



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS LARANJEIRAS DO SUL
CURSO DE AGRONOMIA**

LEONARDO LUCIO ANTONOWICZ DE SOUZA

**EFEITOS DE ADITIVOS MICROBIANOS NA QUALIDADE DA SILAGEM DE
GRÃO DE MILHO (*Zea mays*) REIDRATADO COM DIFERENTES TEORES DE
UMIDADE**

LARANJEIRAS DO SUL

2023

LEONARDO LUCIO ANTONOWICZ DE SOUZA

**EFEITOS DE ADITIVOS MICROBIANOS NA QUALIDADE DA SILAGEM DE
GRÃO DE MILHO (*Zea mays*) REIDRATADO COM DIFERENTES TEORES DE
UMIDADE**

Trabalho de conclusão do curso de graduação apresentado
para a obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da
Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Juliano Cesar Dias

LARANJEIRAS DO SUL

2023

LEONARDO LUCIO ANTONOWICZ DE SOUZA

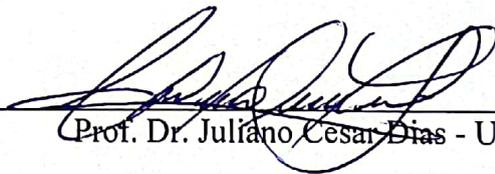
**EFEITOS DE ADITIVOS MICROBIANOS NA QUALIDADE DA SILAGEM DE
GRÃO DE MILHO (*Zea mays*) REIDRATADO COM DIFERENTES TEORES DE
UMIDADE**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia linha de formação em Agroecologia pela Universidade Federal da Fronteira Sul- *Campus Laranjeiras, do Sul* (PR)

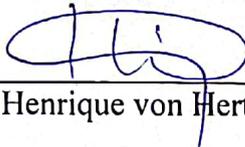
Orientador: Prof. Dr. Juliano Cesar Dias

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em: 08/12/2023.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Juliano Cesar Dias - UFFS



Prof. Dr. Henrique von Hertwig Bittencourt - UFFS



Engº Agrº Mateus de Oliveira

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Souza, Leonardo Lucio Antonowicz de
EFEITOS DE ADITIVOS MICROBIANOS NA QUALIDADE DA
SILAGEM DE GRÃO DE MILHO (Zea mays) REIDRATADO COM
DIFERENTES TEORES DE UMIDADE / Leonardo Lucio Antonowicz
de Souza. -- .
f.

Orientador: Prof Dr Juliano Cesar Dias

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Laranjeiras do Sul, PR, .

I. Dias, Juliano Cesar, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por permitir que eu tivesse saúde e determinação durante toda graduação.

Agradeço a toda minha família pelo apoio incondicional durante toda a graduação, especialmente minha mãe Ana de fatima Antonowicz que fez tudo por mim permitindo que eu chegasse aonde cheguei hoje.

Agradeço a todos meus amigos que fiz durante a graduação, em especial meus amigos Mateus de Oliveira, Felipe Tavares, Anne Jhennifer e João Mateus Lotici que durante todo o curso foram como uma família para mim.

Agradeço ao meu orientador Dr. Juliano Cesar Dias por toda orientação para realização deste trabalho.

EFEITOS DE ADITIVOS MICROBIANOS NA QUALIDADE DA SILAGEM DE GRÃO DE MILHO (*Zea mays*) REIDRATADO COM DIFERENTES TEORES DE UMIDADE

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de aditivo microbiano na qualidade da silagem de grão de milho reidratado com diferentes níveis de umidade. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x2, sendo três teores de umidade (28, 35 e 42%) e a inclusão ou não de aditivo microbiano, com cinco repetições. Constatou-se que para matéria seca (MS) houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os teores de umidade avaliados, com o tratamento com 28% de umidade apresentando o maior acúmulo de MS na desensilagem. Verificou-se efeito de tratamento para os nutrientes digestíveis totais (NDT), com os teores de 28 e 42% de umidade apresentando menores valores ($p < 0,05$) que o tratamento de 35%, porém sem diferença significativa entre si ($p > 0,05$). A maior perda de afluentes ocorreu no tratamento com 42% de umidade, com $57,39 \pm 13,36$ kg/tonelada de matéria natural. Verificou-se para o pH das silagens dos diferentes tratamentos, variação entre $3,47 \pm 0,11$ e $4,56 \pm 0,35$, com a maioria dos tratamentos se encontrando na faixa de variação aceitável para silagens de boa qualidade. Adição de aditivo não causou interação esperada com pH e perda de gases. Os teores de proteína bruta (PB) não foram influenciados pela interação dos fatores umidade, aditivos e nem pelos fatores isolados.

Palavras chave: bromatologia, ruminantes, nutrição animal, ensilagem.

Effects of microbial additives on the quality of rehydrated corn (*Zea mays*) grain silage with different moisture levels

Abstract

The objective of this work was to evaluate the effect of adding a microbial additive on the quality of rehydrated corn grain silage with different moisture levels. The design used was completely randomized in a 3x2 factorial scheme, with three moisture levels (28, 35 and 42%) and the inclusion or not of a microbial additive, with five replications. It was found that for dry matter (DM) there was a significant difference ($p < 0.05$) between the moisture contents evaluated, with the treatment with 28% moisture showing the highest accumulation of DM during desilage. There was a treatment effect for total digestible nutrients (TDN), with the 28 and 42% moisture contents presenting lower values ($p < 0.05$) than the 35% treatment, but without a significant difference between them ($p > 0.05$). The greatest loss of tributaries occurred in the treatment with 42% moisture, with 57.39 ± 13.36 kg/ton of natural matter. The pH of silages from different treatments varied between 3.47 ± 0.11 and 4.56 ± 0.35 , with the majority of treatments falling within the acceptable variation range for good quality silages. Addition of additive did not cause expected interaction with pH and loss of gases. Crude protein (CP) levels did not show any interaction with moisture or additives.

