 0,05$) para as variáveis FDN, FDA, celulose e lignina. Os valores de hemicelulose foram estatisticamente maiores para CON e MyAB. A DIVMS foi superior para os tratamentos MyAA e MyBA. Valores estatisticamente menores de pH foram encontrados nos tratamentos com inclusão de aditivo alimentar. Não houve diferença estatística ($P < 0,05$) nos teores de ácido lático, propiônico e carboidratos solúveis. Houve queda nos teores de ácido acético quando da inclusão de casca de soja. O emurhecimento do capim Miyagui pré ensilagem pode ser adotado como estratégia para se aumentar os teores de MS e melhorar a fermentação de forragens com alto teor de umidade. A adição de casca de soja aumenta os teores de MS e melhora a DIVMS da silagem de capim Miyagui emurhecido. A inclusão de aditivo biológico, de modo geral, não contribuiu para melhorar o processo fermentativo.

Palavras chave: Casca de soja. Conservação de alimentos volumosos. Coprodutos agroindustriais. *Lactiplantibacillus plantarum*. *Pediococcus pentosaceus*.

ABSTRACT

BORBA, Leonardo Piffer de. Evaluation of the fermentative profile and nutritional value of silages of wilted *Panicum maximum* cv. Miyagui. 2022. 31 f. Work (Course Completion) - Graduation Program in Bachelor of Science in Animal Science, Federal University of Technology – Parana (UTFPR). Dois Vizinhas, 2021.

The objective of this work was to evaluate the fermentative profile and chemical composition of silages of *Panicum maximum* cv. Miyagui subjected to wilting. The experiment was carried out in the Agrostological Field and in the Bromatology Laboratory of the Federal Technology University of Paraná – UTFPR, Dois Vizinhas – PR campus. The cultivar was harvested in the agrostological sector of the institution and after harvesting it was crushed to approximately 5 cm. The additives were applied alone or in combination, in the following treatments: Control: Miyagui wilted; MyAB: wilted Miyagui + biological additive; MyAA: wilted Miyagui + food additive; MyBA: wilted Miyagui + food additive + biological additive with 2.6×10^{10} CFU/g of *Lactiplantibacillus plantarum* and 2.6×10^{10} CFU/g of *Pediococcus pentosaceus*. As a food additive, soybean hulls were used, included in the silage in the proportion of 10% of the ensiled green matter. The material was preserved in PVC microsilos with a recommended specific mass of 600kg of green matter per m^3 . Four microsilos were made per treatment, which were closed and stored at room temperature and protected from sunlight and rain for a period of 60 days. Immediately after opening, the variables related to the characterization of the fermentative potential were checked and samples were collected to analyze the nutritional value of the silage. The fermentation potential was evaluated from the pH measurement, and the bromatological analyzes performed were dry matter (DM), mineral matter (MM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral and acid detergent fiber (NDF and ADF respectively), cellulose, soluble carbohydrates (CS) and in vitro digestibility (IVDMD). VFAs were determined using high performance liquid chromatography. The addition of a food additive increased the levels of DM and MO and reduced the levels of MM, which differed statistically from the others. There was no difference in the CP values for any of the treatments. There was no statistical difference ($P < 0.05$) for the variables NDF, ADF, cellulose and lignin. Hemicellulose values were statistically higher for CON and MyAB. The DIVMS contents were statistically higher in the MyAA and MyBA treatments, when compared to the others. Statistically lower pH values were found in treatments with food additive inclusion. There was no statistical difference ($P < 0.05$) in the levels of lactic acid, propionic acid and soluble carbohydrates. There was a drop in acetic acid levels when soybean hulls were added. The wilting of Miyagui grass before ensiling can be adopted as a strategy to increase the DM levels and improve the fermentation of forages with high moisture content. The addition of soybean hulls increases the DM content and improves the IVDMD of the wilted Miyagui grass silage. The inclusion of biological additive, in general, did not contribute to improve the fermentation process.

Keywords: Agro-industrial by-products. *Lactiplantibacillus plantarum*. *Pediococcus pentosaceus*. Preservation of bulky foods. Soybean husk.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 OBJETIVOS	11
2.1 OBJETIVO GERAL.....	11
2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO.....	11
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1 SILAGEM DE FORRAGEIRAS TROPICAIS.....	12
3.2 PROCESSO DE ENSILAGEM.....	13
3.2.1 Fase respiratória	13
3.2.2 Fase fermentativa	13
3.2.3 Fase de estabilização.....	14
3.2.4 Fase de deterioração aeróbica	14
3.3 EMURCHECIMENTO PRÉ-ENSILAGEM.....	15
3.4 INCLUSÃO DE ADITIVOS NA SILAGEM	16
3.4.1 Aditivos alimentares	16
3.4.2 Aditivos biológicos	17
4 MATERIAL E MÉTODOS	19
4.1 LOCAL.....	19
4.2 PREPARO DO SOLO E IMPLANTAÇÃO DA FORRAGEM	19
4.3 TRATAMENTOS E ENSILAGEM.....	20
4.4 ANÁLISE DO VALOR NUTRICIONAL E POTENCIAL FERMENTATIVO	21
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	22
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23

6 CONCLUSÃO.....27

7 REFERÊNCIAS28

1 INTRODUÇÃO

A conservação de forragens por meio da ensilagem é uma técnica tradicional em todo o mundo, que tem como objetivo atender as necessidades dos animais ao longo do ano, em especial nos períodos de déficit de produção de forragem (DA SILVA MACÊDO et al., 2019). Para que a fermentação ocorra de forma adequada, conservando a qualidade nutricional da forragem ensilada, é necessário que a cultura apresente nível de matéria seca em torno de 35%, carboidratos solúveis por volta de 8% e apresentar baixo poder tampão, permitindo a redução rápida do pH (McCULLOUGH, 1977).

As gramíneas forrageiras, em geral, apresentam alta umidade, em torno de 80% da MS, baixos níveis de carboidratos solúveis, aproximadamente 5% da MS, e elevado poder tamponante (SIQUEIRA; BERNARDES, 2013; PHOLSEN et al., 2016), características que favorecem a fermentação anaeróbica. Contudo, apresentam grande produtividade por área, com baixo custo de produção o que pode viabilizar seu uso (JANK; BRAZ; MARTUSCELLO, 2013). No mesmo sentido, para que se possa produzir um material ensilado de qualidade é importante que se conheça as particularidades da forragem a ser ensilada, visando a utilização de mecanismos, técnicas e/ou intervenções para melhorar o processo fermentativo e de conservação (ÁVILA et al., 2009). Algumas técnicas podem ser utilizadas para este fim, uma delas é o emurhecimento, que tem por objetivo elevar o teor de MS do material a ser ensilado, para otimizar a fermentação e reduzir as perdas por efluente. O procedimento se baseia no corte e exposição da forragem ao sol, para que parte da umidade da planta seja evaporada, possibilitando uma melhor fermentação da silagem (CARVALHO et al., 2008; SILVA, 2016).

Outra técnica que pode ser utilizada é a aplicação de aditivos, dentre os mais usuais estão os biológicos e alimentares, que permitem reduzir as perdas de MS e limitar o desenvolvimento de microrganismos indesejados, que realizam fermentações secundárias e prejudiciais, além de possibilitar maior estabilidade aeróbica e contribuir positivamente no incremento do valor nutricional da silagem processada (HENDERSON, 1993).

