

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

ANDRÉ FAVERO ZMIJEVSKI

**INFLUÊNCIA DO PROCESSAMENTO DOS GRÃOS SOBRE A QUALIDADE DA
SILAGEM DE MILHO**

PATO BRANCO

2024

ANDRÉ FAVERO ZMIJEVSKI

**INFLUÊNCIA DO PROCESSAMENTO DOS GRÃOS SOBRE A QUALIDADE DA
SILAGEM DE MILHO**

Influence of grain processing on the quality of corn silage

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação apresentado como requisito para
obtenção do título de Bacharel em Agronomia do
Curso de Bacharelado em Agronomia da
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.
Orientadora: Lisiane F. Soares, Prof. Dra.
Coorientador: Igor Kieling Severo, Me.



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

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

ANDRÉ FAVERO ZMIJEVSKI

**INFLUÊNCIA DO PROCESSAMENTO DOS GRÃOS SOBRE A QUALIDADE DA
SILAGEM DE MILHO**

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia do Curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

28/maio/2024

Lisiane Fernandes Soares
Doutorado em Zootecnia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Igor Kieling Severo
Engenheiro Agrônomo (Mestre em Agronomia)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

André Felipe Barion Alves Andrean
Doutorado em agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PATO BRANCO

2024

Dedico este trabalho a minha família, que me apoiaram e estiveram junto durante esta jornada.

AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço a minha orientadora Profa. Dra. Lisiane Fernandes Soares, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

RESUMO

Objetivou-se Avaliar a influência do processamento dos grãos, sobre a qualidade da silagem de milho. O presente trabalho foi realizado no estado do Paraná, a partir da análise de 45 amostras de silagem de milho de diferentes propriedades rurais que praticam a bovinocultura de corte e leite. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos. Os tratamentos são diferentes graus de processamento dos grãos: Excelente: > 70%; Adequado: 50 – 69%; Inadequado: < 50%. As amostras foram retiradas da face do silo, embaladas a vácuo e encaminhadas para o Laboratório de Nutrição Animal da Esalq-Pirassununga para análises de KPS, NIR e Penn state. O teor de ácido acético, ($P < 0,05$) apresentou valores mais altos para a categoria adequado. A análise do amido mostrou que silagens com KPS Inadequado e Adequado possuem maior concentração de amido ($P < 0,05$). A fibra em detergente neutro e a fibra em detergente ácido foram superiores na categoria excelente ($P < 0,05$). O teor de matéria seca, apresenta valores mais baixos categoria adequado ($P < 0,05$). A produção de leite por tonelada de matéria seca de silagem apresentou maiores produções nas categorias adequado e inadequado ($P < 0,05$). O teor de processamento dos grãos possui influencia na qualidade da silagem, apresentando maior produção de leite por tonelada de matéria seca a categoria com processamento dos grãos “adequado”.

Palavras chave: leite; milho; silagem; amido.

ABSTRACT

The objective was to evaluate the influence of grain processing on the quality of corn silage. The present work was carried out in the state of Paraná, based on the analysis of 90 samples of corn silage from different rural properties that practice beef and dairy cattle farming. The experimental design used was quite randomized, with three treatments. The treatments are different degrees of grain processing: Excellent: > 70%; Adequate: 50 – 69%; Inadequate: < 50%. The samples were removed from the face of the silo, vacuum packed and sent to the Esalq-Pirassununga Animal Nutrition Laboratory for KPS, NIR and Penn State analysis. The acetic acid content ($P < 0.05$) presented higher values for the appropriate category. Starch analysis showed that silages with Inadequate and Adequate KPS have a higher starch concentration ($P < 0.05$). Neutral detergent fiber and acid detergent fiber were higher in the excellent category ($P < 0.05$). The dry matter theory presents lower values in the appropriate category ($P < 0,05$). Milk production per ton of silage dry matter showed higher productions in the adequate and inadequate categories ($P < 0.05$). The grain processing content has an influence on the quality of the silage, showing higher milk production per ton of dry matter in the category with “adequate” grain processing.

Keywords: milk; corn; silage; starch.