Keywords: Bromatology, ruminants, animal nutrition, ensiling.

LISTA DE TABELAS

1. **TABELA 1:** Composição bromatológica de material *in natura* ensilado..... 14
2. **TABELA 2:** Médias e desvios-padrão das características bromatológicas e perdas por efluentes da ensilagem de grão de milho reidratado com diferentes teores de umidade..... 16
3. **TABELA 3:** Médias e desvios-padrão para pH, extrato etéreo e fibra bruta da silagem de grão de milho reidratado tratado com aditivo microbiano e diferentes teores de umidade.....19

LISTA DE GRÁFICOS

1. GRÁFICO 1: Médias e desvios-padrão das perdas por gases da silagem de grão de milho reidratado com ou sem aditivo microbiano.....	21
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. MATERIAIS E METODOS.....	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	23

1. INTRODUÇÃO

O milho é uma das principais gramíneas cultivadas globalmente, destacando-se por sua versatilidade de produção em diferentes regiões e seu alto valor energético. O milho oferece benefícios nutricionais significativos para animais de produção, podendo ainda ser mais bem aproveitado quando seu grão é submetido a algum tipo de processamento, facilitando assim a disponibilização de carboidratos, principalmente na forma de amido, além de proteínas, óleos e vitaminas (MILLEN *et al.*, 2009).

Existem várias maneiras de processar esses grãos para aumentar a quantidade de amido disponível e, conseqüentemente, melhorar sua utilização, entre esses métodos destaca-se a reidratação dos grãos Pereira & Pereira, (2014). Os primeiros estudos relacionados à ensilagem de grãos úmidos foram realizados nos Estados Unidos no final da década de 50 do século passado. Cerca de 20 anos após, este procedimento virou rotina em muitos confinamentos naquele país (COSTA *et al.*, 2004).

No Brasil esta técnica foi introduzida em 1981, focada na alimentação de suínos e, posteriormente, bovinos de corte e leite JOBIM, C. C., Branco, A. F., Gai, V. F. Calixto Junior, M. C., & Santos, G. T.. (2010), tendo como principais vantagens a redução no custo do transporte e armazenamento dos grãos, já que é possível adquirir milho de terceiros e ensilar na própria propriedade, apresentando melhoras no aspecto nutritivo Bitencourt (2012). Além disso, o armazenamento do milho na forma de silagem possibilita a preservação por um período prolongado, evitando problemas relacionados à deterioração da qualidade devido à ação de insetos (JOBIM *et al.*, 1997).

Fica evidente que os resultados obtidos por meio desta técnica são promissores e satisfatórios. Portanto, há possibilidade de considerá-la como uma opção viável, especialmente em países como o Brasil, que têm grande potencial de produção de milho e outros cereais.

Como em nosso país é comum que muitas propriedades rurais enfrentem desafios relacionados à infraestrutura de armazenamento, o que pode resultar em perdas, tanto em termos de qualidade, quanto de quantidade do material ensilado ao longo do tempo. Nesse contexto, a utilização de grãos úmidos ensilados surge como uma alternativa interessante para suplementação de animais, nos mais diferentes sistemas de produção.

Esta técnica vem despertando interesse significativo na produção agropecuária, pois combina a reidratação do grão de milho seco com o processo de ensilagem, resultando em

um alimento altamente nutritivo e palatável para o gado, com o potencial de transformar a forma como os agricultores abordam a produção e conservação de alimentos.

O processo em si consiste na trituração do milho, utilizando uma peneira menor que 1,5 mm para obter uma massa específica entre 1000 e 1200 kg de grãos úmidos por metro cúbico (MELLO, 2004). Em seguida, é adicionada água para aumentar a umidade do milho para 35% a 40%. A distribuição dos grãos no silo é feita em camadas de aproximadamente 20 cm de espessura, e uma vez realizada a compactação, o silo é coberto com lona plástica (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000; JOBIM *et al.*, 2003).

Esse método de processamento melhora a digestibilidade do grão devido a vários fatores, como o aumento da área de superfície, a quebra parcial da matriz proteica, a ação dos ácidos da fermentação e da gelatinização e pelo aquecimento durante o processo de silagem (PEREIRA *et al.*, 2013); permitindo assim, maior ataque enzimático por parte das enzimas microbianas e digestivas dos animais (ARCARI *et al.*, 2016).

O sucesso no processo de conservação da silagem em qualquer cultura, depende de fatores como o teor de matéria seca no momento em que é realizada a ensilagem, quantidade de carboidratos solúveis, capacidade de tamponamento, os microrganismos da silagem e umidade adequada, já que a digestibilidade do amido e a estabilidade fermentativa da silagem podem ser melhoradas ao ensilar grãos de milho com elevada umidade, entre 30% e 35%, ou ao ensilar grãos secos que devem ser reidratados e mantidos nos mesmos níveis de umidade.(FERRARETTO *et al.*, 2013).

O teor de umidade da forragem no momento da ensilagem pode afetar vários aspectos do processo de conservação. Dois pontos apresentam grande relevância, a disponibilidade de água para a atividade dos microrganismos e as perdas na forma de efluentes. Além destes, podem também ser avaliadas questões como, logística de transporte e capacidade de armazenagem dos silos (aspectos econômicos), já que em baixa umidade ocorre a exclusão inadequada do ar, ocupando maior espaço de armazenamento, e com fermentação e aquecimento insuficientes; desta forma, a silagem seca apresenta níveis mais elevados de deterioração e baixa vida útil.

