

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

IVAN MACHADO RODRIGUES DA SILVA

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

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS
2022

IVAN MACHADO RODRIGUES DA SILVA

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

**EVALUATION OF THE FERMENTATIVE PROFILE AND NUTRITIONAL VALUE
OF SILAGES OF *Panicum maximum* cv. MIYAGUI**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Zootecnia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof^o. Dr. Fabio José Maia.

Coorientadora: Prof^a. Dra. Magali Floriano da Silveira.

DOIS VIZINHOS

2022



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

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.

IVAN MACHADO RODRIGUES DA SILVA

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

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

Data de aprovação: 10 de Junho de 2022

Fabio José Maia
Doutorado em Zootecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Magali Floriano da Silveira
Doutorado em Zootecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Fernando Kuss
Doutorado em Zootecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

**DOIS VIZINHOS
2022**

A todos que contribuíram para a realização deste trabalho, e em especial aos meus pais Marli Machado e Lirio Rodrigues da Silva, família, amigos e professores

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus pela dádiva da vida, por me manter sempre de cabeça erguida, com saúde, e por sempre me proteger onde quer que eu esteja.

Aos meus Pais Lirio Rodrigues da Silva e Marli Machado por sempre incentivarem os seus filhos ao estudo, por não medirem esforços, e por estarem sempre presentes. Amo vocês.

A Paloma, por todo carinho, amor, incentivo, por estar presente na minha vida e por alegrar todos os meus dias.

Ao professor Fabio José Maia pela confiança, por todo conhecimento e experiência repassados, por ser um professor exemplar e não medir esforços, tenho o Sr. como inspiração de pessoa e profissional.

As professoras Magali Floriano da Silveira e Lilian Regina Rothe Mayer pela confiança, por todo conhecimento e experiência repassados, sendo exemplos de profissionais.

A professora Patrícia Rossi por ter sido minha orientadora em boa parte do curso, por todo conhecimento e experiência repassados.

A ANPROSEM por disponibilizar os materiais e recursos para a realização deste projeto, sem eles grande parte disso não seria possível.

Aos meus amigos Bruno Ricardo da Luz Freire, Douglas Francisco da Silva e Vitor Francisco Zuconelli Mazzutti pela parceria, amizade, por fazerem jus a palavra amizade, aqueles com quem sempre pude contar, seja nas horas boas ou ruins, amizade que fica para a vida toda.

Aos meus professores de graduação que contribuíram com minha formação pessoal e profissional, sem eles não teria chegado até aqui.

A Associação Nacional dos Produtores de Sementes de Gramíneas e Leguminosas Forrageiras por todo apoio financeiro e subsidio para a realização deste trabalho.

A todos que estiveram presentes e contribuíram de forma direta e indireta para a realização deste projeto.

*A todos o meu imenso **MUITO OBRIGADO!***

RESUMO

DA SILVA, Ivan Machado Rodrigues. Avaliação do perfil fermentativo e valor nutricional de silagens de *Panicum maximum* cv. Miyagui 2022. 33 f. Trabalho (Conclusão de Curso) - Programa de Graduação em Bacharelado em Zootecnia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2022.

O presente trabalho foi conduzido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, com o objetivo de avaliar os parâmetros fermentativos e nutricionais da silagem produzida a partir da conservação do *Panicum maximum* cv. Miyagui, ensilado com ou sem o uso de aditivos. Os tratamentos foram distribuídos em: Controle – silagem de capim Miyagui, AdBio - silagem de capim Miyagui + aditivo biológico, AdAlim - silagem de capim Miyagui + aditivo alimentar e BioAlim - silagem de capim Miyagui + aditivo biológico + aditivo alimentar. O material ensilado sob diferentes condições foi avaliado com relação ao seu potencial fermentativo, por meio da determinação do pH, N-NH₃, perdas por efluentes, carboidratos solúveis (CS) e das concentrações do ácido lático, acético e propiônico. O valor nutritivo foi avaliado através das análises de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL) e lignina em detergente ácido (LDA) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS). A inclusão do aditivo alimentar se mostrou eficiente em aumentar o teor de MS e MO da silagem, reduzindo o teor de MM (P<0,05). Os teores de PB, FDN e FDA não foram influenciados pela inclusão dos aditivos. O aditivo alimentar teve efeito sobre a LDA, CS e DIVMS, reduzindo a fração indigestível da fibra e aumentando a concentração de carboidratos fermentáveis e, conseqüentemente melhorando a digestibilidade da silagem. No perfil fermentativo apenas o pH e produção de efluentes apresentaram diferença significativa (P<0,05), sendo menores os valores para os tratamentos com inclusão do aditivo alimentar. Sendo assim, o capim Miyagui pode ser conservado na forma de silagem associado ou não ao uso de aditivos biológico ou alimentar. Contudo, a inclusão da casca de soja como aditivo alimentar sequestrante de umidade melhora as condições de fermentação e o valor nutricional da silagem.

Palavras chave: Aditivos. Digestibilidade. pH. Volumoso. Silagem de capim.

ABSTRACT

DA SILVA, Ivan Machado Rodrigues. Valuation of the fermentative profile and nutritional value of silages of *Panicum maximum* cv. Miyagui. 2022. 33 s. Work (Course Completion) - Graduation Program in Bachelor of Science in Animal Science, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2022.

An experiment was carried out at the Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, to evaluate the fermentative parameters and nutritional value of the silage produced from the conservation of *Panicum maximum* cv. Miyagui, ensiled with or without additives. The treatments were distributed as follows: Control – silage of Miyagui grass, AdBio - silage of Miyagui + biologic additive, AdAlim - silage of Miyagui + food additive e BioAlim - silage of Miyagui + biologic additive + food additive. The fermentative potential was evaluated through the determination of pH, effluent losses, and later soluble carbohydrates (SC), and the concentrations of lactic, acetic and propionic acid. The nutritional value was evaluated through the analysis of dry matter (DM), mineral matter (MM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent insoluble fiber (NDF), acid detergent insoluble fiber (ADF), hemicellulose (HEM), cellulose (CEL) and acid detergent lignin (ADL) and in vitro dry matter digestibility (IVDMD). The inclusion of the food additive proved to be efficient in increasing the DM and OM content of the silage, reducing the MM content ($P < 0.05$). The levels of CP, NDF and ADF had no effect on the inclusion of additives. The feed additive had an effect on ADL, SC and IVDMD, reducing the indigestible fiber fraction and increasing the concentration of fermentable carbohydrates, consequently improving the digestibility of the silage with the additive in relation to the control treatment. In the fermentation profile, only pH and effluent production showed a significant difference ($P < 0.05$), with lower values for treatments with the inclusion of the food additive. In this way, Miyagui grass can be preserved in the form of silage associated or not with the use of biological or food additives. However, the inclusion of soybean hulls as a moisture sequestering food additive improves fermentation conditions and the nutritional value of the silage.

Key words: Additive. Digestibility. pH. Roughage. Grass silage.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	OBJETIVOS	9
2.1	OBJETIVO GERAL	9
2.2	OBJETIVO ESPECÍFICO	9
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	10
3.1	ENSILAGEM DE CAPINS TROPICAIS	10
3.2	FASES DA FERMENTAÇÃO	11
3.2.1	Fase Respiratória	11
3.2.2	Fase Fermentativa	12
3.2.3	Fase de estabilização.....	12
3.2.4	Fase de deterioração aeróbica	13
3.3	USO DE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE SILAGEM.....	13
3.3.1	Aditivos biológicos	13
3.3.2	Aditivos alimentares	15
3.4	VALOR NUTRICIONAL DA SILAGEM DE CAPIM	16
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1	ÁREA EXPERIMENTAL	18
4.2	PREPARO DO SOLO E IMPLANTAÇÃO DA FORRAGEM	18
4.3	TRATAMENTOS E ENSILAGEM	19
4.4	ANÁLISE DO VALOR NUTRICIONAL.....	20
4.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	20

5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
6	CONCLUSÃO	27
	REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

A conservação de alimentos volumosos como silagem é uma forma de manter seu valor nutricional por longos períodos e permitir sua utilização em qualquer época do ano, como estratégia para evitar a falta de alimentos e manter a produção animal em períodos de escassez de forragem (CARVALHO et al., 2013).