TABELAS

Tabela 1 número de amostras por município	16
Tabela 2 análise de variância	19
Tabela 3 Características da silagem de milho de acordo com o KPS (Excelente: > 70%; Adequado: 50 – 69%; Inadequado: < 50%)	20

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	OBJETIVOS	10
2.1	Objetivo Geral.....	10
2.2	Objetivos Específicos	10
3	REFERENCIAL TEÓRICO	11
3.1	Bovinocultura no Brasil.....	11
3.2	Silagem de milho.....	13
3.3	KPS.....	14
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	16
5	RESULTADOS E DISCUÇÃO.....	18
6	CONCLUSÃO.....	22

1 INTRODUÇÃO

O milho é cada vez mais recomendado como a cultura de maior expressão para ensilagem no Brasil, devido às suas características qualitativas e quantitativas, além da boa aceitação por bovinos, bubalinos, caprinos e ovinos, para a produção de leite e ganhos de peso satisfatórios em animais para corte (Redvet, 2009).

Segundo Junior, (2016), a silagem de milho é um alimento rico em energia, sendo a parte vegetativa rica em fibra em detergente neutro (FDN), e a parte dos grãos rica em amido. Grãos inteiros, ou não danificados podem acarretar na baixa digestibilidade do amido no trato digestivo total.

A quantidade de carboidratos presentes é um dos principais fatores para qualificar uma silagem, o amido é a principal fonte de carboidrato do milho. Baixas quantidades de amido resultam em menor síntese de proteína microbiana no rúmen, menores teores de proteína no leite por consequência e principalmente menor produção de leite (Silva, 2022).

A maior quantidade de amido encontrada em uma planta de milho está nos grãos, e o processamento dos mesmos é uma alternativa para garantir a digestibilidade. A resposta do grão ao processamento parece ser inversamente proporcional a sua digestibilidade na forma original (BITENCOURT, 2012).

A pontuação de processamento de kernel (KPS, do inglês "Kernel Processing Score") é uma métrica para avaliação da qualidade da silagem de milho. Desenvolvida por Mertens em 2005, nessa metodologia a amostra de silagem de milho é submetida a uma série de peneiras com malhas de tamanhos variáveis afim de determinar a quantidade de amido que consegue passar por uma peneira de 4,75 milímetros, tamanho considerado mais facilmente digerível pelas vacas leiteiras em lactação (Mertens, 2005).

Este trabalho propõe uma avaliação sobre a influência do processamento dos grãos de milho sobre a qualidade da silagem, explorando os efeitos de diferentes graus de processamento de grãos no aspecto nutricional do produto final. Compreender como diferentes graus de processamento afetam a composição química, é fundamental para otimizar os sistemas de produção de alimentos para ruminantes, promovendo a eficiência alimentar, a saúde animal e a rentabilidade dos produtores.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar a influência do processamento dos grãos, sobre a qualidade da silagem de milho.

2.2 Objetivos Específicos

Avaliar o efeito do processamento dos grãos, sobre as características físico-químicas da silagem.

Avaliar o efeito do processamento dos grãos, sobre a produção de leite em diferentes graus de processamentos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Bovinocultura no Brasil

A bovinocultura, se faz presente desde o início da colonização do território brasileiro pelos portugueses, sendo muito marcante nos processos de expansão e ocupação territorial e desenvolvimento da economia. Tendo seu início com técnicas pouco avançadas e com o decorrer dos anos vem incorporando novas tecnologias e inovações (Batistella, 2011).

A cadeia produtiva de leite e derivados é de elevada importância para o agronegócio brasileiro, tanto pela renda gerada como pela geração de empregos. A partir da década de 90 a atividade se tornou mais relevante e com isso vieram incrementos de tecnologia, modernização e a oferta nacional cresceu. Neste cenário destaca-se que, onde mesmo em decréscimo do preço do leite a produção continua aumentando, demonstrando o avanço tecnológico que reduziu os custos de produção e aumentou a produtividade (Da Rocha et al.,2018).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de leite, com mais de 34 bilhões de litros por ano. A vasta maioria dos municípios brasileiros, 98% deles, está envolvida na produção leiteira, o que sublinha a importância deste setor para a economia local e nacional. Uma característica distintiva da produção de leite no Brasil é a predominância de pequenas e médias propriedades. Isso destaca a importância do setor para a agricultura familiar, sustentabilidade, desenvolvimento rural e segurança alimentar. O setor lácteo brasileiro é responsável pelo emprego de cerca de 4 milhões de pessoas, contando com mais de 1 milhão de propriedades produtoras de leite (Mapa, 2024)

Na região Sul do Brasil, o sistema de produção familiar se destaca com a atividade leiteira consolidando-se como principal fonte de renda para pequenos agricultores. Esse cenário impacta significativamente no desenvolvimento regional, contribuindo para absorção de mão de obra, alcance social amplo e agregação de valor nas propriedades, viabilizando até mesmo o aproveitamento de terras de qualidade inferior. A cadeia produtiva leiteira de base familiar revela-se promissora, dadas as perspectivas de crescimento no Brasil e a capacidade ágil de adaptação e reconversão produtiva desse sistema (Jung et al.,2017).