Em situações de elevada concentração de água verifica-se maior risco devido à ação de microrganismos indesejáveis Amaral e Nussio (2011). A alta atividade de água nesse estágio favorece o desenvolvimento de bactérias, especialmente do gênero *Clostridium*, que convertem açúcares, ácido lático, proteínas e aminoácidos em ácidos acético e butírico, amônia e aminas, gerando impactos negativos na qualidade e consumo (WHITTEMBURRY *et al.*, 1967; VAN SOEST, 1994; CHARMLEY, 2001 e REIS *et al.*, 2008).

Em condições desfavoráveis de umidade, é possível otimizar os microorganismos para garantir uma melhor estabilidade de fermentação durante o armazenamento da silagem, por meio do uso de inoculantes microbianos. Esses aditivos promovem a rápida queda no pH do material ensilado, devido à produção de ácido lático por bactérias ácido lácticas (MUCK, 2010).

A incorporação de aditivos microbianos no processo de ensilagem tem a capacidade de melhorar a qualidade do produto final. Essas substâncias desempenham um papel significativo na minimização de perdas, promoção de uma fermentação desejável e enriquecimento do valor nutritivo, contribuindo com a melhoria da palatabilidade e o consumo da silagem resultante (EVANGELISTA E LIMA, 1999)

Alguns aditivos microbianos usados para melhorar a silagem incluem diferentes tipos de bactérias, como as produtoras de ácido lático *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus acidophilus* e *Pediococcus cerevisiae*, que induzem a redução do pH do material, sendo importantes para a conservação. Já o *Lactobacillus buchneri*, utiliza ácido lático e glicose para produzir ácidos acético e propiônico, sendo eficaz para controlar fungos em condições de pH baixo e na fase aeróbica (SOARES, 2020).

Com isso as bactérias desempenham um papel importantíssimo no processo de ensilagem, já que promovem a fermentação láctica, reduzindo o oxigênio e contribuindo para a conservação de nutrientes, resultando em uma silagem de alta qualidade para a alimentação animal.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da adição de aditivo microbiano na qualidade da silagem de grão de milho reidratado com diferentes níveis de umidade.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido nas instalações da Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* de Laranjeiras do Sul - (PR). Para o processo de ensilagem, foram empregados minissilos de PVC com 100 mm de diâmetro e 500 mm de altura. Cada minissilo foi equipado com válvulas do tipo Bunsen, para liberar os gases de fermentação, e uma camada de areia de 10 cm de espessura na parte inferior, contida em sacos de tecido do tipo TNT, para absorver os líquidos resultantes da ensilagem (efluentes).

A matéria-prima utilizada foi grãos de milho, sendo o híbrido MG 540, com característica semi- duro dentado e com umidade inicial medida em um medidor de umidade modelo G650i, da marca Gehaka, apresentando valor de 14,7%, sendo o mesmo triturado

em peneira de 12 mm. A reidratação foi realizada com água não clorada, em quantidade suficiente para elevar o teor de umidade de acordo com os tratamentos. Anteriormente a reidratação e ensilagem do material, coletou-se uma amostra para avaliação das características bromatológicas do material *in natura* (Tabela 1).

Tabela 1 - Características bromatológicas de milho grão *in natura* na pré-ensilagem.

Característica bromatológica								
MS (%)	pH	PB	EE	MM	FB	MO	ENN	NDT
		(% MS)						
14,7	5,6	8,90	4,48	1,73	2,95	98,27	81,94	81,58

OBS: MS = matéria seca, PB = proteína bruta, EE = extrato etéreo, MM = matéria mineral, FB = fibra bruta, MO = matéria orgânica, ENN = extrativo não nitrogenado, NDT = nutrientes digestíveis totais.

Após a reidratação realizou-se o preenchimento dos minissilos, com os grãos sendo compactados com auxílio de bastão de madeira, até atingir densidade de aproximadamente 1100 kg/m³. Posteriormente os minissilos foram lacrados e pesados, sendo mantidos em ambiente protegido e sombreado, e pesados semanalmente para monitorar as perdas de gases. Após 35 dias, os minissilos foram pesados, abertos e tiveram material coletado para análise.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3x2, sendo três teores de umidade (28, 35 e 42%) e a inclusão ou não de aditivo microbiano, com cinco repetições.

O aditivo microbiano utilizado era composto por bactérias *Enterococcus faecium*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus curvatus*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactococcus lactis*, *Pediococcus acidilactici* e *Propionibacterium acidipropionici*, sendo diluído na água de reidratação conforme recomendação do fabricante.

Após a abertura dos minissilos, descartou-se as extremidades do material ensilado, sendo as amostras coletadas da parte intermediária (10 cm) para evitar contaminação.

Imediatamente após a abertura, uma amostra foi separada para determinação do pH (HENNEBERG, 1894), utilizando-se pHmetro de bancada (modelo PG 1800, da Gehaka). O teor de matéria seca (MS) foi determinado em estufa de circulação forçada de ar a 60 °C, até que o peso se mantivesse constante. Em seguida, o material foi triturado em partículas de 1 a 2 mm para análises bromatológicas.

O teor de matéria mineral (MM) foi obtido por incineração a 550 °C em mufla, com o teor de matéria orgânica (MO) sendo calculado por diferença ($MO = 100 - MM$). O nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl e multiplicado por 6,25 para obter o valor de proteína bruta (PB), conforme descrito por Silva e Queiroz (2002).

Para determinação do teor de extrato etéreo (EE) foi utilizado o método de Soxhlet a quente, permitindo a extração de todas as classes de lipídeos. A fibra bruta (FB) foi determinada utilizando o método enzimático-gravimétrico, e os extrativos não nitrogenados (ENN) foram calculados pela fórmula $ENN = 100 - (\%PB) + (\%FB) + (\%MM) + (\%EE) + (\%água)$, conforme Silva e Queiroz (2002).

A determinação dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi realizada por estimativa e considerando a composição bromatológica do material, onde $\%NDT = 40,2625 + 0,1969*\%PB + 0,4228*\%ENN + 1,1903*\%EE - 0,1379*\%FB$ (KEARL, 1982, citado por MEDEIROS *et al.*, 2015).