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o perfil fermentativo e a composição bromatológica de silagens de *Panicum maximum* cv. Miyagui submetidas ao processo de emurhecimento e conservado com aditivos biológico e/ou alimentar.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- ✓ Aferir o perfil fermentativo das diferentes silagens com adição de aditivos alimentar e/ou biológico;
- ✓ Mensurar o valor nutricional de silagens com adição de aditivos alimentar e/ou biológico;
- ✓ Verificar a digestibilidade *in vitro* dos materiais ensilados.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 SILAGEM DE FORRAGEIRAS TROPICAIS

A conservação de forragens por meio da ensilagem é uma técnica tradicional em todo o mundo, com o objetivo de atender as necessidades dos animais ao longo do ano, em especial nos períodos de déficit de produção de forragem (DA SILVA MACÊDO et al., 2019), possibilitando a produção contínua de produtos de origem animal. A silagem é o produto de um alimento, normalmente gramíneas, fermentado em condições anaeróbicas, onde a partir do consumo de açúcares pelas bactérias, são produzidos ácidos orgânicos, sendo o principal o ácido láctico, que reduzem o pH do material ensilado (JOBIM e NUSSIO, 2013).

No decorrer do processo de ensilagem, o material ensilado passar por quatro fases, sendo elas: Fase Respiratoria, Fermantativa, Estabilidade e Deteriorização aeróbica. E ainda, a cultura necessita apresentar baixo poder tampão, possibilitando a queda de pH, bem como, cerca de 35% de matéria seca e 8% de carboidratos solúveis, para que esta seja classificada como cultura potencialmente elegível para o processo de ensilagem (McCULLOUGH, 1977). Visando assim, reduzir as perdas na qualidade nutricional das forragens conservadas no decorrer do processo fermentativo, faz-se necessário ter o conhecimento dos níveis de alguns componentes nutricionais das cultivares a ser conservada, dentre eles, níveis de MS, Carboidratos Solúveis e Capacidade de poder tampão (RETELATTO, 2018).

No Brasil, a maior parte da silagem é conservada em silos trincheira, devido ao menor custo de confecção, e as principais culturas conservadas são o milho (*Zea mays*), o sorgo (*Sorghum bicolor*), a cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) e o capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) (Oliveira et al., 2010; Viana et al., 2012). Contudo, Da Silva Macedo et al. (2019) destacam a importância de avaliar a viabilidade de outras forrageiras com potencial utilização para ensilagem.

De modo geral, as gramíneas forrageiras tendem a apresentar teores em torno de 80% de umidade, 5% de carboidratos solúveis em relação a matéria seca total, e ainda, elevado poder tamponante (SIQUEIRA; BERNARDES, 2013; PHOLSEN et al., 2016). Entretanto, a alta produtividade e o baixo custo para implantação da cultura, podem viabilizar o uso no processo de produção de forragem conservada. Neste sentido, o conhecimento das culturas forrageiras e suas particularidades, são essenciais para a aplicação da técnica de ensilagem, bem como, a aplicação de técnicas e/ou intervenções que visam a melhoria do processo fermentativo e da conservação do produto final (ÁVILA et al., 2009; JANK; BRAZ; MARTUSCELLO, 2013)).

3.2 PROCESSO DE ENSILAGEM

3.2.1 Fase respiratória

Ocorre logo após o fechamento do silo e pode ser considerado um dos pontos mais críticos do processo. Ainda com presença de oxigênio (O_2) junto ao material ensilado, inicia-se a fermentação aeróbica do produto, o que é indesejável na conservação de alimentos na forma de silagem. Esta fermentação consome carboidratos solúveis presentes no produto ensilado e produz dióxido de carbono (CO_2), calor e água, a partir da ação de microrganismos aeróbicos indesejáveis presentes no ambiente, como bactérias, fungos e leveduras, e da ação de enzimas, como proteases e carboidrases (VENTURINI, 2019).

O prolongamento da fase aeróbica pode resultar em perdas excessivas de matéria seca na forma de carboidratos, reduzindo o substrato disponível para a fermentação anaeróbica, que resultará em perda da qualidade bromatológica do volumoso conservado (GONÇALVES, 2011). Da mesma forma, a produção de calor nesta fase, provoca elevação da temperatura do material, que por longos períodos, pode atingir temperaturas superiores a $49^\circ C$, permitindo a ocorrência de reação de Maillard, onde as proteínas são complexadas com carboidratos, passando a fazer parte da FDA e, conseqüentemente, tornam-se indigestíveis (SILVEIRA, 1975).

Visando reduzir as perdas oriundas da fermentação aeróbica, algumas medidas podem ser tomadas, tais como, o controle do tamanho das partículas do material, a compactação adequada no momento da ensilagem e a vedação correta do silo, visto que, a baixa presença de oxigênio a fase aeróbica é encerrada rapidamente, dando início a fase fermentativa.

3.2.2 Fase fermentativa

Conhecida também como fase anaeróbica, inicia-se ao final da fase respiratória, momento em que todo o estoque de O_2 dentro do silo é consumido. Nesta etapa, ocorre a multiplicação de Bactérias Ácido Lácticas (BAL), que utilizam os açúcares (glicose, frutoses e frutanas) como substrato para produção de energia convertendo-os em ácido orgânicos, sendo os principais: o ácido láctico, acético, propiônico e butírico, responsáveis pela redução do pH (SANTOS et al., 2010; VENTURINI, 2019), que culminará na eliminação de bactérias aeróbicas indesejadas. Segundo McDonald (1991) e Bolsen et al. (1996), esta etapa de fermentação pode durar de 7 a 21 dias a depender de fatores como, tipo de forragem, a população microbiana e teor de MS do material ensilado.

Bactérias indesejáveis como bacilos, enterobactérias, leveduras, fungos e clostrídios apresentam bom desenvolvimento em pH entre 5 e 7, consumindo os açúcares disponíveis e competindo diretamente com as BAL. Com a queda do pH a valores inferiores a 4,5 durante a fase fermentativa, todos os microrganismos, incluindo os indesejáveis, tem seu crescimento cessado, deixando de degradar os nutrientes disponíveis, que ficam conservados nesta faixa de acidez (LIN et al., 1992; MUCK, 2010). Um exemplo que pode ser observado é o desenvolvimento de esporos de clostrídios, estas bactérias crescem em ambientes anaeróbicos e realizam a conversão indesejada de açúcares em CO₂, hidrogénio (H₂) e ácido butírico, resultando em grandes perdas de MS e energia. Entretanto, necessitam de pH mais elevado e de níveis de MS inferiores a 35% (MCDONALD, 1991; BOLSEN et al., 1996).

3.2.3 Fase de estabilização

Nesta fase, também conhecida como fase de estocagem, o pH atinge valores entre 3,8 e 4,2. Nesta faixa de pH o desenvolvimento de bactérias é inibido, o processo fermentativo é interrompido e o material ensilado permanece estável até o momento de abertura do silo (GONÇALVES, 2011). Contudo, com o passar do tempo de armazenamento alguns açúcares podem ficar disponíveis a partir da quebra da hemicelulose, o que fornece substrato às BAL, reduzindo ainda mais o pH (RETELATTO, 2018).

