

Perfil granulométrico da silagem de milho produzida em propriedades rurais do Triângulo Mineiro

Granulometric profile of corn silage produced in rural properties of Triângulo Mineiro

Perfil granulométrico del ensilaje de maíz producido en propiedades rurales en Triângulo Mineiro

Recebido: 27/08/2024 | Revisado: 05/09/2024 | Aceitado: 06/09/2024 | Publicado: 12/09/2024

Lais Regis Rezende

ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-7739-1552>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Brasil

E-mail: lais.rezende@estudante.iftm.edu.br

Cristiane Amorim Fonseca Alvarenga

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5669-0029>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Brasil

E-mail: cristianefonseca@iftm.edu.br

Maíza Oliveira Mendes

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-5042-7182>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro, Brasil

E-mail: maiza.mendes@estudante.iftm.edu.br

Resumo

A picagem adequada do milho para a produção de silagem é fundamental para melhorar a digestibilidade do amido através da quebra uniforme dos grãos, facilitando a ação das enzimas digestivas nos animais. Este processo não apenas aumenta a disponibilidade de nutrientes como amido e proteínas, mas também contribui para a conservação da qualidade nutricional da silagem durante o armazenamento. Objetivou-se com este trabalho investigar o perfil granulométrico da silagem de milho em propriedades rurais localizadas na região do Triângulo Mineiro, Estado de Minas Gerais (MG), Brasil, isto é, foram colhidas amostras de 19 produtores rurais a fim de se quantificar e caracterizar sua granulometria, de acordo com a metodologia de análise KPS (Kernel Processing Score), bem como a quantidade de grão que sofreram processos mecânicos, a fim de verificar o padrão digestivo e nutricional das vacas de leite em produção, e conseqüentemente, o nível tecnológico dos produtores de leite da região. As análises foram realizadas no laboratório do Instituto Federal do Triângulo Mineiro – *campus* Uberlândia, em que se pode verificar que 63% das propriedades obtiveram ótimo processamento da silagem de milho, 21% apresentaram processamento adequado e somente 16% destas foram classificadas com processamento ruim, demonstrando a necessidade de realizar avaliações mais frequentes e melhorias nos processos de ensilagem para garantir uma qualidade mais consistente da silagem de milho, que não apenas beneficiarão a capacidade de ingestão e digestão dos bovinos, mas também contribuirão para a conservação e eficácia geral da silagem nas propriedades rurais.

Palavras-chave: Kernel processing score; Granulometria; Silagem de milho.

Abstract

Properly chopping corn for silage production is essential to improve starch digestibility through uniform grain breakdown, facilitating the action of digestive enzymes in animals. This process not only increases the availability of nutrients such as starch and proteins, but also contributes to preserving the nutritional quality of the silage during storage. The objective of this work was to investigate the granulometric profile of corn silage in rural properties located in the Triângulo Mineiro region, state of Minas Gerais (MG), Brazil, that is, samples were collected from 19 rural producers in order to quantify and characterize their granulometry, according to the methodology of KPS (Kernel Processing Score) analysis, as well as the amount of grain that underwent mechanical processes, in order to verify the digestive and nutritional standard of dairy cows in production, and consequently, the technological level of dairy producers in the region. The analyzes were carried out in the laboratory of the Federal Institute of Triângulo Mineiro – Uberlândia campus, where it can be seen that 63% of the properties obtained excellent processing of corn silage, 21% presented adequate processing and only 16% of these were classified as having poor processing, demonstrating the need to carry out more frequent assessments and improvements to ensilage processes to ensure a more consistent quality of corn silage, which will not only benefit the ingestion and digestion capacity of cattle, but will also contribute to the conservation and overall effectiveness of silage in rural properties.

Keywords: Kernel processing score; Granulometry; Corn silage.

Resumen

El picado adecuado del maíz para la producción de ensilaje es fundamental para mejorar la digestibilidad del almidón mediante una descomposición uniforme del grano, facilitando la acción de las enzimas digestivas en los animales. Este proceso no sólo aumenta la disponibilidad de nutrientes como almidón y proteínas, sino que también contribuye a preservar la calidad nutricional del ensilaje durante el almacenamiento. El objetivo de este trabajo fue investigar el perfil granulométrico del ensilaje de maíz en propiedades rurales ubicadas en la región del Triângulo Mineiro, Estado de Minas Gerais (MG), Brasil, es decir, se recolectaron muestras de 19 productores rurales con el fin de cuantificar y caracterizar su granulometría, según la metodología de KPS (Kernel Processing Score), así como la cantidad de grano que fue sometido a procesos mecánicos, con el fin de verificar el estándar digestivo y nutricional de las vacas lecheras en producción, y consecuentemente, el nivel tecnológico de los productores lecheros de la región. Los análisis fueron realizados en el laboratorio del Instituto Federal Triângulo Mineiro – campus Uberlândia, donde se puede observar que el 63% de las propiedades obtuvieron excelente procesamiento del ensilaje de maíz, el 21% presentó procesamiento adecuado y sólo el 16% de estas fueron clasificadas como tener un procesamiento deficiente, demostrando la necesidad de realizar evaluaciones más frecuentes y mejoras a los procesos de ensilaje para asegurar una calidad más consistente del ensilaje de maíz, lo que no solo beneficiará la capacidad de ingestión y digestión del ganado, sino que también contribuirá a la conservación y Eficacia general del ensilaje en propiedades rurales.