Os capins mais utilizados para a produção de silagem são os dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, cuja produção de matéria seca (PMS) (cerca de 75%) se concentra no período chuvoso (MACEDO, 2004). Este comportamento se deve ao metabolismo C4, que confere às gramíneas tropicais elevada PMS e elevado valor nutricional durante a estação chuvosa. Forrageiras tropicais combinam maior taxa de acúmulo de forragem e valor nutricional quando o dossel atinge 95% de interceptação luminosa (CARNEVALLI, 2003), momento em que o capim apresenta também baixo teor de matéria seca (MS), elevada capacidade tampão (CT) e baixos teores de carboidratos solúveis (CARVALHO, 2017); características que prejudicam o processo de fermentação durante a confecção da silagem. Para produzir silagem de boa qualidade a forragem deve apresentar teores de MS entre 350,00 e 450,00 g.kg⁻¹, sendo 250,00 g.kg⁻¹ o mínimo (PEREIRA e REIS, 2001) para reduzir as perdas devido a fermentação secundária e proporcionar conservação segura do material (COAN et al., 2007).

Existem ainda poucas informações a respeito do uso do capim Myiagui para produção de silagem, tendo em vista que se trata de uma cultivar recentemente registrada no MAPA. É uma planta C4 de crescimento cespitoso ereto, ciclo perene, porte médio a alto, podendo chegar até 2,5 m de altura e alcançar produção anual de 25 a 30 t MS.ha⁻¹ (JUNIOR, 2020). Suas folhas são largas e compridas, além de apresentar elevado valor nutricional e alta capacidade de rebrota. Segundo Tavares (2019), quando manejada a altura de reserva de 0,3m a 0,5m, pode apresentar intervalos de cortes entre 25 a 36 dias com teores de proteína bruta (PB) de 150,00 g.kg⁻¹, fibra insolúvel em detergente neutro e ácido de 640,00g .kg⁻¹ e 340,00 g.kg⁻¹ respectivamente, e digestibilidade da matéria seca de 610,00 g.kg⁻¹, evidenciando assim seu alto valor nutricional. Apesar do grande potencial produtivo e valor nutricional, ainda precisa ser melhor estudada, principalmente no âmbito da sua utilização para confecção de silagem.

Os capins Mombaça e Tanzânia colhidos entre 45 e 60 dias não apresentaram limitações durante o processo de ensilagem quando inoculados com aditivos microbianos a base de *Lactiplantibacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* e *Pediococcus spp.* (COAN et al., 2005). Da mesma forma, a adição de aditivos alimentares, entre eles o resíduo de soja (grão quebrado e casquinha de soja) melhoraram as características fermentativas das silagens de

capim Mombaça colhido aos 70 dias de rebrota pós corte de uniformização (OLIVERIA et al., 2014).

Desta forma, a partir do correto planejamento e manejo da pastagem associado ao uso de aditivos biológicos e/ou aditivos alimentares, como a casquinha de soja, é possível melhorar os níveis de MS e a qualidade fermentativa, garantindo assim um bom processo fermentativo que resultará em uma silagem com maior estabilidade e valor nutricional.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar o perfil fermentativo e o valor nutricional de silagens produzidas a partir da conservação do *Panicum maximum* cv. Miyagui ensilado com diferentes tipos de aditivos.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Aferir o padrão fermentativo da silagem com ou sem a inclusão de inoculante microbiano (*Lactiplantibacillus plantarum* e *Pediococcus pentosaceus*) e/ou aditivo alimentar (casca de soja);
- Mensurar o valor nutricional da silagem da cv. Miyagui e seu potencial para nutrição animal;
- Analisar a produção de ácidos graxos voláteis (lático, acético, propiônico e butírico);
- Quantificar as perdas por efluentes e analisar a produção de amônia.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ENSILAGEM DE CAPINS TROPICAIS

Os capins tropicais apresentam elevada produção de MS e valor nutricional, sendo a fonte de volumoso mais utilizada nas dietas de ruminantes. Contudo, por serem plantas de metabolismo C4, concentram cerca de 75% da sua capacidade de produção de matéria seca no período chuvoso e quente (MACEDO, 2004). As oscilações climáticas durante o ano dificultam o manejo das pastagens e afetam tanto o valor nutricional e rebrota da forragem, como a taxa de lotação e o ganho de peso animal. Uma alternativa para amenizar as perdas de forragem e o acúmulo de resíduos pós-pastejo decorrentes da alta produção de MS durante o período chuvoso é conservar o excedente na forma de silagem (ÁVILA, 2006), sendo as do gênero *Brachiaria* e *Panicum* as mais utilizadas para esta finalidade.

A silagem de capins tropicais apresenta características como alta capacidade tampão (CT) e baixo teor de MS e carboidratos solúveis (RAMMER, 1996), que dificultam a conservação do material. A CT consiste na capacidade da massa ensilada resistir às variações de pH (McDONALD, 1981), devido as concentrações de substâncias tamponantes como íons inorgânicos (Ca, K, Na), combinação de ácidos orgânicos, sais e teor e nitrogênio, que dificultam a redução rápida do pH e tendem a resultar em maiores perdas de MS e nutrientes por fermentações secundárias (JOBIM et al., 2007; ÁVILA et al., 2009; OLIVEIRA, 2018). Uma silagem de boa qualidade deve apresentar valores mínimos de 250,00g MS kg⁻¹ (McDONALD et al., 1991), sendo que valores inferiores podem ocasionar perdas por fermentações secundárias e redução na qualidade (COAN et al., 2007).

Para produzir uma silagem de melhor qualidade o material deve ser colhido entre 60 e 70 dias de idade (ÁVILA, 2006). Nesta idade, no entanto, a forrageira apresenta baixo teor MS e uma produção não muito considerável se comparada ao milho, que é o alimento volumoso conservado mais utilizado no Brasil. Por outro lado, com o avanço da idade há um aumento no teor de MS associado ao aumento de colmos, redução do teor de proteína e da digestibilidade do material, cuja intensidade varia conforme a relação folha:colmo (McDONALD, 1981). Portanto, o ponto ideal de colheita da forrageira é aquele em que ocorre a intercessão entre a produção e a qualidade nutricional, o que para a maioria das forrageiras se dá quando o capim atinge 95% de interceptação luminosa.

Os carboidratos solúveis são essenciais para o processo de fermentação, pois são os principais substratos para as bactérias ácido lácticas, produtoras de ácido lático, que é

responsável pela redução rápida do pH e conservação do material ensilado (BOLSEN, 1995). Os níveis de carboidratos solúveis estão altamente relacionados à fermentação e redução de pH da silagem, evitando assim fermentações inadequadas e proliferação de bactérias do gênero *Clostridium sp.*

Bactérias do gênero *Clostridium sp.* tem maior atuação em pH acima de 5,0, degradam proteínas e produzem aminas biogênicas que estão ligadas diretamente a doenças neurológicas em bovinos (THUAULT et al., 1991). Além disso, também podem degradar o ácido láctico em ácido butírico, gás carbônico (CO₂) e água, sendo necessárias 2 moléculas de ácido láctico para produzir uma molécula de ácido butírico, duas de CO₂ e duas de água, resultando em maior perda por gases e efluentes (McDONALD, 1981). Os clostrídios aumentam a concentração de amônia, o que resulta na redução da conservação e palatabilidade da silagem, porém, fatores como rápida redução de pH (<5,0) e aumento do teor de MS auxiliam na prevenção do desenvolvimento destas bactérias, pois são susceptíveis a pH e umidade baixos (McDONALD et al., 1991). Altas concentrações de ácido butírico em silagens pode ser devido a ação prolongada de clostrídios, dificultando a redução rápida do pH (TOMICICH et al., 2003).