O principal fator de preocupação ligado a conservação nesta etapa é a manutenção da ausência de ar no interior do silo. Práticas de manejo inadequadas ou uso de materiais inapropriados podem facilitar a entrada de ar e, conseqüentemente permitir o desenvolvimento de bactérias indesejáveis (BOLSEN et al., 1996; DROUIN & LAFRENIÈRE, 2012), que pode resultar na decomposição de parte do material ensilado, geração de resíduos indesejáveis e redução da qualidade nutricional da silagem. Caso contrário, o material permanece em boas condições por longos períodos.

3.2.4 Fase de deterioração aeróbica

Inicia-se na abertura do silo, após o período de estabilização, quando ocorre a entrada de oxigênio de maneira livre no material. A partir de então, as bactérias aeróbicas indesejáveis voltam a se desenvolver, consumindo açúcares e lactato, reduzindo valor nutricional, elevando o pH e quebrando a estabilidade aeróbica do material ensilado (BORREANI & TABACCO, 2010), podendo ocorrer produção de micotoxinas. A estabilidade aeróbica é descrita por Jobim

et al. (2007) como a resistência da massa de forragem à deterioração após a abertura do silo, ou seja, a velocidade com que a massa da silagem é deteriorada após exposta ao ar.

A entrada de O₂ possibilita que os microrganismos aeróbios retomem seu desenvolvimento, deteriorando e aquecendo a silagem, este processo está associado, principalmente, com a presença de fungos e leveduras (SCHEIDT, 2019).

3.3 EMURCHECIMENTO PRÉ-ENSILAGEM

O emurchecimento é uma técnica que tem por objetivo elevar os níveis de MS do material a ser ensilado, permitindo melhor processo fermentativo e menor perdas por efluentes. Esta prática é recomendada quando o material a ser ensilado apresenta valores de MS inferiores a 21%, situações em que a possibilidade de ocorrência de fermentações indesejáveis é elevada, o que afetaria diretamente o valor bromatológico da silagem (JOBIM et al., 2007). Desta forma,

O procedimento se baseia no corte e exposição da forragem ao sol para que parte da umidade da planta seja evaporada e ocorra uma melhor fermentação da silagem (CARVALHO et al., 2008; SILVA, 2016). As principais vantagens desta técnica são a inibição do crescimento de microrganismos indesejáveis, como o gênero *Clostridium*, e possibilitar um melhor desenvolvimento das BAL, que tem como produto final da fermentação o ácido lático, que reduz o pH e contribui para a conservação da silagem. Contudo, a aplicação desta prática também apresenta limitações, principalmente relacionadas à necessidade de mão-de-obra e dependência de condições climáticas (TAVARES, 2021).

Apesar de elevar os teores de MS a níveis ideais, este processo pode favorecer o desenvolvimento de leveduras, que permaneceram inativadas durante todo o processo de conservação da silagem, após a abertura do silo, estas, utilizam o ácido lático disponível no material ensilado como substrato, junto ao oxigênio disponível para retomarem seu desenvolvimento (WOOLFORD, 1990). No mesmo sentido, devido ao maior tempo entre o corte, ensilagem e a finalização da fase aeróbica, ocorrem maiores taxas de perdas, reduzindo os substratos fermentáveis (carboidratos solúveis) e elevando os teores de nitrogênio não proteico (NNP) (McDONALD et al., 1991). Outro ponto a ser observado são as condições climáticas de cada região. Um exemplo desta influência pode ser citado observando a região sul de nosso país, que apresenta altos níveis de umidade e baixas temperaturas em determinada época do ano, o que pode afetar diretamente no preparo do processo de ensilagem e do emurchecimento (DA SILVA, 2016). De modo geral, esta técnica possibilita a conservação correta e adequada dos materiais ensilados, trazendo benefícios e bons resultados à silagem.

3.4 INCLUSÃO DE ADITIVOS NA SILAGEM

Alguns materiais que podem ser ensilados, como as forrageiras, não apresentam as características desejadas para um adequado processo fermentativo. Isso está diretamente ligado aos elevados teores de umidade, baixo poder tamponante e aos baixos níveis de carboidratos solúveis, resultando em grande produção de efluentes e altos valores de deterioração aeróbica (7 a 40%) (McDONALD et al., 1991; REIS & COAN, 2001). Assim, o uso de aditivos no processo de ensilagem permite a redução das perdas de MS e limita o desenvolvimento de microrganismos indesejados, que realizam fermentações secundárias e prejudiciais, além de possibilitar maior estabilidade aeróbica e contribuir positivamente no incremento do valor nutricional da silagem (HENDERSON, 1993).

Uma ampla variedade de aditivos podem ser utilizados no processo de ensilagem, com destaque para as substâncias orgânicas, inorgânicas, bióticas ou abióticas, que são mais frequentemente utilizados e tem por objetivo corrigir ao máximo as condições do material que será ensilado (SCHMIDT et al., 2014). Segundo McDonald, Henderson e Heron (1991), estes aditivos podem ser divididos em cinco grupos principais, são eles: estimulantes de fermentação; inibidores de fermentação; os nutrientes e absorventes. Contudo, alguns autores divergem em relação a esta forma de classificação, incluindo ou excluindo categorias de aditivos. Além disso, dependendo do autor e dos critérios de classificação, muitos produtos podem pertencer a mais de um grupo.

3.4.1 Aditivos alimentares

Também conhecidos como aditivos absorventes ou sequestrantes de umidade, esses aditivos são materiais provenientes dos processamentos agroindustriais de grão de cereais, também conhecidos como coprodutos. Em geral, possuem elevados teores de MS e valor nutricional satisfatório, de modo que, quando adicionados ao processo de ensilagem, permitem aumentar os níveis de MS da massa ensilada, reduzindo perdas e possibilitando a criação de um ambiente pouco favorável ao desenvolvimento de microrganismos indesejados (McDONALD et al., 1991; NUSSIO & SCHMDIT, 2004). Além disso, existem coprodutos que fornecem maiores quantidades de carboidratos solúveis, o que permite uma queda de pH mais rápida, a partir da aceleração do processo fermentativo (SCHMIDT, 2014).

Um dos aditivos alimentares mais utilizados é a casca de soja, que é um coproduto do processamento para extração de óleo do grão de soja que possui boas características para o processo de ensilagem junto a gramíneas forrageiras. De acordo com Zambom et al. (2001), cada tonelada de soja processada gera aproximadamente 2% deste coproduto. Em níveis nutricionais, a casca de soja é indicada como um concentrado energético, possuindo valores de fibra em detergente neutro (FDN) de 69,20%, fibra em detergente ácido (FDA) de 43,02%, de MS de 90,70%, proteína bruta (PB) de 9,99%, valores reduzidos em lignina (8,20%) e altíssima digestibilidade (94,96%) (ZAMBOM et al., 2001).