Na cadeia produtiva do leite, a ausência de conhecimento por parte dos envolvidos na produção primária constitui uma significativa limitação para o setor, tendo impacto direto na indústria de lácteos. Esta última depende de matéria-prima de

alta qualidade para se manter atualizada e competitiva diante das demandas do mercado global. Portanto, a compreensão e aprimoramento dos processos na produção primária são essenciais para assegurar não apenas a qualidade da matéria-prima, mas também a viabilidade e o desenvolvimento sustentável de toda a cadeia produtiva do leite (Vilela et al.,2014).

3.2 Silagem de milho

O milho, de origem mexicana, foi historicamente cultivado por indígenas americanos em montes, utilizando um sistema complexo que levava em conta a variedade plantada conforme sua finalidade. Atualmente, a silagem de milho é a forragem mais prevalente no Brasil, devido à sua capacidade de fornecer forragem rica em energia e proteína para o gado, aliada à facilidade de cultivo em comparação com outras culturas. Este tipo de silagem desempenha um papel fundamental na alimentação de bovinos, já que a planta de milho oferece um volume substancial de alimento palatável, altamente digestível e rico em energia, o que contribui significativamente para o potencial de produção leiteira (Scheler & Cavichioli., 2021).

A produção de silagem é um método de conservação de forragens baseado em um processo de fermentação anaeróbica que transforma os carboidratos solúveis presentes na forragem em ácidos orgânicos, graças à ação de microrganismos. A qualidade final da silagem é fortemente influenciada pela eficácia desse processo de fermentação e por diversos fatores que o afetam (Neumann, 2007).

A composição nutricional da silagem de milho é muito variável pois está diretamente relacionada ao manejo nutricional e fitossanitário do milho, bem como pelo seu processo fermentativo. Contudo para manejo de alta performance na bovinocultura o conhecimento da qualidade da silagem é indispensável (Silva., 2022)

A planta de milho pode ser separada em dois componentes distintos, os grãos e a fração vegetativa. O grão de milho é rico em energia, devido à alta quantidade de amido encontrado principalmente no endosperma. Já a fração vegetativa, correspondente a folhas, caule e sabugo principalmente, é composta basicamente por carboidratos estruturais (Zopollatto, 2009).

A fração dos carboidratos estruturais representa a fibra, a qual é essencial para a manutenção da saúde dos animais ruminantes, pois ela estimula a mastigação e conseqüentemente a produção de saliva, a qual é essencial para o equilíbrio do pH ruminal (Machado, 2009).

3.3 KPS

O Kernel Processing Score (KPS) é uma medida crucial utilizada para determinar quão efetivamente os grãos de milho foram processados na produção de silagem. Essencialmente, o KPS reflete o grau de fragmentação dos grãos, uma condição importante para aumentar a acessibilidade e a digestibilidade do amido para ruminantes, como vacas leiteiras. Um valor alto de KPS indica que a maior parte dos grãos foi adequadamente quebrada, otimizando a superfície para interação com os microrganismos digestivos no rúmen (Reis, 2021).

Para avaliar o KPS, diversos métodos podem ser aplicados, sendo o peneiramento um dos mais comuns. Este processo envolve a separação da silagem por meio de agitação de um conjunto de peneiras de diferentes granulometrias (19,00 mm; 13,20 mm; 9,50 mm; 6,70mm e 4,75 mm). A quantificação do material retido em cada peneira fornece uma base para calcular o KPS, com o intuito de identificar a porcentagem de grãos que foram suficientemente processados para melhorar a digestibilidade. A silagem é considerada como de excelente processamento, quando a porcentagem de amido que passou da peneira de 4,75 mm é maior do que 75%, é considerada como de baixo grau de processamento quando a quantidade de amido que passou pela peneira de 4,75 mm é inferior a 50% (Junior, 2016).

Outro método foi desenvolvido para auxiliar produtores na avaliação do KPS, durante a colheita de milho para silagem. O método visa a separação das frações de massa volumosa, e grãos, por meio da flutuação e densidade na água. Inicialmente, uma quantidade de massa de forragem de milho picada é colocada em um recipiente com água, onde é agitada delicadamente para separar os grãos da massa. Após a remoção da massa, a água é retirada com cuidado para separar os grãos que se depositam no fundo e os que boiam. Para avaliar o grau de processamento, recomenda-se secar os grãos utilizando pano, papel toalha, micro-ondas ou fritadeira a ar. No quarto passo deste método, os grãos secos são despejados em uma peneira de 4,75 mm, seguido da pesagem dos grãos que passaram pela peneira e dos retidos. O resultado do teste KPS é obtido dividindo o peso dos grãos que passaram pela peneira pelo peso total da amostra (Feldmann et al., 2023).