3.2 FASES DA FERMENTAÇÃO

De modo geral, o processo fermentativo da silagem é dividido em quatro fases (McDONALD, 1991), sendo a primeira a fase respiratória. Espera-se que esta fase dure o menor tempo possível, pois é durante este período que ocorre a fermentação aeróbica, a qual é indesejada durante o processo fermentativo. A segunda fase é a fermentativa, caracterizada pela maior produção de ácido láctico em meio anaeróbico e a redução rápida do pH. A terceira fase é a de estabilização, na qual a produção de ácido láctico cai gradativamente devido ao pH ácido até atingir valores entre 3,7 e 4,2. Se bem conservado, o material ensilado permanece por tempo indeterminado sob estas condições. A quarta e última fase é a de deterioração aeróbica, a qual ocorre após a abertura do silo, quando na presença de oxigênio (O₂) e aumento do pH, os esporos de *Clostridium sp.* e de fungos ficam ativos e iniciam a deterioração da silagem.

3.2.1 Fase Respiratória

É a primeira fase do processo fermentativo da silagem e corresponde ao período logo após o fechamento do silo, também conhecida como fase aeróbia. Nesta fase ocorre ação de microrganismos aeróbicos indesejáveis como bactérias, fungos e leveduras presentes nas pastagens, além da ação de enzimas como proteases e carbohidrases, que consomem carboidratos

solúveis e produzem CO₂, calor e água (VENTURINI, 2019). Este é um mecanismo de fermentação indesejável porque resulta na produção de silagem com menor valor nutricional. Além disso, a produção de calor provoca elevação da temperatura do material, que se prolongada pode atingir valores superiores a 49°C e resultar na ocorrência de reações de Maillard, em que proteínas se complexam a carboidratos, passando a fazer parte da FDA e tornam-se indigestíveis (SILVEIRA, 1975). Esta fase tem duração de aproximadamente 24 horas (GUIM, 2002), e caso se prolongue pode haver perdas excessivas de MS e carboidratos fermentáveis (PERREIRA, 2008).

Para evitar perdas durante esta fase é muito importante controlar o tamanho de partícula e a correta compactação do silo. Dessa forma, haverá menor presença de O₂, que será rapidamente consumido pelas bactérias aeróbicas e com isso a duração da fase respiratória será menor e, conseqüentemente, haverá maior disponibilidade de carboidratos para serem utilizados pelas bactérias ácido lácticas na fase fermentativa.

3.2.2 Fase Fermentativa

Com o esgotamento do O₂ no interior do silo inicia-se a fase fermentativa, também conhecida como fase anaeróbica. Na ausência de O₂ os microrganismos convertem os açúcares em ácidos orgânicos, especialmente os ácidos láctico, acético, propiônico e butírico, proporcionando a redução do pH (SANTOS et al., 2010).

Nesta fase, há maior atuação das bactérias ácido lácticas (BAL), produtoras de ácido láctico, que provoca a redução do pH, e com isso elimina diversos microrganismos aeróbicos facultativos como enterobactérias, bacilos, leveduras e clostrídios. Essa fase normalmente tem duração de 10 a 14 dias (VAN SOEST, 1994), dependendo principalmente da composição em carboidratos solúveis, CT e MS do capim, se prolongando até que o pH no interior da massa ensilada caia para valores inferiores a 5,0 (VOLTOLINI et al., 2014).

3.2.3 Fase de estabilização

Esta é a fase final da fermentação em que, as bactérias ácido lácticas já estão pouco ativas devido ao baixo pH. O valor de pH ideal deve estar entre 3,7 e 4,2 para manter a silagem preservada por tempo indeterminado. Valores superiores resultarão em prejuízos no processo de conservação com redução na durabilidade e valor nutricional da silagem. Silagens que passaram por um correto processo de fermentação apresentam poucos odores. A presença de odor de vinagre caracteriza longo período de tempo para baixar o pH e ocorrência de

fermentação acética devido à baixa disponibilidade de carboidratos solúveis (GUIM, 2002; PERREIRA et al., 2008). Alguns microrganismos ácido tolerantes resistem a este período, outros permanecem inativos na forma de esporo como os clostrídios e bacilos, e só voltam a ficar ativos na presença de oxigênio e com o aumento do pH.

3.2.4 Fase de deterioração aeróbica

Esta fase ocorre após a abertura do silo, quando o material é exposto ao ar, e se inicia o processo de deterioração. Primeiramente haverá a degradação dos ácidos orgânicos fazendo com que haja aumento no pH e com isso há a ativação dos esporos dos fungos, enterobactérias e clostrídios que estavam inativos, ocasionando aumento da temperatura e deterioração do material (CARVALHO, 2017). Quanto melhor for o processo fermentativo e mais estável for o material, menores serão as perdas no processo pós ensilagem, havendo assim menor desperdício.

3.3 USO DE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE SILAGEM

A inclusão de aditivos na produção de silagem visa diminuir perdas de MS, limitar a ocorrência de fermentações secundárias, melhorar a estabilidade aeróbica e aumentar o valor nutricional (HENDERSON, 1993). Devido as características de baixo teor de carboidratos solúveis e alto teor de umidade das silagens de capim, perdas com fermentação secundária, efluentes e deterioração aeróbica podem alcançar níveis entre 7 e 40% (McDONALD et al., 1991), tornando-se necessário a utilização de aditivos. Aditivos biológicos atuarão diretamente no perfil fermentativo da silagem aumentando a presença de bactérias ácido lácticas, já os aditivos alimentares atuam como adsorvente de umidade e melhoradores do perfil de carboidratos solúveis que serão utilizados como substratos na fermentação. Ambos os aditivos tem por objetivo reduzir rapidamente o pH e inibir o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium*.

3.3.1 Aditivos biológicos

Os aditivos biológicos são um conjunto de bactérias benéficas que tem por objetivo aumentar a colonização de bactérias heterofermentativas e/ou homofermentativas e com isso inibir a ação de microrganismos indesejáveis como leveduras, enterobactérias e *Clostridium sp.* (ZOPOLLATO et al., 2009). Devido a maior presença de bactérias benéficas em detrimento

das malélicas, os aditivos biológicos melhoram o perfil fermentativo, o valor nutricional, a estabilidade aeróbica e promovem redução das perdas por produção de efluentes.

As bactérias heterofermentativas são caracterizadas por produzirem além do ácido láctico, os ácidos acético, propiônico e butírico. Algumas bactérias heterofermentativas como as do gênero *Clostridium* sp. são consideradas indesejáveis por realizarem a degradação da silagem e prejudicar seu valor nutricional (McDONALD, 1981). Bactérias como o *Lentilactobacillus buchneri* são consideradas bactérias ácido lácticas heterofermentativas, ou seja, que produzem durante a fermentação os ácidos láctico, acético e 1,2 propanodiol (WEINBERG & MUCK, 1996). Por isso, o principal objetivo da utilização das bactérias heterofermentativas como inoculantes durante a ensilagem é a melhoria da estabilidade aeróbica da silagem exposta ao ar (SCHMIDT et al., 2014), onde o ácido acético atua na função de inibidor do crescimento de leveduras e fungos filamentosos (MOON, 1983), retardando a deterioração da silagem após o contato com o ar. Entretanto, o uso de bactérias heterofermentativas proporciona maiores perdas de matéria seca, devido a produção de CO₂ e água (SALVO et al., 2012).

Já as bactérias homofermentativas são caracterizadas por seu único produto da fermentação ser o ácido láctico, o principal responsável pela redução rápida do pH. O uso de bactérias homofermentativas visa reduzir fermentações por clostrídios e com isso melhorar o processo fermentativo deixando-o mais eficiente (DRIEHUIS et al., 1997), inclusive com redução nas perdas por efluentes. A inoculação de bactérias homofermentativas durante o processo de ensilagem proporciona o uso mais adequado dos carboidratos solúveis e com isso reduz a perda de nutrientes da silagem. Contudo, quando o silo é aberto e entra em contato com o ar, o ácido láctico produzido em grandes quantidades durante a fermentação pode servir de substrato para os microrganismos deterioradores, reduzindo assim a estabilidade aeróbica da silagem (KUNG et al., 2003).