Em experimento realizado com adição de 10% de casca de soja em silagem de capim elefante, Monteiro (2009) observou a elevação dos teores de MS, queda do pH e nitrogênio amoniacal para valores inferiores a 3,97 e 4,07%, sem alteração dos níveis de carboidratos solúveis e capacidade tampão da silagem. Outro experimento, comparou os benefícios da adição de 10% casca de soja peletizada à silagem de capim Marandu. A inclusão de casca de soja resultou na elevação do teor de matéria seca do material ensilado e redução de perdas por meio de efluentes quando comparado a silagem sem adição do coproduto (RIBEIRO et al., 2009).

3.4.2 Aditivos biológicos

De maneira natural, as forrageiras possuem presença de diversos microrganismos aderidos a si, sendo estas, conhecidas como bactérias epífitas e fungos, que podem atuar de maneira benéfica ou maléfica no processo de fermentação da ensilagem (KUNG JR. et al., 2003; KUNG JR., 2018). Visando mitigar a flora indesejada e as perdas, além de permitir um processo fermentativo adequado, os aditivos biológicos possuem como principal objetivo elevar as populações bacterianas benéficas, produtoras de ácido lático, permitindo uma fermentação ideal, atingindo os níveis de pH desejados e conservando o material ensilado em excelentes condições (KUNG JR. et al., 2003; TOMICH, 2012; KUNG JR., 2018).

De modo geral, os aditivos biológicos, ou inoculantes, utilizam bactérias homofermentativas, heterofermentativas ou uma combinação de ambas, sendo esta associação altamente benéfica. Isto se deve principalmente à produção de altos níveis de ácido lático produzidos pelas bactérias homofermentativas, ao mesmo tempo que as bactérias heterofermentativas geram elevados teores de ácido acético (DANNER et al., 2003; ZOPOLLATTO et al., 2009; SCHMIDT et al., 2014; KUNG, 2018).

De maneira simples, as bactérias homofermentativas tem potencial de produzir maiores teores de ácido lático, reduzindo de forma mais rápida o pH, enquanto as bactérias

heterofermentativas, tendem a elevar a produção de ácido acético, utilizando como substrato o ácido lático, o que permite um maior tempo de estabilidade aeróbica da silagem quando exposta ao ar (SCHMIDT et al., 2014; KUNG et al., 2018).

As bactérias do gênero *Lactiplantibacillus plantarum* são classificadas como heterofermentativas facultativas, isto se deve por realizarem prioritariamente a produção de ácido lático a partir de seu processo fermentativo, porém, podem também sintetizar ácido acético (PAHLOW et al., 2003). Sendo assim, são capazes de reduzir rapidamente o pH, conservando os nutrientes da forrageira ensilada, a partir de uma elevada taxa de fermentação (BACH, 2015).

As bactérias do gênero *Pediococcus pentosaceus* são descritas como homofermentativas obrigatórias e tem como único produto da fermentação o ácido lático, que é um ácido orgânico forte e favorece a queda mais rápida do pH da massa ensilada, paralisa a atividade das proteases e, conseqüentemente, a formação de aminoácidos livres e amônia, mantendo a qualidade do produto ensilado (HENDERSON, 1993; McDONALD, 1981; COSTA et al., 2001).

4 MATERIAL E MÉTODOS

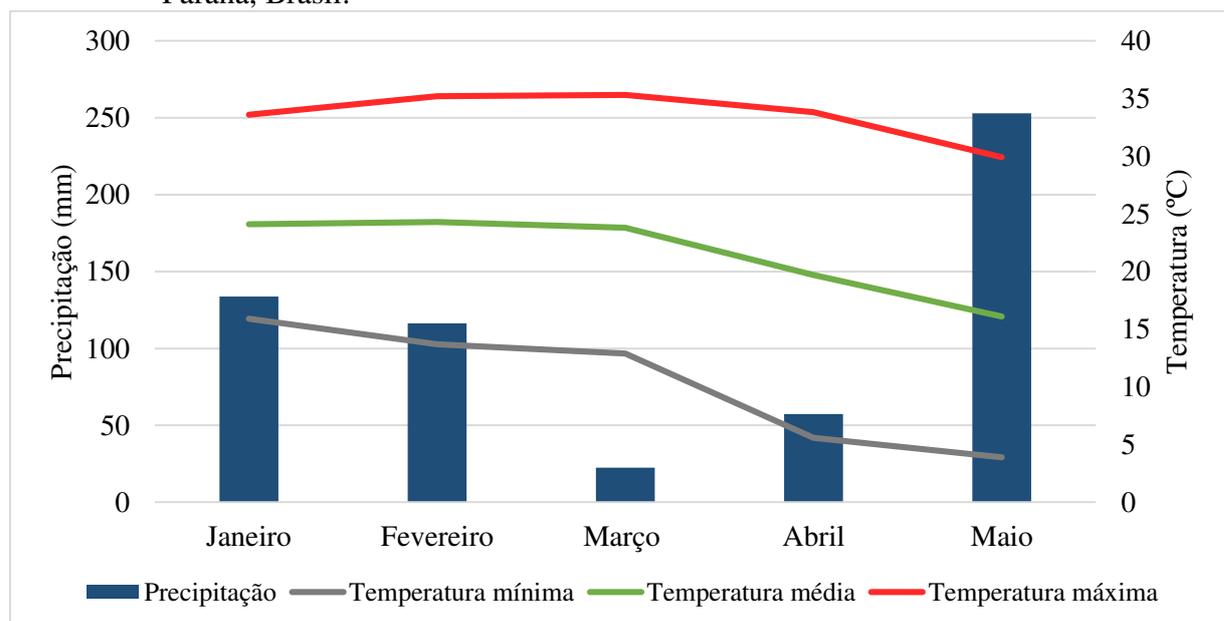
4.1 LOCAL

O trabalho foi realizado no Campo Agrostológico e as análises realizadas no Laboratório de Bromatologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, campus Dois Vizinhos – PR (25°41'40" S e 53°05'51" O), localizada no sudoeste paranaense. O clima é subtropical úmido mesotérmico, tipo Cfa, com temperaturas médias no mês mais quente superiores a 22°C e no mês mais frio inferiores a 18°C de acordo com a classificação de Köppen.

4.2 PREPARO DO SOLO E IMPLANTAÇÃO DA FORRAGEM

Para a implantação da cultivar foi realizada análise da área para determinar as condições do solo, seguida de uma preparação no sistema convencional, para descompactação e nivelamento. A semeadura foi realizada em janeiro de 2020, após um período de estiagem, de forma manual, em linhas espaçadas com 40 cm, na densidade de 10 kg de sementes puras viáveis/ha, em unidades experimentais de 25 m². Foram aplicados 150 kg/ha de N na forma de ureia em duas doses iguais, uma aos 30 e outra aos 60 dias, após o corte de padronização a 20 cm do solo.

Gráfico 1- Temperaturas mínima, média e máxima, e precipitação pluviométrica registradas durante o período experimental. Dados obtidos através da estação meteorológica experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.



Fonte: Adaptado de GEBIOMET- Grupo de Estudos em Biometeorologia.

4.3 TRATAMENTOS E ENSILAGEM

O corte do material foi realizado quando o capim apresentou altura média de dossel entre 80 – 90cm, o que correspondeu a interceptação luminosa de 95% (TAVARES, 2019). Imediatamente após o corte uma amostra de cada parcela foi acondicionada em estufa de circulação forçada a 55°C, por 72 horas, para a determinação dos teores de MS parcial (SILVA & QUEIROZ, 2002). Após a colheita a forragem foi triturada em partículas com aproximadamente 5 cm utilizando triturador estacionário, e separado em quatro partes que foram ensiladas de acordo com cada tratamento.