O teste do copo para monitoramento do processamento de silagem de milho também é utilizado para avaliar o processamento dos grãos durante a colheita. O copo utilizado tem um volume de um litro, e o padrão ideal de quebramento de grãos é apresentar no máximo dois grãos inteiros ou quebrados ao meio por amostra. O

padrão mínimo é que cada amostra contenha no máximo quatro grãos inteiros ou quebrados ao meio. O grau de processamento dos grãos está diretamente relacionado ao teor de umidade na planta e nos grãos, assim como ao volume de palha, que, quando úmida, pode proteger os grãos, impedindo seu processamento. (Buriol et al., 2021).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado entre os meses de abril e outubro de 2021, a partir de amostras de silagens de milho provenientes de 9 municípios do estado do Paraná, totalizando 45 amostras (Tabela 1), conforme regulamento publicado pelo Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná (IDR Paraná, 2021).

Tabela 1 número de amostras por município

Municípios	Número de Amostra
Chopinzinho	18
Saudade do Iguaçu	8
Vitorino	9
Palmas	3
Guarapuava	2
Mangueirinha	2
Mariópolis	1
Bom Sucesso do Sul	1
Clevelândia	1

Fonte: Autoria própria (2024).

A amostragem foi realizada por pesquisadores/agentes de desenvolvimento do IDR-Paraná. A retirada de amostras ocorreu na face dos silos, seguindo o formato de "w", com a retirada de cinco amostras/silo, respeitando distância mínima de 15 cm entre uma e outra. A retirada de amostras em pontos com silagem visivelmente deteriorada ou mofada foi evitada. Após a coleta, duas amostras compostas de 500g foram obtidas. Uma amostra composta de cada silo foi embalada a vácuo e enviada para análise química no Laboratório de Zootecnia da ESALQ/USP, utilizando-se o método de espectroscopia de infravermelho próximo (NIR). Foram determinados os conteúdos de matéria seca (MS), amido, digestibilidade do amido em 7 horas, fibra em detergente neutro (FDN), digestibilidade da FDN em 30 horas, proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT). Além da composição química, foi realizada a análise de escore de processamento dos grãos (KPS: Kernel processing score). A relação entre a produção de leite e produção de silagem (kg de leite/tonelada de matéria seca de silagem) foi estimada pelo modelo Milk2006 desenvolvido por Shaver e Lauer (2006). A segunda amostra foi destinada para determinação do tamanho de partículas com a utilização do conjunto de peneiras Penn State, seguindo a metodologia proposta por Heinrichs 13 e Kononoff (2002), cujo conjunto utilizado é

composto por uma peneira superior de 19 mm e uma intermediária de 7,8 mm, além de um fundo fechado.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias serão comparadas pelo teste Tukey ($\alpha = 0,05$), utilizando software R.

5 RESULTADOS E DISCUÇÃO

Na tabela 2 são apresentadas as análises de variância, das análises NIR e Penn state, onde observou-se que os tratamentos: ácido acético (Ac), amido (Amid), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) diferiram estatisticamente entre si ($P < 0,05$). No entanto, não foram encontradas diferenças significativas ($P > 0,05$), nos tratamentos: Proteína bruta (Pb), lignina (Lig), teor de matéria seca (MS), partículas retidas nas peneiras (PenS e PenM), fundo da peneira (Fun), índice de qualidade da silagem (IQS) e produção de leite por tonelada de matéria seca de silagem (PL).

Tabela 2 - Graus de liberdade (GL) e quadrados médios (QM) da análise de variância para as variáveis ácido acético (Ac), amido (Amid), proteína bruta (Pb) através de dados transformados utilizando “ $1/(x^2 + k)$ ”, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (Lig), teor de matéria seca (MS), partículas retidas na peneira superior (19 mm) (PenS) através de dados transformados utilizando “Raiz ($x + k$)”; partículas retidas na peneira media (7,8 mm) (PenM); Fun, fundo da peneira; IQS = índice de qualidade da silagem e PL = produção de leite/tonelada de matéria seca de silagem.