Bactérias do gênero *Lactiplantibacillus plantarum* são consideradas heteroláticas facultativas, pois produzem ácido láctico como principal produto da fermentação, mas também são capazes de produzir o ácido acético (PAHLOW et al., 2003), e não produzem etanol em função de não possuir a enzima acetaldéido desidrogenase. Por não possuírem a enzima acetaldéido desidrogenase, que é responsável pela produção do etanol, o produto final da fermentação apresenta concentração mais elevada de ácido acético (McDONALD et al., 1991), o que confere maior estabilidade da silagem após o contato com o ar, devido a inibição da proliferação de fungos e leveduras (MUCK, 2010). Além disso, essas bactérias apresentam

vantagens como maior predomínio em ambientes anaeróbicos que outros microrganismos, sendo tolerante a pH ácido (PAHLOW et al., 2003).

Já as bactérias do gênero *Pediococcus pentosaceus* são homofermentativas obrigatórias e tem por objetivo aumentar a produção de ácido lático e promover a redução rápida do pH (COSTA et al., 2001). A redução rápida do pH paralisa as proteases, que realizam a degradação da proteína em aminoácidos e amônia, e contribui para melhorar a qualidade da silagem e reduzir as perdas por nitrogênio amoniacal (HENDERSON, 1993; McDONALD, 1981).

3.3.2 Aditivos alimentares

Também conhecidos como aditivos absorventes (McDONALD et al., 1991) ou sequestrantes de umidade (NUSSIO & SCHMDIT, 2004), são produtos e coprodutos da agroindústria com alto teor de MS e valor nutricional, que tem por objetivo aumentar os teores de MS da silagem, tornado o ambiente menos favorável ao desenvolvimento de clostrídios e leveduras, evitando perdas por efluentes (McDONALD et al., 1991). Alguns desses aditivos fornecem ainda carboidratos solúveis e com isso estimulam a fermentação láctica, proporcionando redução rápida do pH (SCHMIDT, 2014).

A casca de soja é um coproduto obtido a partir do processo da extração do óleo do grão de soja na indústria. Além de servir como sequestrante de umidade, possui alto valor nutricional, com valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) em torno de 949,00 g.kg⁻¹ (ZAMBOM et al., 2001), contribuindo assim para aumentar o teor de nutrientes da silagem e reduzir as perdas por efluentes (Tabela 1).

Tabela 1 – Composição bromatológica da casca de soja.

Variável	g.kg ⁻¹ MS
Matéria seca	909,00
Proteína bruta	139,00
Fibra em detergente neutro	603,00
Fibra em detergente ácido	446,00
Lignina	25,00
Extrato etéreo	27,00
Nutrientes digestíveis totais	673,40

Fonte: adaptado do NRC (2001).

A inclusão de 10% de casca de soja em silagem de capim elefante elevou o teor de MS, reduziu o pH e nitrogênio amoniacal para valores inferiores a 3,97 e 4,07% N-total,

respectivamente, mas não alterou os teores de carboidratos solúveis e CT da silagem (MONTEIRO, 2009). Usada como aditivo alimentar na silagem de capim Marandú se mostrou eficiente no controle de perdas por efluentes, com valores de 4,9 e 11,5 kg t⁻¹ de matéria verde, respectivamente, para silagem acrescida ou não da casca de soja (RIBEIRO et al., 2009). A utilização desses absorventes de umidade apresenta benefícios na retenção de água e bom conteúdo de carboidratos solúveis que podem auxiliar na prevenção de fermentação indesejável (JONE e JONES, 1996)

3.4 VALOR NUTRICIONAL DA SILAGEM DE CAPIM

A qualidade final da silagem é determinada diretamente pelo valor nutricional do material que foi ensilado, e esta é influenciada por fatores climáticos, idade da planta, cultivar, adubação, práticas de manejo, dentre muitos outros fatores. O valor nutricional é definido pela composição química/bromatológica e a digestibilidade da MS (EUCLIDES, 1995; VAN SOEST, 1994). Uma silagem com qualidade satisfatória deve apresentar pH inferior a 4,2, ácido butírico inferior a 2,00 g.kg⁻¹, nitrogênio amoniacal até 8,0% N-total (SILVEIRA, 1975), MS entre 350,00 a 450,00 g.kg⁻¹ (PEREIRA e REIS, 2001) e carboidratos solúveis entre 60,00 e 80,00 g.kg⁻¹ (McCULLOUGH, 1977), evitando fermentações secundárias e garantindo a qualidade final.

FORAGEIRAS em geral possuem naturalmente enzimas como as proteases e as carboxilases (VENTURINI, 2019), que realizam a degradação de proteínas e dos carboidratos solúveis, este processo é aumentado quando há tamanho de partículas muito pequenas e níveis de compactação muito altos, fazendo com que haja liberação da seiva e de proteases responsáveis pela quebra da proteína em peptídeos, aminoácidos e amônia, resultando em maiores níveis de nitrogênio amoniacal (ROTZ & MUCK, 1994) e diminuindo o valor nutricional da silagem.

Uma das grandes dificuldades da utilização de gramíneas forrageiras para a produção de silagem é associar uma boa produção de matéria seca (PMS) com alto valor nutricional, pois quantidade e qualidade são características antagônicas, tendo em vista que à medida que aumenta PMS, o valor nutricional da forragem é prejudicado, e em momentos de maior valor nutricional a PMS não é muito considerável (LACERDA et al., 2009). Com o avanço da idade da forrageira há alterações na estrutura da planta, como maior presença de colmos e folhas velhas e aumento dos teores de carboidratos estruturais e lignina, o que resulta em redução da digestibilidade (EUCLIDES et al., 2001).

A cultivar Miyagui é um *Panicum maximum* de ciclo perene, hábito de crescimento cespitoso e ereto, de porte médio a alto, podendo atingir até 2,5 m, com média tolerância a seca e a cigarrinha das pastagens (JUNIOR, 2020). Apresenta elevada PMS com alto valor nutricional, podendo alcançar produção anual de 25 a 30 tMS.ha⁻¹. Suas folhas são largas e compridas, além de apresentar boa capacidade de rebrota. Quando manejada a altura de reserva de 0,3m a 0,5m, apresenta intervalos de cortes que variam de 25 a 36 dias, a depender das condições climáticas, com teores de PB de 150,00 g.kg⁻¹, fibra insolúvel em detergente neutro e ácido de 640,00 g.kg⁻¹ e 340,00 g.kg⁻¹ respectivamente, e digestibilidade da matéria seca de 610,00 g.kg⁻¹ (TAVARES, 2019). Apesar do potencial produtivo e valor nutricional, por ser uma cultivar registrada recentemente, em outubro de 2017, ainda precisa ser melhor estudada, principalmente no âmbito da sua utilização para confecção de silagem.

O capim Tanzânia colhido entre 60 e 65 dias de idade apresenta baixas concentrações de carboidratos solúveis (25g.kg⁻¹ de MS que é todo consumido durante o processo de ensilagem, apesar disso, a silagem apresenta qualidade satisfatória (ÁVILA et al., 2006). Ao avaliarem o capim Tanzânia cortado após 45 dias de crescimento vegetativo Loures et al. (2005) verificaram teores de MS de 156,50 g.kg⁻¹, proteína bruta (PB) de 60,00 g.kg⁻¹, FDN de 703,50 g.kg⁻¹, FDA de 398,50 g.kg⁻¹, DIVMS de 696,50 g.kg⁻¹ e concentração de carboidratos solúveis de 62,6 g.kg⁻¹, sendo este consumido quase que totalmente após o período de fermentação de 136 dias. Os mesmos autores observaram pH final da silagem natural do capim de 5,19, valor bem acima do ideal para a correta conservação e evitar fermentações secundárias.