Palabras clave: Kernel Processing Score; Granulometría; Ensilaje de maíz.

1. Introdução

A produção leiteira no Brasil, em 2022, atingiu um valor recorde de 25,53 bilhões de litros de leite, sendo o estado de Minas Gerais o maior produtor de leite do Brasil, com uma participação de 22.886.012 mil reais na produção nacional (IBGE, 2022). Em um país onde grande parte dos produtores fazem uso das pastagens para alimentação dos rebanhos, faz-se necessário a utilização de técnicas de conservação de forragem para garantir a alimentação destes durante o período de escassez das pastagens (Oliveira & Oliveira, 2014).

A silagem de milho é um dos alimentos volumosos mais utilizados para alimentação dos rebanhos no Brasil, e desde que seu processamento seja realizado de maneira adequada, este garante um alto valor nutricional à dieta dos animais (Paziani & Campos, 2015). A silagem pode ser confeccionada a partir da planta inteira, da espiga ou somente do grão úmido, devendo-se sempre observar o teor de matéria seca no momento da colheita, que deve estar entre 30 e 35% (Oliveira & Oliveira, 2014). Essa decisão é importante pois o corte antecipado, quando o grão está no estágio leitoso, leva ao menor rendimento da lavoura, a má fermentação da silagem e redução da sua qualidade, diminuindo assim o consumo do rebanho (Carvalho et al., 2015).

O processo de picagem do milho pode melhorar a digestibilidade do amido, em virtude da quebra uniforme dos grãos, que ao diminuir o tamanho das partículas favorece a penetração de microrganismos (Fernandes, 2023).

Além disso, de acordo com Paziani e Campos (2015), a qualidade final da silagem também é influenciada pelo tamanho das partículas, que deverão ter de 1 a 2 cm, pelo tempo de compactação, que deve ser aproximadamente de 1 a 1,2 vezes o tempo que se levou para a colheita da forragem, a fim de se garantir uma boa densidade da silagem e pela boa vedação do silo, que garantirá a redução mais rápida do pH da massa ensilada, condição esta necessária à fermentação de bactérias anaeróbias e à conservação da mesma.

De acordo com Dalle Carbonare (2020), o processamento dos grãos de milho afeta diretamente a taxa de digestibilidade do amido, visto que quando o grão é quebrado em pequenas frações (pelo menos $\frac{1}{4}$ do grão), este é prontamente digerido, ou seja, possui alto grau de degradação pelo rúmen.

Atualmente, o Kernel Processing Score ou Escore de Processamento de Grãos (KPS) é um dos métodos mais indicados para uma análise eficaz desse processamento, a fim de se avaliar a quantidade de amido disponível na amostra de silagem. Essa análise permite aos produtores e nutricionistas avaliarem a qualidade da silagem de milho e tomar decisões informadas sobre sua utilização na formulação de dietas animais (Dalle Carbonare, 2020). Conforme descrito por Ferraretto et al. (2013), a redução no tamanho dos grãos pode otimizar a utilização de amido pelas vacas leiteiras, aumentando

potencialmente a produção de leite, tornando o simples fato de ajustar as configurações das máquinas uma estratégia viável para os produtores, a fim de aprimorar a qualidade da alimentação fornecida aos rebanhos.

Diferentes técnicas podem ser empregadas para avaliar o processamento de grãos (KPS) no campo, dentre elas destacam-se o uso do separador de partículas da *Penn State*®, onde são utilizadas bandejas com peneiras para separar as partículas com base no seu tamanho, e o método de separação por água, que consiste no número de grãos inteiros em uma amostra como indicador do processamento. Através desses métodos podemos compreender, de maneira mais clara, a eficiência do processamento de grãos da silagem (Luck et al., 2019).