Antes da colheita da forragem, foi mensurada a altura média da parcela com o auxílio de régua graduada e o ponto de corte para ensilagem foi determinado a partir do valor médio de 5 aferições em diferentes pontos da unidade experimental. A estimativa da produção de matéria seca por área foi realizada através do lançamento aleatório de um quadro de 1m² (PENATI et al., 2001), sendo a porção superior a 20cm do solo colhida e posteriormente pesada.

Após o corte e trituração, o capim foi exposto ao sol por aproximadamente 6 horas para obter o material emurchecido. O teor de umidade foi monitorado por meio da análise usando um forno de micro-ondas até o material atingir aproximadamente 40% de MS, seguindo para a ensilagem. O capim emurchecido foi submetido aos seguintes tratamentos: CON – silagem de capim Miyagui emurchecido sem aditivos, MyAB – silagem de capim Miyagui emurchecido + aditivo biológico, MyAA – silagem de capim Miyagui emurchecido + aditivo alimentar e MyBA – silagem de capim Miyagui emurchecido + aditivo biológico + aditivo alimentar.

A casca de soja foi utilizada como aditivo alimentar e incluída na proporção de 10% da matéria verde. O produto comercial Centurium, composto por $2,06 \times 10^{10}$ UFC de *Lactiplantibacillus plantarum* e $2,06 \times 10^{10}$ UFC de *Pediococcus pentosaceus*. A aplicação do produto se deu conforme a recomendação do fabricante, na concentração de $1,04 \times 10^5$ UFC/kg de matéria verde de capim contendo 50% de cada uma das duas cepas de microrganismos.

O material foi conservado em microsilos de PVC com diâmetro de 10 cm e altura de 60 cm. Foram adicionados 200 gramas de areia seca em estufa no fundo de cada silo. A areia foi separada do material ensilado por uma camada de tecido não tecido (TNT). A massa específica preconizada foi de 600kg de matéria verde por m³ e foram confeccionados quatro microsilos por tratamento, os quais foram fechados com tampa de PVC vedadas com silicone. Após o fechamento, os silos foram armazenados em temperatura ambiente e sob a proteção da luz solar e da chuva por um período de 60 dias. Imediatamente após a abertura foram aferidas as variáveis

relacionadas à caracterização do potencial fermentativo e realizadas as coletas de amostras para análises do valor nutricional da silagem.

4.4 ANÁLISE DO VALOR NUTRICIONAL E POTENCIAL FERMENTATIVO

Foram realizadas análises bromatológicas em amostras de forragem, casca de soja e amostras das silagens antes e após a fermentação. As amostras foram pesadas e levadas à estufa de circulação forçada de ar à 55°C por 72 horas e moídas a 1,0 mm em moinho do tipo Willey. Os teores de MS foram determinados pelo método 967.03 (AOAC, 1998), matéria mineral e matéria orgânica pelo método 942.05 (AOAC, 1998).

A proteína bruta foi determinada através do método de Kjeldahl (Método 2001.11; AOAC, 2001), a partir da determinação indireta do nitrogênio total (N) e os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados conforme Van Soest et al. (1991), em autoclave a 110°, por 60 minutos (SENGER et al., 2008). A concentração de lignina em detergente ácido (LDA) foi determinada pelo método 973.18 (AOAC, 1998). Os teores de hemicelulose foram obtidos pela diferença entre os valores de FDN e FDA, e a celulose pela diferença da FDA e LDA. Os carboidratos solúveis foram estimados pela técnica descrita por Dubois et al. (1956) e o N-amoniacal foi estimado pela técnica de Weatherburn (1967). Os AGV foram determinados por meio de cromatografia líquida de alta performance utilizando volume de injeção de 30 microL de amostra em coluna BIO-RAD Aminex HPX-87H operando a 50°C em modo isocrático com fluxo de 0,6 mL/min e fase móvel composta de água acidificada com ácido sulfúrico (0,01 mol/L) (TONUCCI, 2019). A digestibilidade *in vitro* foi determinada por técnica adaptada de Tilley e Terry (1963), utilizando tubos de vidro adaptado com válvula de Büsen e saquinhos de poliéster (KOMAREK, 1993), e após 48 horas de digestão os saquinhos foram tratados com solução de detergente neutro em autoclave a 120°C por 60 minutos (GOERING e VAN SOEST, 1970) para obtenção da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS).

A caracterização do potencial fermentativo foi realizada imediatamente após a abertura dos silos para determinar do pH (SILVA e QUEIROZ, 2002) e a concentração de carboidratos solúveis (CS) a partir da metodologia de Dubois et al. (1956). As populações microbianas foram determinadas a partir de técnicas de cultura de acordo com Silva et al. (1997). Foram adicionados 225 mL de água destilada estéril em 25 g de amostra de silagem, mantidas sob agitação a 150 RPM durante 4 minutos e filtradas em três camadas de gaze. A partir do extrato, foram feitas diluições sequenciais de base 10 para contagem de leveduras, fungos e de bactérias

ácido-láticas (BAL). Posteriormente, foi realizada semeadura de 0,1 mL por placa dos extratos diluídos. As diluições 10^{-2} , 10^{-3} e 10^{-4} foram plaqueadas para contagem de fungos e leveduras. As placas foram armazenadas em estufa de cultura à temperatura média de $23,5^{\circ}\text{C}$. As contagens de leveduras e fungos foram realizadas após 72 e 120 h de incubação, respectivamente. As diluições 10^{-4} , 10^{-5} e 10^{-6} em caldo de man, rogosa e sharpe (MRS) foram plaqueadas e armazenadas em ambiente anaeróbico e mantidos em estufa entre 30 e 35°C , e a contagem foi realizada após 48 h de incubação.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre as médias foram analisadas pelo teste de Tukey ao nível de significância de 5%. Foi realizada análise de contraste para identificar o efeito do emurchecimento e uso de aditivos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das análises bromatológicas realizadas no material pré-ensilado, foram obtidos os valores nutricionais para os diferentes tratamentos e para a casca de soja (Tabela 1).

Tabela 1 - Valor nutricional do *Panicum maximum* cv Miyagui emurchecido (CON) e com a inclusão de aditivos (MyAB, MyAA e MyBA) pré-ensilagem e casca de soja.

Variáveis	CON	MyAB	MyAA	MyBA	Casca de soja
MS (g/kg)	272,05	271,04	323,12	323,96	924,40
MM (g/kg MS)	97,58	94,53	81,98	82,00	47,88
MO (g/kg MS)	902,42	905,47	918,02	918,00	952,12
PB (g/kg MS)	128,54	138,93	134,34	137,66	129,71
FDN (g/kg MS)	666,72	677,01	677,05	669,23	627,00
FDA (g/kg MS)	361,40	347,33	388,07	368,34	392,24
Hem (g/kg MS)	305,32	329,68	288,98	300,89	234,76
Cel (g/kg MS)	315,78	315,82	345,81	328,61	380,35
Lig (g/kg MS)	45,62	31,51	42,26	39,72	11,89
DIVMS (g/kg MS)	610,92	656,73	678,04	669,00	849,83

CON: controle; MyAB: silagem de Miyagui + aditivo biológico; MyAA: silagem de Miyagui + aditivo alimentar; MyBA: silagem de Miyagui + aditivo biológico + aditivo alimentar; MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; Hem.: hemicelulose; Cel: celulose; Lig: lignina; DIVMS: digestibilidade da MS.