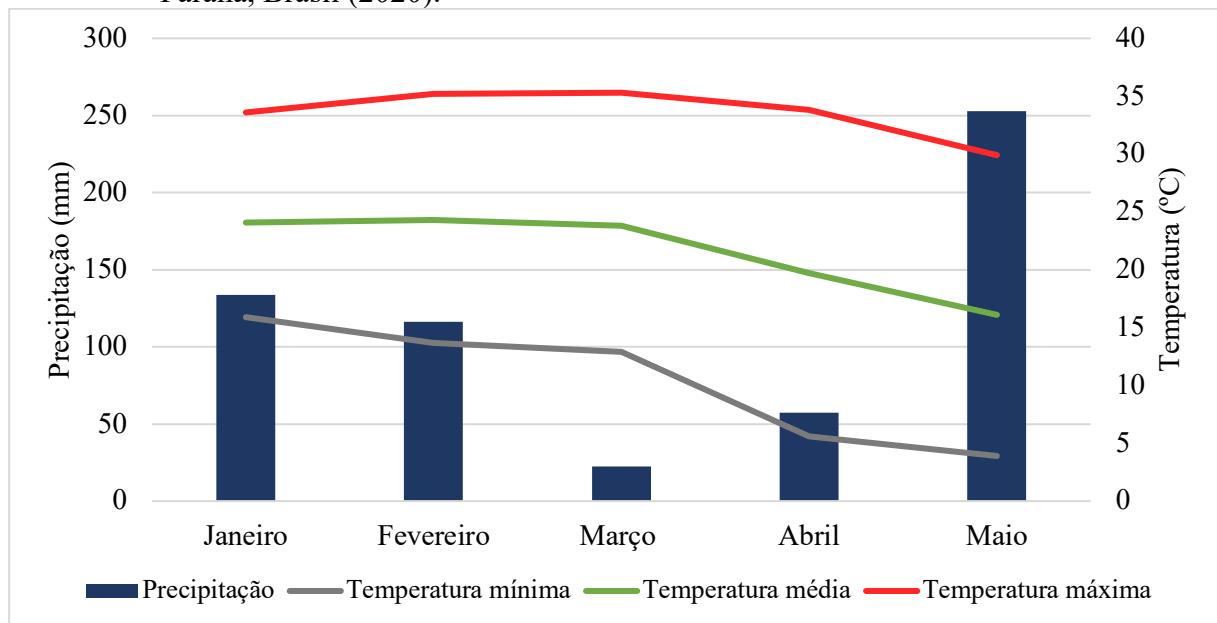
Ávila et al. (2009) ao avaliarem a silagem de capim Mombaça colhida entre 60 e 65 dias após corte de nivelamento e 90 dias de fermentação obtiveram teores de MS de 285,90 g.kg⁻¹, PB de 68,70 g.kg⁻¹, pH de 4,73, e N-amoniaco de 39,95% N-total, valores que evidenciam uma silagem que não apresentou adequado processo fermentativo, havendo perda de PB na forma de amônia e estabilização do pH alto, acima de 4,2, além dos teores baixos de carboidratos solúveis e estes terem sido consumidos quase que na sua totalidade durante o processo de fermentação, passando de 25.30 g.kg⁻¹ no capim natural para 3,80 g.kg⁻¹ na silagem. Para a confecção de uma silagem com qualidade satisfatória deve-se atentar ao ponto ideal de colheita e realizar a correta vedação, garantindo assim uma reserva de volumoso de qualidade para as épocas de escassez de alimento.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 ÁREA EXPERIMENTAL

O trabalho foi realizado na Estação Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Dois Vizinhos, localizada no terceiro planalto paranaense, região sudoeste do Paraná. O clima é subtropical úmido mesotérmico, tipo Cfa, com temperaturas médias no mês mais quente superior a 22°C e precipitação superiores a 30mm no mês mais seco de acordo com a classificação de Köppen. As temperaturas médias, mínimas e máximas, e a precipitação pluviométrica registradas durante o período experimental são apresentadas no Gráfico 1.

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 (2020).



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

4.2 PREPARO DO SOLO E IMPLANTAÇÃO DA FORRAGEM

Para a implantação da cultivar foi realizada análise para determinar as condições do solo, seguida de uma preparação no sistema convencional, para descompactação e nivelamento. Devido as condições climáticas de estiagem ocorridas durante o ano de 2019, a semeadura foi realizada em 28 de janeiro de 2020, com plantio mecanizado, em linhas espaçadas com 40 cm,

na densidade de 10 kg de sementes puras viáveis.ha⁻¹, em unidades experimentais de 25 m². Foi realizada a aplicação de 100 kg de N na forma de ureia em dose única aos 30 dias após o plantio.

4.3 TRATAMENTOS E ENSILAGEM

Foram avaliados os efeitos da inclusão de dois tipos de aditivos à silagem de capim Miyagui, sendo um alimentar e outro biológico. Os aditivos foram aplicados isoladamente ou de forma combinada, nos seguintes tratamentos: Controle – silagem de capim Miyagui, AdBio - silagem de capim Miyagui + aditivo biológico, AdAlim - silagem de capim Miyagui + aditivo alimentar e BioAlim - silagem de capim Miyagui + aditivo biológico + aditivo alimentar. O inoculante comercial Silomax Centurium com 2,6x10¹⁰ UFC/g de *Lactiplantibacillus plantarum* e 2,6x10¹⁰ UFC/g de *Pediococcus pentosaceus* foi utilizado como aditivo microbiano. A dosagem utilizada e a forma de aplicação do produto seguiram rigorosamente as recomendações do fabricante. O inoculante foi previamente pesado em balança analítica, homogeneizado em água destilada e aplicado sobre todo o material. Para os tratamentos sem inoculante foi aplicada a mesma quantidade de água sem o inoculante. A casca de soja foi utilizada como aditivo alimentar e incluída à silagem na proporção de 10% da matéria verde ensilada.

A colheita da forragem foi realizada em maio de 2020 quando o capim atingiu altura média de dossel de 88,7 cm, o que corresponde a interceptação luminosa de 95% (TAVARES, 2019). A altura média de cada parcela foi mensurada antes da colheita da forragem com o auxílio de régua graduada e o momento 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 foi realizada uma vez por parcela através do lançamento aleatório de um quadro de 1 m² (PENATI et al., 2001), sendo a porção superior a 20 cm do solo colhida e imediatamente pesada. Uma amostra de cada parcela foi acondicionada em estufa de circulação forçada de ar a 65°C, por 72 horas, para a determinação dos teores de MS parcial (SILVA & QUEIROZ, 2002). Após a colheita a forragem foi triturada em triturador estacionário para obter partículas com aproximadamente 5 cm. A massa de forragem triturada foi homogeneizada e separada em quatro partes que foram ensiladas de acordo com cada tratamento. O material foi conservado em microsilos de PVC com 10 cm de diâmetro, 40 cm altura e massa específica preconizada de 600kg de matéria verde por m³. No fundo de cada microsilo foram adicionados 200 gramas de areia seca em estufa para quantificar as perdas por efluentes, sendo está separada do material ensilado por uma camada de tecido não tecido (TNT). Foram confeccionados quatro

microsilos por tratamento, os quais foram fechados com tampa de PVC vedadas com silicone, 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 e determinação do pH (SILVA e QUEIROZ, 2002). As perdas por efluentes foram determinadas segundo equações descritas por Schmidt (2006).

4.4 ANÁLISE DO VALOR NUTRICIONAL

Foram realizadas análises do valor nutricional da casca de soja e da foragem *in natura*, assim como das amostras das silagens antes e após o processo fermentativo (Tabela 2). Uma amostra representativa de cada silo foi coletada, pesada e levada à estufa de circulação forçada de ar a 55°C por 72 horas. Após a secagem as amostras foram moídas a 1,0 mm em moinho tipo Willey e analisadas para determinação dos teores de MS pelo método 967.03, cinzas e matéria orgânica pelo método 942.05 (AOAC, 1998) e proteína bruta pelo método 2001.11 (AOAC, 2001). 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°C 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 (CS) foram estimados pela técnica descrita por Dubois et al. (1956) e o N-amoniacal estimado pela técnica de Weatherburn (1967). A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) 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). 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).