Tabela 2 análise de variância

Análise de variância							
--	-	Ac	Amid	Pb	FDN	FDA	Lig
FV	GL				QM		
Tratamento	2	1,72*	1035,32 *	,000079 ^{ns}	446,27 *	448,21 *	,624889 ^{ns}
Resíduo	42	0,39	67,19	0,000028	36,67	43,44	0,505079
Total	44	0,45	111,20	0,000031	55,29	61,83	0,510525
Média	-	3,05	29,36	10,22	43,47	26,88	2,764,444
CV(%)	-	20,56	27,92	40,68	13,93	24,52	2,570,822
[...]							
--		MS	PenS	PenM	Fun	IQS	PL
FV					QM		
Tratamento		164,17 ^{ns}	,894 ^{ns}	86,663 ^{ns}	8,759 ^{ns}	189,005 ^{ns}	,176802 **
Resíduo		5,243,702	0,818	78,902	71,408	64,014	0,015
Total		5,751,591	0,821	79,255	68,560	69,696	0,022
Média		35,3	6,325	55,094	38,514	80,629	1,581
CV(%)		2,051,371	38,48	16,122	21,940	9,923	7,819

* Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F; ^{ns} Não significativo

Fonte: Autoria própria (2024)

Tabela 3 Características da silagem de milho de acordo com o KPS (Excelente: > 70%; Adequado: 50 – 69%; Inadequado: < 50%)

Variáveis	Categoria KPS (%)			P - value
	Excelente	Adequado	Inadequado	
Ac, % da MS	2,89 ^{ab}	3,44 ^a	2,82 ^a	0,018
Amid, % da MS	20,07 ^b	31,92 ^a	36,08 ^a	<0,001
Pb, % da MS	13,20	9,02	8,43	0,060
Fdn, % da MS	49,67 ^a	41,33 ^b	39,41 ^b	<0,001
Fda, % da MS	33,18 ^a	24,06 ^b	23,39 ^b	<0,001
Lig, % da MS	2,92	2,84	2,53	0,300
MS, % da MN	35,42 ^{ab}	31,93 ^b	38,54 ^a	0,049
PenS, % da MS	8,02	6,21	4,73	0,344
PenM, % da MS	52,84	54,80	57,63	0,342
Fun, % da MS	38,93	38,97	37,62	0,884
IQS	81,28	83,82	76,81	0,063
PL, ton	1,46 ^b	1,68 ^a	1,58 ^a	<0,001

MS: matéria seca; Mn: matéria mineral; Excelente: > 70%; Adequado: 50 – 69%; Inadequado: < 50%; Ac: ácido acético; Amid: amido; Pb: proteína bruta; Fdn: fibra em detergente neutro; Fda: fibra em detergente ácido; Lig: Liginina; MS: teor de matéria seca; PenS = partículas retidas na peneira superior (19 mm); PenM = partículas retidas na peneira média (7,8 mm); Fun, fundo da peneira; IQS = índice de qualidade da silagem e PL = produção de leite/tonelada de matéria seca de silagem.

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem pelo teste Tukey ($P < 0,05$).

Fonte: Autoria própria (2024).

O teor de ácido acético (Ac), variou de (3,44 a 2,82) ($P < 0,05$), com valores mais altos para a categoria adequado e inferiores para inadequado. No estudo de Andrade, (2022) avaliando diferentes processamentos (sem e com utilização de processador de grãos na ensilagem), encontra que o ácido acético não apresenta diferenças significativas pelo processamento dos grãos para um mesmo híbrido. Portanto esta variação acontece pela ocorrência de diferentes híbridos, semelhante ao estudo de Júnior et al. (2005), onde diferentes híbridos apresentaram diferentes valores para o Ácido acético.

A análise do amido mostrou que silagens com KPS Inadequado e Adequado possuem maior concentração de amido comparadas à categoria excelente ($P < 0,05$). Avaliando diferentes processamentos na silagem de milho Buriol et al. (2021) afirmam que teor de amido não possui relação com o processamento das partículas e está atrelado às características fisiológicas dos híbridos cultivados. Khan et al., (2015), observaram que teor de amido na silagem de milho pode ser influenciada por diversos fatores, incluindo a proporção de grãos no volume total ensilado e o estágio de maturidade da planta.

A proteína bruta não apresentou diferenças significativas (8,43 a 13,2), ($P > 0,05$). No estudo de Silva et al. (2022) valores parecidos foram encontrados (9,86 e 7,75), estando estes dentro da média segundo os autores. A proteína bruta apresenta relação com a disponibilidade de nitrogênio do solo. O estudo de Carvalho (2023) mostra que para maiores doses de N em cobertura, maiores os valores de proteína bruta

Os resultados também demonstraram que a fibra em detergente neutro (FDN) apresentou valores mais elevados na categoria excelente (49,67%), ($P < 0,05$), sendo consoante ao estudo de Lopes et al. (2022), os quais obtiveram resultados de (45,6 a 43,3%) onde os valores diminuíram para FDN com o aumento dos teores de amido.