As perdas por gases (% MS) e por efluentes (kg/tonelada de matéria natural) decorrentes do processo fermentativo da ensilagem, foram calculadas com base no peso e na concentração das diferentes frações bromatológicas do material no enchimento e na abertura dos minissilos (JOBIM *et al.*, 2007).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk e, posteriormente, à análise de variância (ANOVA), com as médias sendo comparadas pelo teste de Duncan ($p < 0,05$) para as variáveis matéria seca (MS), pH, matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), fibra bruta (FB), matéria orgânica (MO), extrativo não nitrogenado (ENN) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Já para a característica perda por efluente o teste utilizado foi Tukey ($p < 0,05$) (SAMPAIO, 2002).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre as características avaliadas apenas para pH, extrato etéreo e fibra bruta foi verificada interação significativa entre os fatores teor de umidade e inclusão de aditivo ($p < 0,05$). Como para as demais características não verificou-se interação entre os fatores

($p > 0,05$), os dados foram apresentados de forma separada para teor de umidade e inclusão de aditivo.

Na tabela 2 estão apresentadas as médias e desvios-padrão das características bromatológicas e perdas por efluentes da ensilagem de grão de milho reidratado com diferentes teores de umidade.

Tabela 2 - Médias e desvios-padrão das características bromatológicas e perdas por efluentes da ensilagem de grão de milho reidratado com diferentes teores de umidade.

	Umidade (%)		
	28	35	42
MS (%)	75,98 ± 1,50 a	68,90 ± 0,92 b	65,57 ± 0,84 c
MM (% MS)	1,40 ± 0,17 a	1,42 ± 0,17 a	1,23 ± 0,14 b
MO (% MS)	98,60 ± 0,17 b	98,58 ± 0,17 b	98,77 ± 0,14 a
ENN (% MS)	83,49 ± 0,73 b	83,33 ± 1,09 b	84,65 ± 0,62 a
NDT (% MS)	81,87 ± 0,23 b	82,55 ± 0,24 a	82,15 ± 0,33 b
Perdas por efluentes (Kg/ton. MN)	2,24 ± 0,57 b	3,02 ± 0,57 b	57,39 ± 13,36 a

OBS: Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente pelo teste de Duncan (MS, MM, MO, ENN, NDT) e Tukey (perdas por efluentes) ($p < 0,05$). MS = matéria seca, MO = matéria orgânica, ENN = extrato não nitrogenado, NDT = nutrientes.

Constatou-se que para MS houve diferença significativa ($p < 0,05$) entre os teores de umidade avaliados, com o tratamento com 28% de umidade apresentando o maior acúmulo de MS na desensilagem, o que pode ser explicado pela menor inclusão de água na reidratação do material. Mombach (2014) verificou que a inclusão de água acima de 35% na silagem de milho reidratado estavam associados a redução nos teores de MS na abertura do material.

Resultado semelhante também foi relatado por Silva *et al.* (2016), que ao avaliarem a estabilidade da silagem de grão de milho reidratado, constataram redução nos valores de

MS com o aumento da inclusão de água, alcançando maior teor de MS (65,5%) na silagem com 35% de umidade, valor inferior ao observado neste estudo.

Na análise da matéria mineral, observou-se que os tratamentos com 28 e 35% de umidade não apresentaram diferença significativa ($p > 0,05$), com as médias ficando em $1,40 \pm 0,17$ e $1,42 \pm 0,17\%$ da MS, respectivamente. Já para o tratamento com 42% de umidade, verificou-se diminuição no teor de MM ($1,23 \pm 0,17\%$ da MS). Esses resultados são consistentes aos descritos por Benini *et al.* (2020), onde variações entre 30 e 45% no teor de umidade do material ensilado, levaram a redução no teor MM, indicando que maiores níveis de umidade estão associados a uma diminuição na concentração de cinzas. Especula-se que a maior perda por efluentes no material com maior teor de umidade possa ter levado a maior perda de MM por lixiviação.

Quanto ao teor de matéria orgânica o tratamento com 42% de umidade obteve o maior acúmulo ($p < 0,05$), com os tratamentos de 28 e 35% não diferindo significativamente ($p > 0,05$). Tal resposta pode ser explicada pelo fato da MO ser obtida pela diferença entre o conteúdo e a MM ($MO = 100 - MM$); desta forma, em função da menor recuperação de MM na ensilagem com 42% de umidade, obtém-se maior teor de MO.

Já Girelli (2022) observou uma interação significativa entre a matéria orgânica (MO) e os inoculantes bacterianos em silagens de trigo (ST) e trigo com adição de açúcar (STA) ao longo do tempo (tempo zero a 168 dias). Houve uma diminuição nos teores de matéria orgânica nas ST e STA, enquanto as silagens com inoculante bacteriano (STI) preservaram os teores de matéria orgânica, mantendo-os constantes ao longo do período estudado (tempo zero = $886,6 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$ e 168 dias = $886,9 \text{ g kg}^{-1} \text{ MS}$). A manutenção adequada da matéria orgânica, sugerida por Ashbell (1995), é essencial para a conservação eficaz da forragem, pois a fermentação inadequada pode resultar em perdas de material orgânico e aumento proporcional na presença de cinzas (matéria mineral).

. O ENN é uma característica importante na avaliação da qualidade da silagem, pois fornece uma indicação da quantidade de carboidratos prontamente disponíveis para os animais. Conforme Salman (2010) destaca, os ENN são os carboidratos de mais fácil digestão, tais como açúcar, amido e pectina; no entanto, a abordagem utilizada para determinar os ENN é problemática, uma vez que sua obtenção ocorre por meio da diferença em relação aos outros componentes presentes na planta. O maior acúmulo foi verificado no tratamento com maior teor de umidade ($p < 0,05$), com os tratamentos de 28 e 35% não diferenciando significativamente entre si ($p > 0,05$).