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram interpretados estatisticamente por meio da análise de variância para verificar o efeito da inclusão de aditivos, e os valores médios foram analisados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Tabela 2- Composição química do capim Miyagui sem aditivos (Controle), com inclusão de aditivo biológico (AdBio), com inclusão de aditivos alimentar (AdAlim) e combinação dos dois aditivos (BioAlim) no momento da ensilagem.

Variável	Controle	AdBio	AdAlim	BioAlim	Casca de soja
MS (g.kg ⁻¹)	272,05	271,04	323,12	323,96	924,40
MM (g.kg ⁻¹)	97,58	94,53	81,98	82,00	47,88
MO (g.kg ⁻¹)	902,42	905,47	918,02	918,00	952,12
PB (g.kg ⁻¹)	128,54	138,93	134,34	137,66	129,71
FDN (g.kg ⁻¹)	666,72	677,01	677,05	669,23	627,00
FDA (g.kg ⁻¹)	361,40	347,33	388,07	368,34	392,24
Hem. (g.kg ⁻¹)	305,32	329,68	288,98	300,89	234,76
Cel. (g.kg ⁻¹)	315,78	315,82	345,81	328,61	380,35
LDA. (g.kg ⁻¹)	45,62	31,51	42,26	39,72	11,89
CS (g.kg ⁻¹)	23,43	23,32	25,80	28,36	57,56
DIVMS (g.kg ⁻¹)	610,92	656,73	678,04	669,00	849,83

MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; Hem = hemicelulose; Cel. = celulose; LDA = lignina detergente ácido; CS = carboidratos solúveis; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a produção de matéria seca por hectare não houve diferença entre as parcelas coletadas, sendo quantificado uma massa de forragem de 7,40 toneladas de MS por hectare em somente um corte.

A inclusão de 10% de casca de soja com base na matéria natural (MN) à silagem de capim Miyagui, elevou ($P<0,05$) o teor de matéria seca da silagem em relação ao tratamento Controle e AdBio. Esse efeito foi ainda mais expressivo quando a casaca de soja foi associada ao inoculante microbiano (Tabela 3). Comportamento semelhante ocorreu com os teores de MO e MM, em que a inclusão do aditivo alimentar aumentou ($P<0,05$) a concentração de MO e reduziu a MM, independentemente da utilização ou não de aditivo biológico. Estes resultados evidenciam que a casca de soja atuou efetivamente como absorvente de umidade e elevou o teor de MS da silagem para níveis superiores a $350,00 \text{ g.kg}^{-1}$. Entretanto, mesmo para o tratamento controle o nível de MS foi superior a 250 g.kg^{-1} , nível mínimo para garantir boa conservação da silagem e evitar perdas por fermentação secundária (McDONALD et al., 1991).

A inclusão de 10% de casca de soja com base na MN, resultou no aumento de $77,69 \text{ g.kg}^{-1}$ na MS final da silagem. Bach (2015) ao avaliar a silagem de capim Mombaça colhido ao final do mês de abril, momento em que o capim apresentava 2 metros de altura, observou teor médio de MS do capim de $305,9 \text{ g de MS kg}^{-1}$, valor acima do encontrado neste trabalho, mas isso se deve ao estágio fenológico avançado que se encontrava o capim.

A inclusão de casca de soja reduziu ($P<0,05$) os níveis de MM. Isso se deve aos menores níveis de minerais presentes na casca de soja. Quando comparados os valores do material pré-ensilado (Tabela 2) com a silagem, pode-se observar um leve aumento nas concentrações de MM, isso provavelmente está relacionado a processos de fermentação inadequada que resultaram na perda de matéria orgânica (Mc DONALD et al., 1991). A inclusão de casca de soja foi mais eficiente na manutenção dos valores de MO devido ao aumento da MS da silagem.

A inclusão de aditivo alimentar e biológico de forma isolada não alteraram ($P>0,05$) os teores de proteína bruta (PB), tendo em vista que a concentração deste nutriente na casca de soja era muito próxima da concentração encontrada no capim. Entretanto, a associação dos aditivos biológico e alimentar promoveu aumento de $17,86 \text{ g de PB kg}^{-1} \text{ MS}$ na silagem, que possivelmente pode estar correlacionado com o aumento do nível de MS, reduzindo a ação das proteases e consequentemente a perda de proteínas.

Os aditivos biológicos e alimentar não tiveram efeito ($P>0,05$) sobre as frações mais degradáveis da fibra (hemicelulose), quando aplicados de forma isolada ou associados à silagem de capim Miyagui. Estes resultados indicam a baixa ação dos microrganismos na redução da FDN da silagem de capim, ao contrário do proposto por Ávila et al. (2014) que afirmaram que a ação dos microrganismos sobre a fração mais solúvel da fibra, como a hemicelulose, tende a diminuir a FDN da silagem. O valor médio de FDN encontrados no presente estudo foi de 671,42g de FDN kg^{-1} MS, ficando próximos aos encontrados por Oliveira et al. (2014) ao avaliar a silagem de capim Mombaça colhido aos 70 dias de rebrota após corte de nivelamento a 10cm do solo, com inclusão de resíduo da soja, onde o mesmo obteve valor médio de 759,60g de FDN kg^{-1} .

Tabela 3 - Composição química das silagens de capim Miyagui sem aditivos (Controle), com inclusão de aditivo biológico (AdBio), com inclusão de aditivos alimentar (AdAlim) e combinação dos dois aditivos (BioAlim).

Variáveis	Controle	AdBio	AdAlim	BioAlim
MS (g.kg^{-1})	278,50 C	281,96 C	356,19 B	368,51 A
MM (g.kg^{-1})	104,38 A	101,68 A	87,03 B	84,25 B
MO (g.kg^{-1})	895,62 B	898,32 B	912,97 A	915,75 A
PB (g.kg^{-1})	122,86 B	122,75 B	130,84 AB	140,61 A
FDN (g.kg^{-1})	679,91 A	683,42 A	669,06 A	653,31 A
FDA (g.kg^{-1})	387,53 AB	375,37 B	392,91 A	385,59 AB
Hem. (g.kg^{-1})	298,76 A	308,40 A	269,40 A	260,09 A
Cel. (g.kg^{-1})	343,47 BC	332,00 C	361,56 A	352,52 AB
LDA (g.kg^{-1})	43,63 A	44,10 A	32,40 B	32,80 B
CS (g.kg^{-1})	6,20 C	9,40 B	12,80 A	14,40 A
DIVMS (g.kg^{-1})	630,10 B	639,92 B	697,03 A	739,55 A

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ($P>0,05$) pelo teste de Tukey. MS = matéria seca; MM = matéria mineral; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = fibra insolúvel em detergente ácido; Hem = hemicelulose; Cel. = celulose; LDA = lignina detergente ácido; CS = carboidratos solúveis; DIVMS = digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Por outro lado, a adição do aditivo alimentar apresentou efeito positivo na redução da fração indigestível da fibra, o que não foi evidenciado para o aditivo microbiano. A adição da casa de soja reduziu ($P<0,05$) o teor de lignina, resultado do baixo teor desse componente na composição do aditivo. O uso da casca de soja reduziu a média de lignina na silagem de 43,87 g.kg^{-1} (Controle e AdBio) para 32,6 g.kg^{-1} (AdAlim e BioAlim). Não houve efeito adicional para a associação dos aditivos biológicos e alimentar. Na literatura não foram encontradas referências sobre a ação do aditivo biológico sobre a fração indigestível da fibra, podendo ser

atribuído os resultados obtidos ao menor teor de LDA na casca de soja para os tratamentos com inclusão do aditivo alimentar.

O uso de aditivos biológico e alimentar aumentou ($P>0,05$) a concentração de carboidratos solúveis na silagem de capim Miyagui em relação ao tratamento controle, sendo os maiores valores encontrados nos tratamentos com inclusão de casca de soja (AdAlim e BioAlim). Isso se deve ao fato de a casca de soja apresentar $34,14 \text{ g.kg}^{-1}$ de CS a mais que o capim *in natura*.