Fonte: Autoria própria, 2022.

A adição da casca de soja como aditivo alimentar à silagem de capim Miyagui emurchecido aumentou ($P < 0,05$) os teores de MS e MO em relação aos tratamentos CON e MyAB. Isso se deve ao alto nível de MS e MO da casca de soja (924,40 g/kg MS e 952,12 g/kg MS, respectivamente) (Tabela 2). Por outro lado, a baixa concentração de minerais da casca de soja resultou na produção de silagem com menores teores de MM nos tratamentos que receberam aditivo alimentar (MyAA e MyBA) (Tabela 2), sendo o menor valor observado para para o tratamento que combinou a inclusão de aditivos biológico e alimentar. Baixos teores de MS resultam em perdas de nutrientes por lixiviação e, conseqüentemente, elevam os teores de MM e reduzem os teores de MO (FERNANDES, 2021), comportamento observado nos tratamentos CON e MyAB, que apresentaram teores mais baixos de MS e MO.

A adição de aditivos biológico e alimentar de forma isolada ou associados não alterou ($P > 0,05$) os teores de PB da silagem de capim Miyagui emurchecido (Tabela 2). Porém, neste caso, os menores níveis de PB foram encontrados nos tratamentos com adição de casca de soja que apresentaram maiores valores de N-NH₃ (Tabela 3).

O uso de aditivos biológico e alimentar também não alterou ($P>0,05$) os teores de FDN, FDA, celulose e lignina da silagem de capim Miyagui emurchecido (Tabela 2). Os valores obtidos as variáveis FDN (666,72 g/kg), FDA (361,40 g/kg) e lignina (45,62 g/kg) são próximos aos encontrados por Tavares et al. (2009), quando compararam o pré-emurchecimento e a adição de polpa cítrica (5%) em capim *Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia I, buscando elevar os teores de MS da silagem (71,07%, 45,95% e 5,43%, respectivamente). A adição de casca de soja reduziu ($P<0,05$) a concentração de hemicelulose quando comparada ao tratamento controle e ao uso de aditivo biológico. Contudo, esse resultado não afetou diretamente os teores de FDN o que contrapõem o exposto por Ávila et al. (2014), que afirmaram que ação de microrganismos sobre a fração de maior solubilidade da fibra tende a reduzir os teores de FDN da silagem.

A inclusão de aditivo alimentar (MyAA e MyBA) aumentou ($P<0,05$) a DIVMS, enquanto aditivo biológico não apresentou efeito sobre esta variável (MyAB) (Tabela 2), o que pode se explicado pela alta digestibilidade da casca de soja, quando comparado com o capim Miyagui (849,83 g/kg MS e 610,92 g/kg MS, respectivamente). O valor obtido neste trabalho foi superior ao encontrado a DIVMS da silagem de capim Tanzânia emurchecido, cortados e triturados aos 65 e 45 dias, sem a inclusão de aditivos (51,57% e 66,80%, respectivamente) Tavares et al. (2009) e Loures (2004)

Tabela 2 - Valor nutricional da silagem de *Panicum Maximum* cv Miyagui emurchecido com inclusão de aditivos biológico associado ou não a aditivo alimentar.

	CON	MyAB	MyAA	MyBA	Efeito Aditivo (CON x MyAB, MyAA, MyBA)
MS (g/kg)	420,11B	421,00B	476,16A	475,00A	< 0,0001
MM (g/kg MS)	92,56A	93,70A	86,99B	80,13C	0,0220
MO (g/kg MS)	907,44C	906,30C	913,00B	919,87A	0,0220
PB (g/kg MS)	144,77	144,67	137,52	136,61	0,0246
FDN (g/kg MS)	665,48	657,12	654,79	659,29	-
FDA (g/kg MS)	355,46	340,89	371,72	368,62	0,2615
Hem (g/kg MS)	310,40A	315,31A	285,21B	291,72AB	0,0725
Cel (g/kg MS)	315,80	300,08	336,02	334,06	0,1758
Lig (g/kg MS)	40,30	40,29	35,90	35,43	0,3778
DIVMS (g/kg MS)	704,86B	708,99B	743,33A	746,87A	< 0,0001

CON: controle; MyAB: silagem de Miyagui + aditivo biológico; MyAA: silagem de Miyagui + aditivo alimentar; MyBA: silagem de Miyagui + aditivo biológico + aditivo alimentar; MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; Hem.: hemicelulose; Cel: celulose; Lig: lignina; DIVMS: digestibilidade da MS.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autoria própria, 2022.

A inclusão de aditivos não alterou ($P < 0,05$) o pH da silagem de capim Miyagui emurchecido. Contudo, foram observados valores menores para os tratamentos MyAA e MyBA, podendo estar diretamente relacionado à maior disponibilidade de carboidratos solúveis na casca de soja, que disponibilizou maior quantidade de substrato para as bactérias ácido lácticas (Tabela 3). Os valores de pH obtidos neste trabalho encontram-se dentro da faixa ideal de 3,6 a 4,5 para inibir o desenvolvimento de bactérias indesejáveis, conforme indicada por Liu, Shao e Bai (2016) e Razmkhah, Rezaei e Fazaeli (2017).

A inclusão de casca de soja aumentou ($P < 0,05$) a concentração de nitrogênio amoniacal, indicando maiores perdas de PB para os tratamentos MyAA e MyBA, que também apresentaram valores numericamente inferiores para os teores de PB (Tabela 3). Independentemente da inclusão ou não de aditivos biológico ou alimentar, a concentração de N-NH₃ foi inferior a 8% recomendados por Silveira (1975) para indicar uma silagem de boa qualidade. Em pesquisa realizada com silagem de capim elefante *in natura* ou emurchecido, colhidos aos 56, 70 e 84 dias, NARCISO SOBRINHO et al. (1998) encontraram valores médios de 9,73 e 7,05% do nitrogênio total, respectivamente. Os mesmos autores encontraram teores médios de MS de 20,58% para silagem de capim elefante *in natura* e 27,11% para silagem de capim elefante emurchecido, abaixo do teor obtido neste trabalho, de 420,11 g/kg de MS, no tratamento controle.

Tabela 3 - Perfil fermentativo da silagem de *Panicum Maximum* cv Miyagui emurchecido com inclusão de aditivos biológico e alimentar.