A fibra em detergente ácido (FDA) foi superior na categoria excelente (33,18%) ($P < 0,05$), a qual possui melhor processamento de grãos. No estudo de Andrade (2022), em diferentes tratamentos (com e sem utilização de processador de grãos na ensilagem), também encontram maiores valores de FDA, nos tratamentos com melhor processamento.

O teor de lignina não apresentou diferenças significativas ($P > 0,05$), entre as categorias e apresenta resultados esperados, pois em alimentos volumosos quanto maiores os valores de FDA, este terá menor digestibilidade, pois apresenta maior proporção de frações menos digeríveis como lignina e celulose (De Sousa Peres., 2020).

O teor de matéria seca (MS), demonstrou diferenças significativas ($P < 0,05$), sendo que a categoria Adequado apresenta valores mais baixos, não apresentando relação direta com o grau de processamento dos grãos. O estudo de Lima et al (2021), expõem que a determinação do teor de matéria seca, está intimamente ligada ao momento ideal de ensilagem. Silagens de milho com menos de 30% de matéria seca são geralmente consideradas colhidas precocemente, o que pode resultar em perdas e diminuição do valor nutricional final da silagem.

Notavelmente, a produção de leite por tonelada de matéria seca de silagem apresentou diferenças significativas ($P < 0,05$), com as categorias Adequado (1,68), e inadequado (1,58), superando a Excelente (1,46). Os valores obtidos corroboram com o estudo de (Buriol et al., 2021), onde encontraram um valor médio de (1,63), porem neste, os tratamentos com cracker e sem cracker (diferentes graus de processamento dos grãos) não diferiram estatisticamente.

6 CONCLUSÃO

O teor de processamento dos grãos possui influencia na qualidade da silagem, apresentando alterações no ácido acético, amido, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido.

A categoria com processamento dos grãos “adequado”, apresentou maior produção de leite por tonelada de matéria seca.

REFERENCIAS

- ANDRADE, Marina Elizabeth Barbosa. Efeito do processamento, inoculante bacteriano e tempo de armazenamento sobre a qualidade da silagem da planta inteira de milho. 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/8b89ab87-4f73-4407-9fe5-a529c942efe2>. Acessado em: 14 de jun. 2024
- BARROS, José FC; CALADO, José G. A cultura do milho. 2014. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/10804> Acessado em: 14 de jun. 2024.
- BATISTELLA, M., ANDRADE, R. G., Bolfe, É. L., VICTORIA, D. D. C., & da SILVA, G. B. S. Geotecnologias e gestão territorial da bovinocultura no Brasil. 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/901351>. Acessado em: 14 de jun. 2024.
- BITENCOURT, Luciene Lignani. Substituição de milho moído por milho reidratado e ensilado ou melaço de soja em vacas leiteiras. **Universidade Federal de Lavras-MG**, 2012. Disponível em: http://grupodoleiteufla.com.br/upimg/ck/files/Material_TESE_Substitui%C3%A7%C3%A3o_de_milho_mo%C3%ADdo_por_milho_reidratado.pdf. Acessado em: 14 de jun. 2024.
- BURIOL, Lisandro Rodrigo et al. Perfil granulométrico e digestibilidade do amido da silagem de milho submetida a diferentes processamentos. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 39680-39710, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/28396>. Acessado em: 14 de jun. 2024.
- CARVALHO, Acir Felipe Grolli et al. RELAÇÕES ENTRE CARACTERES AGRONÔMICOS E BROMATOLÓGICOS DA SILAGEM DE MILHO NO SUDOESTE DO PARANÁ, BRASIL. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 14, n. 2, p. 393-406, 2023 Disponível em: <https://revista.unifaema.edu.br/index.php/Revista-FAEMA/article/view/1368>. Acessado em: 14 de jun. 2024.
- CEZAR, I. M., de QUEIROZ, H. P., THIAGO, L. D. S., GARAGORRY, F. L., & COSTA, F. P. **Sistemas de produção de gado de corte no Brasil: uma descrição com ênfase no regime alimentar e no abate**. Campo Grande, MS: Embrapa Gado de Corte, 2005., 2005. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/326307>. Acessado em: 14 de jun. 2024.
- DA ROCHA, D. T.; DE RESENDE, J. C.; MARTINS, P. do C. Evolução tecnológica da atividade leiteira no Brasil: uma visão a partir do Sistema de Produção da Embrapa Gado de Leite. 2018. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1098303>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