A maior concentração de CS na casca de soja proporcionou melhores condições de fermentação e mostrou-se eficiente em reduzir o pH final da silagem (Tabela 4). Isso se deve ao fato de a casca de soja apresentar $34,14 \text{ g.kg}^{-1}$ de CS a mais que o capim *in natura*. Apesar do aumento significativo, a concentração de CS ficou abaixo de 60 e 80 g.kg^{-1} MS, valores considerados ideais para assegurar boas condições de fermentação e produção de silagens de qualidade (McCULLOUGH, 1977), e não foi suficiente para induzir a queda do pH até 4,2 (SILVEIRA, 1975).

A inclusão de aditivo alimentar aumentou ($P>0,05$) a digestibilidade da matéria seca (DIVMS) da silagem. A menor concentração de lignina, associada a maior disponibilidade de CS certamente foram os fatores que contribuíram para o melhor aproveitamento da fibra aumentando a DIVMS da silagem. Loures et al. (2005) avaliando a silagem de capim Tanzânia colhido aos 45 dias de crescimento vegetativo, observaram valores de DIVMS próximos a $696,5 \text{ g.kg}^{-1}$ para o tratamento controle, valor este, próximo ao encontrado no presente trabalho.

Tabela 4 - Valores médios de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃), ácido láctico, acético e propiônico, e efluentes das silagens de capim Miyagui sem aditivos (Controle), com inclusão de aditivo biológico (AdBio), com inclusão de aditivos alimentar (AdAlim) e combinação dos dois aditivos (BioAlim).

Variáveis	Controle	AdBio	AdAlim	BioAlim
pH	5,31 A	5,35 A	4,68 B	4,57 B
N-NH ₃ (%Ntotal)	5,67 A	5,95 A	5,08 A	5,64 A
Ácido Láctico (g/100g MS)	3,21 A	2,46 A	3,66 A	4,24 A
Ácido Acético (g/100g MS)	1,10 A	1,05 A	0,51 A	0,32 A
Ácido Propiônico (g/100g MS)	0,0012 A	0,25 A	0,028 A	0,17 A
Efluentes (kg/t.MV)	16,62 A	13,27 A	1,11 B	0,32 B

*Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si ($P>0,05$) pelo teste de Tukey.

O uso de aditivos biológico e alimentar, de forma isolada ou combinada, não alterou ($P<0,05$) os níveis de N-NH₃. Entretanto, deve-se ressaltar que a concentração média de N-NH₃

na silagem de capim Miyagui foi de 5,58% do N-total, valor significativamente inferior aos 8,0% preconizados para indicar silagens de ótima qualidade, indicando que durante o processo fermentativo não houve quebra excessiva de proteínas e aminoácidos que resultaram na produção de amônia (VAN SOEST, 1994). Os valores encontrados no presente trabalhos estão ligeiramente acima dos encontrados por Castro (2008) ao avaliar a silagem de capim Tanzânia colhido em diferentes idades, onde observou valores de 4,10 e 3,81 % N-total para o capim colhido com 63 e 84 dias de idade, respectivamente. Devido ao adequado teor de MS e tamanho adequado de partícula, aliado ao menor tempo de exposição ao ar da silagem, houve menor atuação de proteases, responsáveis pela quebra da proteína em peptídeos, aminoácidos e amônia (ROTZ & MUCK, 1994), resultando em menores níveis de nitrogênio amoniacal.

As concentrações dos ácidos orgânicos, acético, propiônico e butírico, não foram influenciadas ($P < 0,05$) pela inclusão de aditivo biológico, alimentar ou pela associação de ambos. A produção de ácido láctico dentre as diferentes silagens não se mostrou eficiente na redução do pH, podendo estar correlacionado com os baixos níveis de carboidratos solúveis, substrato das bactérias ácido lácticas (McDONALD, 1981), entretanto não afetou o processo fermentativo. Comportamento semelhante pode ser observado para o ácido acético, onde a baixa atuação das bactérias acéticas possivelmente se deve a acidez do ambiente. Os níveis de ácido acético são inversamente proporcionais ao teor de MS (KUNG et al., 2018), por isso pode-se observar uma leve redução nos valores nos tratamentos com inclusão da casca de soja. O ácido acético, por ser um ácido fraco não auxilia na rápida redução do pH durante o processo fermentativo, entretanto atua na resistência da silagem a mudança do pH pós abertura do silo, auxiliando na manutenção da estabilidade aeróbica.

A concentração de ácido propiônico foi baixa em todos os tratamentos, possivelmente pelas condições de pH não serem favoráveis ($> 6,0$) para a maior atividade de bactérias propiônicas (SANTOS et al., 2010). Castro (2008) ao avaliar a silagem do capim Tanzânia colhido aos 84 dias de idade e 56 dias de fermentação, observou valores médio de 0,21 g.100g MS⁻¹ de ácido propiônico na silagem. Valores baixos deste ácido representam uma silagem bem conservada, pois o mesmo é oriundo de fermentações secundárias em condições de anaerobiose e sua contribuição para a redução do pH é insignificativa (McDONALD et al., 1991).

A inclusão de aditivo alimentar mostrou-se eficiente na redução da produção de efluentes ($P < 0,05$). A produção de efluentes foi inversamente proporcional ao teor de MS da forragem (McDONALD et al., 1991). Sendo assim, a casca de soja mostrou-se eficiente no aumento do teor de MS e conseqüentemente na redução da perda de nutrientes via lixiviação

por meio dos efluentes. Faria (1994) descreve que teores de matéria seca acima de 25% promovem a redução na produção de efluentes, e quando superior a 30% não haverá a produção de efluentes, bem como a diminuirá a ocorrência de fermentações indesejáveis. Níveis mais elevados de MS amenizam fermentações secundárias devido a redução da ação de bactérias do gênero *Clostridium*, as quais são sensíveis ao aumento da pressão osmótica (WOOLFORD, 1984), reduzindo assim a perdas por gases efluentes.

6 CONCLUSÃO

O capim Miyagui pode ser conservado na forma de silagem associado ou não ao uso de aditivos biológico ou alimentar. Contudo, a inclusão da casca de soja como aditivo alimentar sequestrante de umidade melhora as condições de fermentação e o valor nutricional da silagem.

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. et al. Avaliação dos conteúdos de carboidratos solúveis do capim-tanzânia ensilado com aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.648-654, 2006.

ÁVILA, C. L. S. et al. Estabilidade aeróbia de silagens de capim-mombaça tratadas com *Lactobacillus buchneri*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 5, p. 779-787, 2009.

ÁVILA, C. L. S. et al. The use of *Lactobacillus* species as starter cultures for enhancing the quality of sugar cane silage. **Journal of Dairy Science**, v. 97, n. 2, p. 940–951, 2014. DOI 10.3168/jds.2013-6987. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6987>.

BOLSEN, K. K. Silage: basic principles. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. (Eds.) **Forages**. 5.ed. Ames: Iowa State University, 1995. p.163-176.

CARNEVALLI, R. A. **Dinâmica da rebrotação de pastos de capim - Mombaça submetidos a regimes de desfolhação intermitente**. 2003. 149 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

CARVALHO, R. S. et al. Influência do reuso de águas residuárias na qualidade microbiológica do girassol destinado à alimentação animal. **Ambi-Agua**, Taubaté, v. 8, n. 2, p. 157-167, 2013.

CARVALHO, A. P. S. **Uso de inoculante microbiano e farelo de arroz na ensilagem de capim-Mombaça**. Cuiabá. Universidade Federal de Mato Grosso. 2017. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical).

CASTRO, G. H. F. **Silagens de capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv Tanzânia) em diferentes idades**. 2008. 125 p. (Doutorado em Agronomia) Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

COAN, R. M. R. et al. Inoculante Enzimático-Bacteriano, Composição Química e Parâmetros Fermentativos das Silagens dos Capins Tanzânia e Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.416-424, 2005

COAN, R. M. et al. A. Dinâmica fermentativa e microbiológica de silagens dos capins Tanzânia e Marandú acrescidas de polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.36, n.5, p.1502-1511, 2007.