Variáveis	CON	MyAB	MyAA	MyBA	Efeito Aditivo (CON x MyAB, MyAA, MyBA)
pH silagem	4,04A	4,03A	3,67B	3,65B	0,0126
N-NH ₃ (% Ntotal)	3,98B	4,10B	5,97A	5,47A	0,0058
BAL (log UFC g ⁻¹)	5,96	5,91	6,21	6,17	0,1644
Levedura (log UFC g ⁻¹)	5,58	5,70	5,82	5,78	0,1940
Fungos (log UFC g ⁻¹)	2,50	2,22	2,46	2,04	0,2766

CON: controle; MyAB: silagem de Miyagui + aditivo biológico; MyAA: silagem de Miyagui + aditivo alimentar; MyBA: silagem de Miyagui + aditivo biológico + aditivo alimentar; N-NH₃: nitrogênio amoniacal; BAL: bactérias ácido lácticas.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autoria própria, 2022.

A adição de aditivos biológico e alimentar, de forma isolada ou combinada, não alterou as populações de bactérias ácido lácticas, leveduras e fungos ($P > 0,05$). Apesar da inclusão de aditivo biológico levou ao aumento numérico das BAL nos tratamentos MyAA e MyBA, o que

pode estar relacionado à maior disponibilidade de CS nos tratamentos que receberam casca de soja.

As concentrações de ácidos orgânicos e carboidratos solúveis na silagem de capim Miyagui emurhecido estão apresentados na Tabela 4. As concentrações de ácido láctico e ácido propiônico não foram alteradas ($P>0,05$) com a inclusão de aditivo biológico ou alimentar, de foram isolada ou combinados. Apesar disso, a produção de ácido láctico proporcionou a queda do pH para valores suficientemente baixos para garantir a conservação do alimento. Estes valores, em média, encontram-se dentro dos padrões de 4 a 6% de ácido láctico na MS, indicados como ideias por Castro (2002) e Mahanna (1993). Os valores obtidos neste trabalho estão coerentes com 0,3 a 0,5% MS indicados para silagens de boa qualidade (KUNG et al.,2018).

O uso de aditivos reduziu a concentração de ácido acético ($P<0,05$), com queda mais acentuada nos tratamentos que receberam casca de soja. A concentração de ácido acético no tratamento com aditivo biológico não diferiu ($P>0,05$) do controle. A concentração de ácido acético está diretamente ligada a presença de bactérias heterofermentativas e a inibição do desenvolvimento de bactérias e fungos indesejados após a abertura dos silos (MUCK & KUNG JR., 1997). Narciso Sobrinho et al. (1998), comparando silagem de capim Elefante *in natura* ou emurhecido encontraram valores de ácido acético de 2,21 e 1,07% MS, respectivamente, bastante próximos aos obtidos nesta pesquisa.

A concentração de carboidratos solúveis não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$) (Tabela 4) e foram muito inferiores aos indicados por McCullough (1977) de 60 a 80 g.kg MS.

Tabela 4 - Valores médios de produção de ácidos orgânicos e carboidratos solúveis disponíveis em ensilado emurhecido de *Panicum Maximum* cv Miyagui com inclusão de aditivos biológico e alimentar.

Variáveis	CON	MyAB	MyAA	MyBA	Efeito Aditivo (CON x MyAB, MyAA, MyBA)
Ácido Láctico (g/100g MS)	6,55	3,17	7,37	5,72	0,6697
Ácido Acético (g/100g MS)	2,75 A	2,23 AB	0,57 B	0,47 B	0,0086
Ácido Propiônico (g/100g MS)	0,30	0,35	0,19	0,21	0,5574
CS (g/kg MS)	1,17	1,29	1,28	1,25	-

CON: controle; MyAB: silagem de Miyagui + aditivo biológico; MyAA: silagem de Miyagui + aditivo alimentar; MyBA: silagem de Miyagui + aditivo biológico + aditivo alimentar; CS: carboidratos solúveis.

* Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Fonte: Autoria própria, 2022.

6 CONCLUSÃO

O emurchecimento do capim Miyagui pré ensilagem pode ser adotado como estratégia para se aumentar os teores de MS e melhorar a fermentação de forragens com alto teor de umidade. A adição de casca de soja aumenta o teor de MS e melhora a DIVMS da silagem de capim Miyagui emurchecido. A inclusão de aditivo biológico, de modo geral, não contribuiu para melhorar o processo fermentativo.

7 REFERÊNCIAS

- A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry. 16a 2nd ed. Maryland, 1998.
- A.O.A.C. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemistry, 17th Edition Property, 2001.
- ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; FIGUEIREDO, H.C.P.; MORAIS, A.R.; PEREIRA, O.G.; SCHWAN, R.F. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-mombaça tratadas com *Lactobacillus buchneri*. R. Bras. Zootec., v.38, n.5, p.779-787, 2009.
- BACH, B. C. Perdas fermentativas, microbiologia e composição químico-bromatológica de silagens de milho (*Zea mays*) ou Capim - mombaça (*Panicum maximum*) tratadas com aditivos microbianos. 2015. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal do Paraná. 2015.
- BOLSEN, K. K., ASHBELL, G., WEINBERG, Z. G. Silagem fermentation and silage additives – Review -. AJAS, v. 9, p. 483 – 493, 1996.
- BORREANI, G.; TABACCO, E. The relationship of silage temperature with the microbiological status of the face of corn silage bunkers. Journal of Dairy Science, v.93, n.6, p.2620-2629, 2010.
- CARVALHO, G. G. P., GARCIA, R., PIRES, A. J. V., PEREIRA, O. G., FERNANDES, F. E. P., & CARVALHO, B. M. A. Características fermentativas de silagens de capimelefante emurhecido ou com adição de farelo de cacau. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 60, n. 1, p. 234-242, 2008.
- COSTA, C. et al. Impacto do uso de aditivos e/ou inoculantes comerciais na qualidade de conservação e no valor alimentício de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 1., 2001, Maringá. Anais... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001, p.87-126.
- CASTRO, F. G. Uso de pré-emurhecimento, inoculante bacteriano-enzimático ou ácido propiônico na produção de silagem de Tifton -85 (*Cynodon sp.*). Piracicaba, 2002, 136p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.
- DANNER, H.; HOLZER, M.; MAYRHUBER, E.; BRAUN, R. Acetic acid increases stability of silage under aerobic conditions. Applied and Environmental Microbiology, v. 69, n. 1, p. 562-567, 2003.
- DA SILVA MACÊDO, A. J.; NETO, J. M. C.; SILVA, M. A.; SANTOS, E. M. Potencialidades e limitações de plantas forrageiras para ensilagem: Revisão. Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal, v. 13, n. 2, p. 320-337, 2019.
- DROUIN, P.; LAFRENIERE, C. Clostridial spores in animal feeds and milk. In: CHAIYABUTR, N. (Ed.) Milk production: an up-to-date overview of animal nutrition, management and health. Rijeka: Intech, p.375-394, 2012.

DUBOIS, M. et al. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Biochemistry**, v.28, p.350-356, 1956.

FERNANDES, R. A. A. Perfil fermentativo e bromatológico de silagens de aveia branca e jiggs com adição de torta de oliva. 2021. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2021.

GONÇALVES, J.A.G. Silagem de resíduo úmido de fécula de mandioca na alimentação de ruminantes. 2011. 52p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon.

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

HENDERSON N. Silage additives. *Animal Feed Science and Technology*, v.45, p.35-56, 1993.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G. Princípios Básicos da Fermentação na Ensilagem. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Eds). Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros. Jaboticabal, SP: Ed. Maria de Lurdes Brandel – ME, 2013. 714p.