DE SOUSA PERES, Mateus et al. Qualidade nutricional e bromatológica da silagem de milho inoculado com azospirillum em cultivo solteiro e consorciado. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 85974-85988, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/19506>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

DEMINICIS, B. B., VIEIRA, H. D., JARDIM, J. G., DO CARMO ARAÚJO, S. A., NETO, A. C., de Oliveira, V. C., & DA SILVA LIMA, E. Silagem de milho- Características agrônômicas e considerações. **REDVET. Revista electrónica de Veterinaria**, v. 10, n. 2, p. 1-6, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617114010.pdf>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

FACTORI, M. A., COSTA, C., LIMA MEIRELLES, P. R. D., DA SILVEIRA, F., PAULO, J., Da Silva, B., & GABRIELA, M. Degradabilidade e digestibilidade de híbridos de milho em função do estágio de colheita, tamanho de partícula e processamento por meio do esmagamento na ensilagem. **Bioscience Journal**, p. 882-891, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/79fcfe3d-1b95-4f86-849e-20f094a8f02c/content>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

FELDMANN, Neuri Antonio et al. PROCESSAMENTO DE GRÃOS: ANÁLISE KPS NA PRODUÇÃO DE SILAGEM DE MILHO. **Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio**, v. 2, p. 169-187, 2023. Disponível em: <http://revistas.uceff.edu.br/inovacao/article/view/242>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

FERRARETTO, L. F.; SHAVER, R. D.; LUCK, B. D. Silage review: Recent advances and future technologies for whole-plant and fractionated corn silage harvesting. **Journal of dairy science**, v. 101, n. 5, p. 3937-3951, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030218303199>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

GONTIJO, César Victor Brandão. Uso de ácido acético (vinagre de maçã) na dieta de vacas em lactação: produção, composição e qualidade do leite. 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/BUOS-8VFJAA>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

GUIMARAES JUNIOR, R., GONÇALVES, L., PEREIRA, L., & TOMICH, T. Ureia na alimentação de gado de leite. 2009. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/916719>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

JUNG, Carlos Fernando; JÚNIOR, Alexandre Aloys Matte. Produção leiteira no Brasil e características da bovinocultura leiteira no Rio Grande do Sul. **Ágora, Santa Cruz do Sul**, v. 19, n. 1, p. 34-47, 2017. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Alexandre-Matte-Junior/publication/318252149_Producao_leiteira_no_Brasil_e_caracteristicas_da_bovinocultura_leiteira_no_Rio_Grande_do_Sul/links/5b527cd90f7e9b240ff51082/Producao-leiteira-no-Brasil-e-caracteristicas-da-bovinocultura-leiteira-no-Rio-Grande-do-Sul.pdf. Acessado em: 14 de jun. 2024.

JÚNIOR, Evaldo Ferrari et al. Características agronômicas, composição química e qualidade de silagem de oito cultivares de milho. **Boletim de Indústria Animal**, v. 62, n. 1, p. 19-27, 2005. Disponível em: <http://bia.iz.sp.gov.br/index.php/bia/article/view/1312>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

JUNIOR, Gilson Sebastiao dias. "processamento de silagem de milho e suplementação de vacas leiteiras com enzimas fibrolíticas". 2016. Disponível em: <https://pesquisa.bvsalud.org/porta1/resource/pt/vtt-204374>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

KHAN, Nazir A. et al. Nutritive value of maize silage in relation to dairy cow performance and milk quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 95, n. 2, p. 238-252, 2015. Disponível em: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jsfa.6703?casa_token=y21DjtvJ8DgAA AAA%3AzllcR- l7guSyjuJKnZVnZ7vcCqJcKpF2BeX9L2c2B805HdPfyIFv5XflpC5TOczoPmEfYWhSd hkqajw. Acessado em: 14 de jun. 2024.

LIMA, D. et al. Relatório dos resultados: 2º torneio de silagem - Palmas. Pato Branco: [s.n.], 2021. Disponível em: <https://www.idrparana.pr.gov.br/Pagina/Projeto-Qualidade-Silagem>.