COELHO, R. M. **Efeito da concentração de matéria seca e do uso de inoculante bacteriano-enzimático, na silagem de tifton 85 (*Cynodon spp.*) sobre a digestão de nutrientes, parâmetros ruminais e comportamento ingestivo de novilhos de corte em crescimento**.

2002. 143f. Dissertação (mestrado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

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.

DA SILVA, E. P. **Influência da densidade de plantio do azevém nas características produtivas e qualitativas da silagem emurcheçada ou com aditivo absorvente.** 2016. 78f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2016.

DE COL, D. D. **Qualidade da silagem de Cynodon cv. Jiggs com diferentes níveis de inclusão de farelo de canola.** 2017. 26f. Trabalho de conclusão de curso (Zootecnia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2017.

DRIEHUIS, F. et al. Effect of a bacterial inoculant on rate of fermentation and chemical composition of high dry matter grass silages. **Journal of Agricultural Science**, v.128, p.323-329, 1997.

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

EUCLIDES, V. P. B. Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12, Piracicaba, 1995. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p.245-73.

EUCLIDES, V. P. B. et al. de Desempenho de novilhos F1s Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.470-481, 2001.

FARIA, V.P. Técnicas de produção de silagens. IN: PEIXOTO, A.M. **Pastagens: fundamentos da exploração racional.** 2 ed. Piracicaba, São Paulo: FEALQ, 1994. p.695-720

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

GUIM, A. Produção e avaliação de silagem. In: SIMPÓSIO PO DE FORRAGEIRAS NATIVAS, 3., 2002. **Anais...** Areia: UFPB, 2002. CD-ROM.

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

JOBIM, C. C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.36, p.101-119, 2007. Suplemento especial.

JONES, R.; JONES, D. I. H. The effect of in-silo effluent absorbents on effluent production and silage quality. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.64, n.3, p.173-186, 1996.

JUNIOR, A. F. **Informativo técnico 001/2020** - Associação Nacional de Produtores de Sementes de Gramíneas, Leguminosas e Forrageiras. 2020. Disponível em: <<https://anprosem.com.br/home/detalhe/5021/informativo-tecnico-001-2020>>. Acesso em 08 abr. 2021

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, L. Jr. et al. Silage additives. In: BUXTON, D. R. et al. **Silage Science and Technology**. 1 ed. Madison: American Society of Agronomy, p. 305-360, 2003.

KUNG, L. Jr. et al. Silage review: Interpretation of chemical, microbial, and organoleptic components of silages. **Journal of Dairy Science**, v. 101, n. 5, p. 4020–4033, 2018. DOI 10.3168/jds.2017-13909. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2017-13909>.

LOURES, D. R. S. et al. Composição Bromatológica e Produção de Efluente de Silagens de Capim-Tanzânia sob Efeitos do Emurchecimento, do Tamanho de Partícula e do Uso de Aditivos Biológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.726-735, 2005.

MACEDO, M. Adubação fosfatada em pastagens cultivadas com ênfase na região dos Cerrados. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. (Ed.) **Fósforo na Agricultura Brasileira**. POTAFOS, Piracicaba, SP, Capítulo 14, p.359 – 396, 2004.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA. 2017. Disponível em: <http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php>. Acesso em: 10 mar. 2021.

McCULLOUGH, M. E. Silage and silage fermentation. **Feedstuffs**, v.49, n.13, p.49-50, 1977.

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

McDONALD, P. et al. **The Biochemistry of Silage**. 2 ed. Marlow: Chalcombe Publications. 340 p., 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.

MOON, N. J. Inhibition of the growth of acid tolerant yeasts by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. **Journal of Applied Bacteriology**, v.55, p.453-460, 1983.

MOSER, L. E. Post-harvest physiological change in forage plants. In: MOORE, K. K.; KRAL, D. M.; VINEY, M. K. (Eds.). **Postharvest physiology and preservation of forages**. Madison: American Society of Agronomy, 1995. p.1-19.

MUCK, R. E. 2001. **Conserved forage (silage and hay): progress and priorities**. In: International Grassland. São Pedro, São Paulo.

MUCK, R. E. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.39, p.183-191, 2010.

NRC **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7.ed. Washington, DC: The National Academies Press, 2001. 408 p.

NUSSIO, L. G. et al. Ensilagem de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife, PE. **Anais...** Recife: SBZ: Ed. dos Editores, 2002. 4f. 1 CD-ROM., 2002.

NUSSIO, L. G.; RIBEIRO, J. L. Silagem de capim: potencial e limitações. In: MUNIZ et al. (ed.) **Alternativas alimentares para ruminantes II**. Aracaju: Embrapa, 2008. p.53-80.

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.

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.

PERRERIA, R. G. A. et al. Processos de ensilagem e plantas a ensilar. **Documentos 124**. Embrapa Rondônia. Porto Velho. 2008.

OLIVEIRA, C. O. **Silagem de capim elefante**. 2018. Disponível em: <<http://www.pesquisa.agraer.ms.gov.br/wp-content/uploads/2018/08/Silagem-de-Capim-Elefante.pdf>>. Acesso em 10 de março de 2021.

OLIVEIRA, R. O. et al. Valor nutricional de silagem de capim Mombaça com aditivos agroindustriais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1543-1556. 2014.

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.

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

PEREIRA, J. R. E; REIS, R. A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS. 2001, Maringá. **Anais...** Maringá, UEM/CCA/DZO. 2001, p. 64-86.

RAMMER, C. Manure in grass silage production. Doctoral Thesis. 1996, **Agraria**, 2. Uppsala. Swedish University of Agricultural Sciences.

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.

RIBEIRO, J. L. et al. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim-marandu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 38, n. 2, p. 230-239, 2009.

ROTZ, C. A.; MUCK, E. M. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAREY JR., G.C. (Ed.) Forage quality, evaluation, and utilization. Madison: **American Society of Agronomy**, 1994. p.828-868.

SALVO, P. A. R. et al. Características de silagens de milho inoculadas com *Lactobacillus buchneri* e *L. plantarum*. **Archivos de Zootecnia**. v.62 n.239, p.379-390. 2013.

SANTOS, M.V.F. et al. Fatores que afetam o valor nutritivo das silagens de forrageiras tropicais. **Archivos de Zootecnia**. v.59(R), p.25-43, 2010.

SCHMIDT, P. et al. Uso estratégico de aditivos em silagens: Quando e como usar? In: JOBIM, C.C. et al., SIMPÓSIO: PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 5.ed., 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, J. S.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagens In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 2., 1975, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975. p. 156-180.

SOXHLET, F. Die gewichtsanalytische Bestimmung des Milchfettes. **Dinglers Polytechnisches Journal**, v.232, p.461-465, 1879.

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.

THUAULT, D. et al. Inhibition of *Clostridium tyrobutyricum* by bacteriocin-like substances produced by lactic acid bacteria. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.1145-1150, 1991.

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.

TOMICHI, T. R. et al. 2003. **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação**. Corumbá, Embrapa Pantanal 30p.

TONUCCI, M. C. **Uso de polímeros molecularmente impressos (MIP) para recuperação seletiva de ácidos graxos voláteis (AGV) produzidos no tratamento anaeróbio**. Tese. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. 2019.

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.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476 p.

VENTURINI, T. **Caracterização da silagem do sorgo forrageiro Agri 002e e utilização na alimentação de bovinos**. Tese. Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Marechal Cândido Rondon. 2019.

VOLTOLINI, T. V. et al. Silagem de Capim-buffel: Alternativa para a Alimentação de Ruminantes na Região Semiárida. **Documentos 259**. Embrapa Semiárido. Petrolina – PE. 2014.

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

WEINBERG, Z. G.; MUCK, R.E. New trends and opportunities in the development and use of inoculants for silage. **FEMS Microbiology Reviews**, v.19, p.53-68, 1996.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. Nova York: Marcel Dekker, 1984, 324p.

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

ZOPOLLATTO, M. et al. Relações biométricas entre o estágio de maturação e a produtividade de híbridos de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia** 38:256-264, 2009.

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.