Como citado acima o ENN é obtido por diferença entre o conteúdo e outras características avaliadas ($ENN = 100 - \%PB + \%FB + \%MM + \%EE + \%água$) o que pode interferir nos seus resultados e interpretação.

Verificou-se efeito do fator umidade para o NDT, com os teores de 28 e 42% de umidade apresentando menores valores ($p < 0,05$), que o tratamento de 35%, porém sem diferença significativa entre si ($p > 0,05$). (Tabela 2). As médias observadas entre os tratamentos variaram de $81,87 \pm 0,23$ a $82,55 \pm 0,24$ % da MS, valores próximos ao reportado por Ítavo *et al.* (2009), que não observaram efeito da inoculação para o NDT nas silagens de grãos úmidos de milho e sorgo, com médias de 77,6 e 79,5%. Apesar destes valores encontrados serem próximos ao citado em diversos trabalhos, tal achado reforça a ideia que a reidratação adequada dos grãos para a ensilagem, leva a melhor estabilidade fermentativa e, conseqüentemente, menor perda de nutrientes. O NDT é uma medida da energia disponível para a alimentação animal, e como o milho é o alimento concentrado energético padrão para os animais, na silagem de grãos de milho o NDT é uma característica bromatológica importante.

A medição das perdas de efluentes na ensilagem é crucial para avaliar a qualidade do alimento, otimizar a eficiência do processo, economizar recursos, mitigar impactos ambientais e garantir a saúde animal.

A maior perda de afluentes ocorreu no tratamento com 42% de umidade, resultados semelhantes aos observados por França *et al.* (2014), que concluiu que a perda de efluentes está relacionado a umidade, e que em material ensilado com umidade acima de 35%, as perdas são maiores. McDonald, Henderson e Heron (1991) também destacaram em seu trabalho sobre características fermentativas da silagem de híbridos de sorgo, que baixos teores de MS produzem perdas de nutrientes através do efluente, promovendo redução do valor nutritivo do material.

A alta umidade na silagem de grão do milho aumenta as perdas de matéria seca, por gerar maior produção de efluentes Marafon *et al.*, (2015), com a perda excessiva resultando na deriva de compostos orgânicos como açúcares, ácidos orgânicos e proteínas (McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991) com perda nutritiva para o processo de conservação e qualidade da silagem.

Na tabela 3 encontram-se as médias e desvios-padrão para pH, EE e FB da silagem de grão de milho reidratado tratado com aditivo microbiano e diferentes teores de umidade.

Tabela 3 - Médias e desvios-padrão para pH, extrato etéreo e fibra bruta da silagem de grão de milho reidratado tratado com aditivo microbiano e diferentes teores de umidade.

		Umidade (%)		
		28	35	42
pH	Sem aditivo	3,91 ± 0,06 Ab	3,69 ± 0,08 Bb	3,55 ± 0,10 Ba
	Com aditivo	4,56 ± 0,35 Ba	3,91 ± 0,11 Aa	3,47 ± 0,11 Ca
EE (% MS)	Sem aditivo	4,40 ± 0,22 ABa	4,76 ± 0,43 Aa	4,28 ± 0,47Ba
	Com aditivo	4,14 ± 0,20 Ba	5,10 ± 0,18 Aa	3,98 ± 0,14 Ba
FB (% MS)	Sem aditivo	2,63 ± 0,12 Ab	2,42 ± 0,12 Bb	2,42 ± 0,11 Ba
	Com aditivo	2,83 ± 0,06 Aa	2,62 ± 0,15 Ba	2,30 ± 0,04 Ca

OBS: Letras maiúsculas nas linhas e minúsculas nas colunas, e por característica, diferem estatisticamente pelo teste de Duncan ($p < 0,05$). EE = extrato etéreo, FB = fibra bruta, MS = matéria seca.

O pH em silagens é um importante indicador da qualidade de fermentação, sendo possível classificar as silagens em relação à qualidade (JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G. 2013). Verificou-se para o pH das silagens dos diferentes tratamentos, variação entre $3,47 \pm 0,11$ e $4,56 \pm 0,35$, com a maioria dos tratamentos se encontrando na faixa de variação aceitável para silagens de boa qualidade, que varia de 3,6 à 4,2 (ROTH e UNDERSANDE, 1995; NUSSIO *et al.*, 2001); já silagens de baixa qualidade o pH se situa entre 5,0 e 7,0 (França *et al.*, 2011). Tal resultado pode ser atribuído a boa compactação do material ensilado nos silos experimentais, semelhante ao reportado por França *et al.* (2011).

O tratamento que apresentou maior pH foi o com teor de umidade de 28% e com adição de aditivo, diferente do relatado por França *et al.* (2011), que verificaram que silagens com alto teor de umidade são mais propensas a desenvolver fermentações

indesejáveis, apresentando ainda maior resistência à redução do pH. Quando o pH não é reduzido de forma a inibir o crescimento desses microrganismos indesejáveis, a fermentação ocasiona perdas do material (LUGÃO *et al.*, 2011).

Outro fator observado é que apenas no tratamento com maior teor de umidade não foi possível verificar efeito ($p > 0,05$) da utilização do aditivo microbiano sobre esta característica, o que pode ser explicado pela maior dificuldade de reduzir o pH em ambiente com excesso de umidade (FRANÇA *et al.*, 2011).

Entretanto, os resultados obtidos são contrários aos esperados, com aumento nos valores de pH com o uso do aditivo, já que o mesmo visa promover uma redução eficiente do pH, estabilizando o processo de fermentação, controlando a presença de microrganismos indesejados, conservando as proteínas e mantendo a qualidade do material ensilado. Kung Jr (2007) ao avaliar diferentes concentrações de inoculação com *L. buchneri* na silagem de milho, observou que durante a fase de exposição aeróbia, as silagens tratadas apresentaram elevações de pH menores, além de ocorrerem reduções nas perdas de carboidratos solúveis e ácido láctico.