MACHADO, F. S., GONÇALVES, L. C., RIBAS, M. N., & JUNIOR, G. D. O. R. Fibra na alimentação de gado de leite. **Gado de Leite**, p. 152, 2009. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/916719/1/LivroeCapaAliment osparaGadodeLeite.pdf#page=160>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

MALAFAIA, G. C., FRAINER, D. M., CASAGRANDA, Y. G., & DE AZEVEDO, D. B. A mensuração do produto interno bruto do complexo da bovinocultura de corte no Brasil. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 38, n. 2, p. 26777, 2021. Disponível em: <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/26777>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

MAPA. Mapa do leite: Políticas públicas e privadas para o leite. 2024. Disponível em: < <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite#:~:text=O%20Brasil%20%C3%A9%20o%20terceiro,de%204%20milh%C3%B5es%20de%20pessoas.>>. Acessado em: 22 abr. 2024.

MISSIO, R. L., BRONDANI, I. L., FREITAS, L. D. S., SACHET, R. H., SILVA, J. H. S. D., & RESTLE, J. Desempenho e avaliação econômica da terminação de tourinhos em confinamento alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 1309-1316, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/9ZB9NtwKCKjJS93Qj5dvJZn/?format=html&lang=pt>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

NEUMANN, M., MÜHLBACH, P. R. F., RESTLE, J., OST, P. R., LUSTOSA, S. B. C., & FALBO, M. K. Ensilagem de milho (*Zea mays*, L.) em diferentes alturas de corte e tamanho de partícula: produção, composição e utilização na terminação de bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n. 03, 2007. Disponível em: <https://rbms.abms.org.br/index.php/ojs/article/view/240>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

OLIVEIRA, P. C. S., ARCANJO, A. H. M., MOREIRA, L. C., JAYME, C. G., DOS REIS NOGUEIRA, M. A., de SOUZA LIMA, F. A., ... & CAMILO, M. G. Qualidade na produção de silagem de milho. **Pubvet**, v. 8, p. 0340-0443, 2014. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Angelo-Arcanjo/publication/309452609_Qualidade_na_producao_de_silagem_de_milho/links/5ebacb8992851c11a8629a11/Qualidade-na-producao-de-silagem-de-milho.pdf. Acessado em: 14 de jun. 2024.

PEREIRA, RG de A. et al. Processos de ensilagem e plantas a ensilar. 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Angelo-Arcanjo/publication/309452609_Qualidade_na_producao_de_silagem_de_milho/links/5ebacb8992851c11a8629a11/Qualidade-na-producao-de-silagem-de-milho.pdf. Acessado em: 14 de jun. 2024.

POSSENTI, R. A., FERRARI JUNIOR, E., BUENO, M. S., BIANCHINI, D., LEINZ, F. F., & RODRIGUES, C. F. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. **Ciência Rural**, v. 35, p. 1185-1189, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/xZZwgdLqYbHhyMBvMk465fB/>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

REIS, Gabriel de Assis. **Processamento mecânico da fração de grãos como estratégia de aumento da inclusão de silagem de milho em dietas de vacas leiteiras**. 2021. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-17062021-110412/en.php>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

SILVA, Letícia Cássia; DE SÁ, Francisco Lima; DE OLIVEIRA, Fabiana Lopes Ramos. COMPOSIÇÃO BROMATOLOGICA E INDICE DE QUALIDADE DE SILAGEM DAS PROPRIEDADES LEITEIRAS DA CIDADE DE MUZAMBINHO. **15º JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA E 12º SIMPÓSIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DO IFSULDEMINAS**, v. 14, n. 2, 2022. Disponível em: <https://josif.ifsuldeminas.edu.br/ojs/index.php/anais/article/view/589>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

SILVA, Paulo de Sousa da. Utilização de silagem de milho no confinamento de bovinos de corte: uma revisão bibliográfica. 2022. Disponível em: <http://repositorio.favale.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/107>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

VELHO, J. P., MÜHLBACH, P. R. F., NÖRNBERG, J. L., VELHO, I. M. P. H., GENRO, T. C. M., & KESSLER, J. D. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1532-1538, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/MjQwPMVn5TWHbKwywV7bNCw/?format=html>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

VILELA, Duarte; DE RESENDE, J. C. Cenário para a produção de leite no Brasil na próxima década. 2014. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1019945/1/ArtigoAnais6SulleiteVilela.pdf>. Acessado em: 14 de jun. 2024.

ZOPOLLATTO, M., NUSSIO, L. G., MARI, L. J., SCHMIDT, P., DUARTE, A. P., & Mourão, G. B. Alterações na composição morfológica em função do estágio de maturação em cultivares de milho para produção de silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 452-461, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/f3rPCjjdtwD4LCyM859tGFG/>. Acessado em: 14 de jun. 2024.