KOMAREK, A. R. A fiber bag procedure for improved efficiency of fiber analyses. **Journal of Dairy Science**, v.76, supl.(1), p.250, 1993.

KUNG JR., L.; STOKES, M. R.; LIN, C. J. Silage additives. *Silage Science and technology*, v. 42, p. 305-360, 2003.

KUNG JR., L.; SHAVER, R. D.; GRANT, R. J.; R. J. SCHMIDT, R. J. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. *Journal of Dairy Science*. v. 101, n. 5, p. 4020-4033, 2018.

LIU, Q. H.; SHAO, T.; BAI, Y. F. The effect of fibrolytic enzyme, *Lactobacillus plantarum* and two food antioxidants on the fermentation quality, alpha-tocopherol and beta-carotene of high moisture napier grass silage ensiled at different temperatures. **Animal Feed Science and Technology**, v. 221, p. 1–11, 2016. DOI 10.1016/j.anifeedsci.2016.08.020. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.08.020>.

MAHANNA, B. Troubleshooting silages problems. In: STATE APPLIED NUTRITION CONFERENCE, 4., LaCrosse, 1993, **Proceedings**. LaCrosse: Pioneer Hi-bred International, 1993. p. 1-21.

McCULLOUGH, M. E. Silage and silage fermentation. *Feedstuffs*, Irving, v. 49, n. 13, p. 49-52, 1977.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley, 1981. 207p.

MCDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. The biochemistry of silage. 2ed. Marlow: halcombe Publications, 340p. 1991.

MONTEIRO, I. J. G. Silagem de capim-elefante acrescida de farelo de arroz e casca de soja. 2009. 79 f. Dissertação (mestrado). Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Pósgraduação em Ciência Animal, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2009.

MUCK, R. E.; KUNG JUNIOR, L. Effects of silages additives on ensiling. In: THE SILAGE: FIELD TO FEED BUNK NORTH AMERICAN CONFERENCE. Hershey, 1997. **Proceedings**. Hershey: National Regional Agricultural Engineering Service. 1997. p. 187-199.

NARCISO SOBRINHO, J.; MATTOS, H. B.; ANDRADE, J. B.; et al. Silagem de capim Elefante, em três estádios de maturidade, submetido ao emurchecimento. II – Qualidade das silagens. **Boletim da Indústria Animal**, v. 55, 113-125, 1998.

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., 2004, Maringá. Anais... Maringá: UEM, 2004. p.1-33.

OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; ALMEIDA, V.V.; PEIXOTO, C.A.M. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. R. Bras. Zootec, v.39, p.61-67, 2010.

O'KIELY, P.O.; CLANCY, M.; DOYLE, E.M. Aerobic stability of grass silage mixed with a range of concentrate feedstuffs at feed-out. In: **INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS**, n.19, São Pedro-SP. Proceedings... Piracicaba-FEALQ, p.794-795, 2001.

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

PENATI, M.A.; CORSI, M.; DIAS, C.T.S. et al. Efeito do número de amostras e da relação dimensão-formato da moldura sobre o coeficiente de variação na determinação da massa de forragem em pastagens de capim Tanzânia (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba. Anais. Piracicaba: FEALQ, 2001.

PHOLSEN, S; KHOTA, W; PANG, H; HIGGS, D; CAI, W. Characterization and application of lactic acid bacteria for tropical silage preparation. Animal Science Journal. doi: 10.1111/asj.12534. 2016.

PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. Journal Science Food and Agriculture, v.17, p.264-268, 1966.

RANJIT, N. K.; KUNG JR., L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.526-535, 2000.

RAZMKHAH, M.; REZAEI, J.; FAZAEI, H. Use of Jerusalem artichoke tops silage to replace corn silage in sheep diet. **Animal Feed Science and Technology**, v. 228, p. 168–177, 2017.

DOI 10.1016/j.anifeedsci. 2017.04.019. Disponível em:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.04.019>.

RESTELATTO, Rasiel. Perfil fermentativo, composição químico-bromatológica e perdas na silagem de ração em mistura total. 2018. 119p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Paraná.

REIS, R.A. & COAN, R.M. Produção e utilização de silagens de gramíneas. In: Simpósio Goiano sobre Manejo e Nutrição de Bovinos, 2001, Goiânia. Anais... Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001. p.91-120.

SCHEIDT, Kácia Carine. Perdas e valor alimentício em silagem de milho armazenada com diferentes estratégias de vedação avaliado em ovinos. 2019. 77p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá.

SCHMIDT, P.; SOUZA, C.M.; BACH, B.C. Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar? In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W.; BANKUTI, F.I (eds.), Simpósio: produção e utilização de forragens conservadas. Maringá, 2014. Anais... Maringá: UEM, 2014. p.243-264.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar.** Piracicaba. Universidade de São Paulo, 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia). 2006.

SENGER, C. C. D.et al. Evaluation of autoclave procedures for fiber analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, p.169-174, 2008.

SILVA, E. P. A. Influência da densidade de plantio do azevém nas características produtivas e qualitativas da silagem emurhecida ou com aditivo absorvente. 2016. Dissertação (Mestrado em zootecnia) – Universidade Federal do Paraná.

SILVA, J. S.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.; Manual de métodos de análises de alimentos. São Paulo. Livraria Varela, p. 295, 1997.

SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F. Culturas Destinadas à Ensilagem. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. (Eds). Forragicultura: ciência, tecnologia e gestão dos recursos forrageiros. Jaboticabal, SP: Ed. Maria de Lurdes Brandel – ME, 2013. 714p.

TAVARES, P. C. Produção e valor nutritivo de *Panicum maximum* Jacq. cv. Miyagui manejada sob duas alturas de resíduo. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Zootecnia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos, 2019.

TAVARES, Queila Gouveia. Inoculante microbiano em silagens de milho (*Zea mays*) sob dois teores de matéria seca e silagem emurhecida de aveia (*Avena strigosa* schreb). 2021. 66p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Paraná.

TAVARES, V. B.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; FIGUEIREDO, H. C. P.; ÁVILA, C. L. da S.; LIMA, R. F. de. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurhecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 38, n. 1, p. 40-49, 2009.

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

TOMICH, T. R. Qualidade na produção de silagens. In Simpósio Mineiro de Nutrição de Gado de Leite, Anais. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2012, p. 87-114, 792 2012.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VIANA, P.T.; PIRES, A.J.V.; OLIVEIRA, L.B.; CARVALHO, G.G.P.; RIBEIRO, L.S.O.; CHAGAS, D.M.T.; NASCIMENTO FILHO, C.S.; CARVALHO, A.O. Fracionamento de carboidratos e de proteína das silagens de diferentes forrageiras. *R. Bras. Zootec*, v. 41, n. 2, p.292-297, 2012.

WEATHERBURN, M.W. Phenol-hypochlorite reaction for determination of ammonia. *Analytical Chemistry*, v.39, p.971-974, 1967.

WOOLFORD, M. K. The detrimental effects of air on silage. *Journal of Applied Bacteriology*, v. 68, n. 2, p. 101-116, 1990.

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

ZAMBOM, M. A. et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. *Acta Scientiarum, Maringá*, v. 23, n. 4, p. 937-943, 2001.