O extrato etéreo (EE) representa uma relevante característica bromatológica encontrada na silagem, pois oferece uma quantidade superior de energia em comparação aos carboidratos, conferindo-lhe uma propriedade fundamental para a nutrição de ruminantes (LEITE *et al.*, 2012).

Para o extrato etéreo não foi verificado efeito ($p > 0,05$) da utilização de aditivo dentro dos teores de umidade avaliados, porém verificou-se efeito ($p < 0,05$) para os teores de umidade, com interação para a utilização de aditivo. Observou-se que nos tratamentos sem a utilização de aditivo microbiano, para o tratamento com 35% de umidade do material ensilado, o teor de EE foi maior ($p < 0,05$) que o tratamento com 42% de umidade, porém sem diferença com o tratamento com 28%, e deste com o tratamento com maior teor de água incluída.

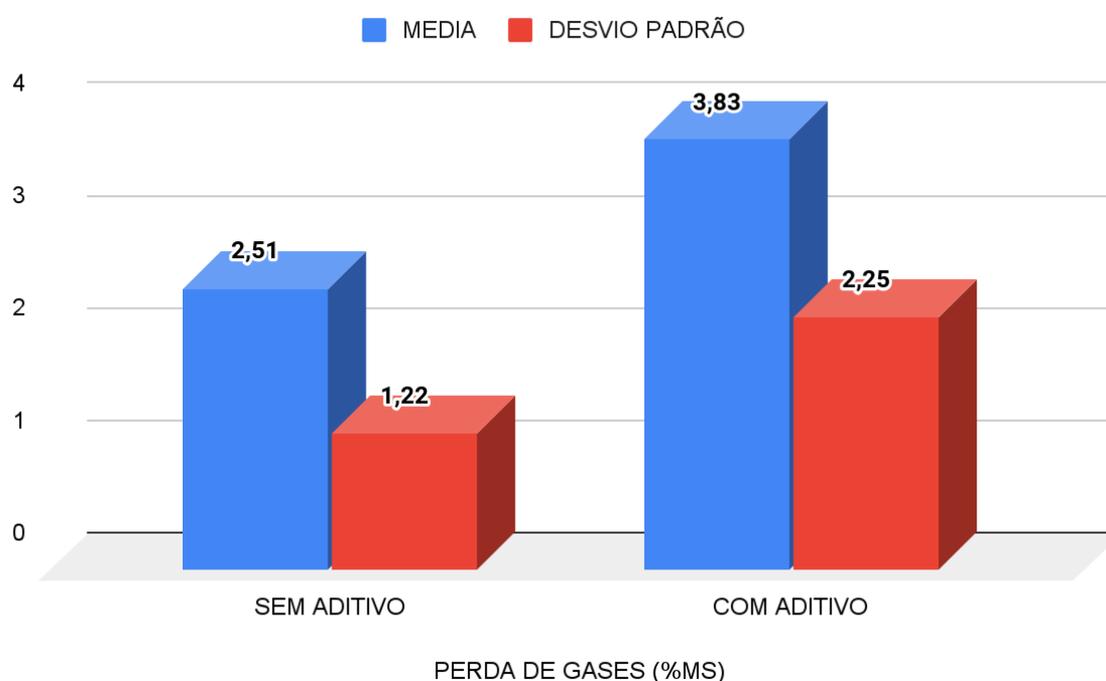
Já quando se utilizou aditivo microbiano, apenas o tratamento com 35% de umidade difere dos demais, apresentando a maior recuperação desta variável. Tal resultado pode ser atribuído à melhor estabilidade fermentativa, com menor perda de material, quando se trabalhou com teor de umidade ideal e adição de estimuladores de fermentação. Entretanto, os resultados encontrados foram menores que os de Soares (2020), que verificou efeito quadrático para o EE quando foi adicionado 50,0% da dose de inoculante recomendada pelo fabricante, atingindo o ponto máximo de 6,3%, com redução no teor com o aumento das doses.

Para os teores de fibra bruta verificou-se tanto efeito de umidade, quanto da inclusão de aditivo, nos tratamentos avaliados. Constatou-se menores teores de FB nos tratamentos de 28 (2,63 vs 2,83) e 35% (2,42 vs 2,62) de umidade quando não se utilizou aditivos microbiano; já para o tratamento de 42% de umidade esta diferença não foi observada (2,42 vs 2,30).

Ribas (2018) trabalhando com adição de diferentes inoculantes microbianos, constatou efeito de tratamento, com maiores níveis de fibra em detergente neutro (FDN) e hemicelulose para o tratamento com inoculante bacteriano constituído por cepas de *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus Plantarum* e *Enterococcus faecium*. Tabacco *et al.* (2011) ressaltaram melhorias na composição da fibra em detergente neutro (FDN) em silagens inoculadas com cepas de *L. buchneri*, enfatizando a eficácia desses microrganismos na produção de enzimas fibrolíticas, fato não avaliado neste estudo.

No gráfico 1 encontram-se as médias e os desvios-padrão das perdas por gases (% MS) da silagem de grão de milho reidratado com ou sem a adição de aditivos microbianos.

Gráfico 1 - Médias e desvios-padrão das perdas por gases da silagem de grão de milho reidratado com ou sem aditivo microbiano.



Verificou-se maiores perdas por gases nos tratamentos com adição de inoculante microbiano (2,51 vs 3,83); resultado semelhantes foram relatados por Zimmer (1980), que

constatou que a perdas por gases podem chegar de 2 a 4% e estão associadas com todo o ambiente dentro do silo. Com a adição de inoculante microbiano na silagem esperava-se maior estabilização do material ensilado e menores perdas durante o processo fermentativo, o que não foi observado neste trabalho.

. Estudos realizados por Silva *et al.* (2018), com objetivo de comparar a utilização de diferentes tipos e doses de inoculantes na ensilagem do grão de milho reidratado, observaram perdas por gases variando de 1,31 a 2,34%, ficando abaixo das relatadas no presente estudo.

Gandra *et al.* (2018) avaliando a incorporação de quitosana à silagem, juntamente com um aditivo antimicrobiano, observaram aumento nas perdas gasosas, concluindo que esse aumento está associado à maior presença de microrganismos.

Quanto à porcentagem de proteínas bruta nos tratamentos avaliados, não foi possível verificar efeito da adição de aditivo microbiano e dos teores de umidade. A média geral do teor de PB nos diferentes tratamentos foi de 7,85%, variando de 7,55 a 8,14%, estando abaixo dos valores encontrados na literatura. Morais *et al.* (2012) associaram a variação dos teores de PB encontrados entre experimentos aos diferentes cultivares de milho utilizados. Já Mombach *et al.* (2019) obtiveram resultados diferentes do presente experimento, encontrando valor de 9,4% de PB, para o tratamento com 40% de inclusão de água, associando a redução dos teores de PB à degradação dos compostos protéicos pela atividade dos microrganismos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em presença de umidade elevada ocorre menor acúmulo de MS e matéria mineral.

Em maiores condições de umidade ocorre maior acúmulo de matéria orgânica e ENN.

A adição de aditivo microbiano na ensilagem de grão de milho reidratado não teve o efeito esperado na redução do pH.

A utilização de aditivos aumentaram o teor de fibra bruta.

Os aditivos causaram maior perda por gases no tratamento em alta umidade.

Os níveis de PB não interagiram com os tratamentos de umidade e aditivos.

5. REFERÊNCIAS

AMARAL, R.C. NUSSIO, L.G. Fungos e micotoxinas em silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2011, Maringá. *Anais...* Maringá: Ed. Sthampa, 2011 p. 221-250..

ASHBELL, G. 1995. Basic principles of preservation of forage, by-products and residues as silage or hay. Bet Dagan: Agricultural Research Organization, The Volcani Center. (n.1664-E). 58p.

Benini, Matheus & Carvalho, Wellyngton & Pereira, Renata & Tavares, Queila & Minighin, Duarte & Nunes, Ruley & Souza, Luiz & Ribeiro, Carlos Henrique Milagres & Silva, Lucas. (2020). Avaliação química da silagem de grão de milho reidratado em diferentes níveis de adição de água. *Pubvet*. 14. 1-6. 10.31533/pubvet.v14n7a612.1-6.

BITENCOURT, L. L. (2012). Substituição de milho moído por milho reidratado e ensilado ou melaço de soja em vacas leiteiras. UFLA.

CHARMLEY, E. Towards improve silage quality: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, Ottawa, n.81, p.57-168, 2001.

COSTA, C.; MEIRELLES, P.R.L.; REIS, W. Silagem de grãos úmidos de cereais na alimentação animal. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2., Maringá. *Anais...* Maringá: UEM, 2004. p.133-160

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. Aditivos para silagem. Lavras: Editora UFLA, 1999. 17p. (UFLA. Boletim de extensão, 88).

FERRARETTO, L.F.; CRUMP, P.M.; SHAVER, R.D. Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis. *J. Dairy Sci.*v.96,p.533-550, 2013.

FRANÇA, A.F.S.; OLIVEIRA, R.D.P.; MIYAGI, E.S.; DA SILVA, A.G.; PERÓN, H.J.M.C.; BASTO, D.D.C. Características fermentativas da silagem de híbridos de sorgo sob doses de nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, v.12, n.3, p.383–391, 2011. <https://doi.org/10.5216/cab.v12i3.540>. Acesso em: 2 dez. 2023.

FRANÇA, A. M. S., FERREIRA, I. C., HERMISDORFF, Í. D. C., Mendonça, E. P., Fernandes, E. D. A., & Rossi, D. A. (2014). Dinâmica química, microbiológica e física da silagem de farelo úmido de glúten de milho. *Ciência Rural*, 45(4), 684-689. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20140716>.

GIRELLI, R. (2022). Silagem de trigo com diferentes aditivos e tempos de armazenamento. Universidade Estadual do centro-oeste – UNICENTRO. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Marechal Cândido Rondon. Disponível em <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/6204/5/Rafael_Girelli_2022.pdf > Acesso em 30 de novembro de 2023.

Gandra, J. R., Takiya, C. S., Del Valle, T. A., Oliveira, E. R., Goes, R. H. T. B., Gandra, E. R. S., Batista, J. D. O., & Araki, H. M. C. (2018). Soybean wholeplant ensiled with chitosan and lactic acid bacteria: Microorganism counts, fermentative profile, and total losses. *Journal of dairy science*, 101(9), 7871-7880. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-14268>.

ÍTAVO et al. Consumo e digestibilidade de nutrientes de dietas com silagens de grãos úmidos de milho ou sorgo, em ovinos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.61, n.2, p.452-459, 2009.

JOBIM, C. C. et al. AVALIAÇÃO DA SILAGEM DE GRÃOS ÚMIDOS DE MILHO. *Pesq.agropec bns.*, Brasília, v.32, n.3, p.31 - 1-315, mar. 1997

JOBIM, C. C. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem 25 conservada. *Rev. Bras. Zoot.*, 36 (Suppl.), p.101-119, 2007

JOBIM, C. C., Branco, A. F., Gai, V. F. Calixto Junior, M. C., & Santos, G. T. (2010). Quality of high moisture corn grain silage with addition of raw soybean grains and parameters of partial and total digestibility in cattle. *Qualidade Da Silagem de Grãos de Milho Com Adição de Soja Crua e Parâmetros de Digestibilidade Parcial e Total Em Bovinos*, 62(1), 107–115. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0102-09352010000100015>.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.. Princípios Básico da Fermentação na Ensilagem. In: REIS, R. A.; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.. **Forragicultura: Ciência, Tecnologia e Gestão dos Recursos Forrageiros**. Jaboticabal: Maria de Lourdes Brandel, 2013. Cap. 40. p. 649-660.

KUNG JR., L. et al. The effect of *Lactobacillus buchneri* 40788 on the fermentation and aerobic stability of ground and whole high-moisture corn. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v.90, n. 8 p.2309-2314, aug. 2007.

Leite JHGM, Lima RN, Moura AKB, Ima PO, Miranda MVFG (2012) Uso de gordura protegida na alimentação de ruminantes. *PUBVET* 6(23): 1401. doi: 10.22256/pubvet.v6n23.1401.

LUGÃO, S. M. B. et al. Silagem de milho de planta inteira. In: **Silagem de milho na atividade leiteira do sudoeste do Paraná: do manejo de solo e de seus nutrientes à ensilagem de planta inteira e grão úmidos**. Londrina: IAPAR, 2011. Cap. 2, p. 47 – 98.

Marafon, F., Neumann, M., Carletto, R., de Lima Wrobel, F., Mendes, E. D., Spada, C. A., & Faria, M. V. (2015). Características nutricionais e perdas no processo fermentativo de silagens de milho, colhidas em diferentes estádios reprodutivos com diferentes processamentos de grãos. *Semina: Ciências Agrárias*, 36(2), 917-931. doi: 10.5433/1679-0359.2015v36n2p917.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. *The biochemistry of silage*. 2.ed. Marlow: Chalcomb Publications, 1991. 340p.

MEDEIROS, S.R.; ALBERTINI, T.Z. **Partição de energia e sua determinação na nutrição de bovinos de corte.** In: MEDEIROS, S.R.; GOMES, R.C.; BUNGENSTAB, D.J. (Eds.). *Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações.* Brasília, DF: EMBRAPA, 2015. 176p.

MELLO, R. Silagem de milho, sorgo e gramíneas tropicais. *Revista Eletrônica Nutritime*, v.1, n.1, p.48-58, 2004.

MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. B.; GALYEAN, M. L. and VASCONCELOS, J. T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. *Journal of Animal Science*, v. 87, p. 3427-3439, 2009.

MOMBACH, M A, PEREIRA, D. H., PINA, D. S., BOLSON, D. C., & PEDREIRA, B. C. (2019). Silage of rehydrated corn grain. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 71(3), 959–966. DOI: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9676>.

MOMBACH, MIRCÉIA ANGELE. (2014). Silagem de grão de milho triturado e reidratado contendo glicerina bruta e inoculante microbiano. Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais.

MORAIS, M. DA G., ÍTAVO, C. C. B. F., ÍTAVO, L. C. V., BUNGENSTAB, D. J., RIBEIRO, C. B., OLIVEIRA, L. B., & SILVA, J. A. (2012). Inoculação de silagens de grãos úmidos de milho, em diferentes processamentos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13(4), 969–981. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1519-99402012000400002>.

MUCK, R. E. (2010). Silage microbiology and its control through additives. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39(Supl), 183–191. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1516-35982010001300021>.

NUSSIO, L. G.; ZOPOLLATTO, M.; MOURA, J. C. Metodologia de avaliação e aditivos. In: **WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM**, 2., 2000. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2001. 127p.

PEREIRA, MN, PEREIRA, RAN (2014) Dureza do grão de milho: um tópico brasileiro. III Simpósio Internacional em Formulação de Dietas para Gado Leiteiro, 77.

RIBAS, T.M.B. Efeito da inclusão de inoculante bacteriano na silagem de milho sobre as características quimiofermentativas e desempenho animal. 2018. 110f. Universidade Estadual do centro-oeste – UNICENTRO. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Guarapuava.

ROTH, G.; UNDERSANDER, D. Silage additives. In: *CORN silage production management and feeding.* Madison: American Society of Agronomy, 1995. p. 27-29.

SALMAN, A. K D.S et al. Metodologias para avaliação de alimentos para ruminantes domésticos. ISSN 0103-9865 Maio, 2010.

SOARES, F. A. Silagem de grão de milho reidratado com a utilização de aditivos. 2020. 28 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Instituto de Zootecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

SILVA, C. M., AMARAL, P. N. C. DO, BAGGIO, R. A., TUBIN, J. S. B., CONTE, R. A., PIVO, J. C. D., KRAHL, G., ZAMPAR, A., & PAIANO, D. (2016). Estabilidade de silagens de grãos úmidos de milho e milho reidratado. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 17(3), 341–343. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1519-99402016000300001>.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de Alimentos: Métodos químicos e biológicos*. 3 ed. Viçosa: UFV, 2002.

SILVA, N. C.; NASCIMENTO, C. F.; NASCIMENTO, F. A.; RESENDE, F. D.; DANIEL, J. L. P.; SIQUEIRA, G. R. Fermentation and aerobic stability of rehydrated corn grain silage treated with different doses of *Lactobacillus buchneri* or a combination of *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus acidilactici*. *Journal of Dairy Science*, v. 101, n. 5, p. 4158-4167, 2018.

TABACCO, E.; PIANO, S.; REVELLO-CHION, A.; BORREANI, G. (2011). Effect of *Lactobacillus buchneri* LN4637 and *Lactobacillus buchneri* LN40177 on the aerobic stability, fermentation products, and microbial populations of corn silage under farm conditions. *Journal of dairy science*, 94 (11), 5589-5598.

ZIMMER, E. (1980). Efficient silage systems. In *Occasional symposium-British Grassland Society*. Reading, UK.