A pecuária leiteira é crucial para a geração de renda no campo e absorção de mão de obra rural, auxiliando a permanência do homem no campo (Campos & Piacenti, 2007). A produção agropecuária no estado de Minas Gerais é marcada pela diversidade tecnológica empregada nas propriedades rurais, com regiões altamente produtivas fazendo-se o uso de tecnologias avançadas, e outras com produção rudimentar apenas para a subsistência (Silva et al., 2005).

De acordo com o Censo Agropecuário 2017, pode-se verificar que a produção leiteira no país é realizada por 1.176.295 estabelecimentos agropecuários, com rebanho efetivo de 15.740.153 cabeças de vacas ordenhadas. No ranking nacional da produção de leite, destacam-se os estados de Minas Gerais (1º lugar) com produção de 9.362.690 mil litros, o Paraná (2º lugar) com produção de 4.472.406 mil litros e o Rio Grande do Sul (3º lugar) com produção de 4.070.650 mil litros (IBGE, 2017). O estado de Minas Gerais é responsável por 27,3% da produção nacional de leite, sendo a mesorregião do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba a maior produtora de leite do estado, com 25,3% da produção de leite, face as melhorias em infraestrutura, práticas de manejo e capacitação de produtores (Hott¹ et al., 2021).

Em virtude da significativa importância do processamento adequado dos grãos de milho, faz-se necessária a avaliação e controle do tamanho das partículas presentes nas silagens deste cereal. Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar o processamento físico de silagens de milho de produtores de gado de leite e corte na região do Triângulo Mineiro, no estado de Minas Gerais.

2. Metodologia

O trabalho foi realizado com a silagem produzida em 19 propriedades rurais da região do Triângulo Mineiro, entre elas no município de Uberlândia, próxima ao distrito de Cruzeiro dos Peixotos e em Coromandel, localizada na Mesorregião do Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba. Foram coletadas no silo das propriedades pecuárias 19 amostras de silagem de milho durante os meses de agosto e setembro de 2023. A metodologia científica adotada seguiu os procedimentos descritos por Köche (2011).

Cada amostra foi coletada com auxílio com um garfo, retirando entre quatro e oito subamostras de pontos diferentes no painel do silo (Figura 1), respeitando uma distância mínima de 20 cm das bordas, a fim de se evitar contato com partes da silagem que tiveram contato com oxigênio. Essas porções foram misturadas em um balde limpo para garantir sua homogeneidade até atingir, em média, 1,0 a 1,5 kg em cada amostra. Em seguida, para realização das análises, já em laboratório, a silagem coletada foi transferida para uma superfície plana e dividida em quatro quadrantes, repetindo-se esse procedimento até obter-se duas amostras de cerca de 500 e 200 gramas, para cada fazenda.

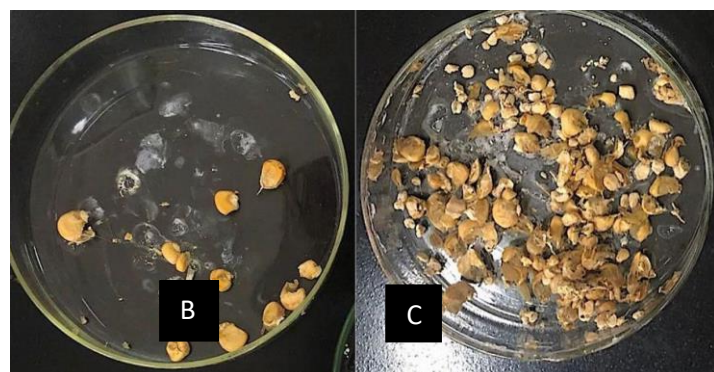
Figura 1 - Silo tipo trincheira com silagem de milho, com pontos amostrados após a retirada da silagem para trato.



Fonte: Autoria própria.

O método principal utilizado para determinar o nível de processamento dos grãos da silagem de milho foi o KPS (Kernel Processing Score), através do método de separação por água (Savoie, Shinnors & Binversie, 2004). O método foi realizado em laboratório com cada uma das dezenove amostras de 200 gramas das silagens de milho coletadas. De acordo com Shinnors e Holmes (2013), a metodologia consistiu em colocar a amostra de silagem em um recipiente plástico parcialmente preenchido com água (Figura 2A), medindo 43 cm x 29 cm x 7 cm, onde foi feita a agitação para separar os grãos da palha, que ao flutuar foi removida da água.

Figura 2 - A- Separação dos grãos de milho da silagem pelo método Kernel Processing Score. B- Grãos Inteiros da Silagem. C- Grãos quebrados da silagem.



Fonte: Autoria própria.

Em seguida, a água foi cuidadosamente drenada a fim de se visualizar os grãos no fundo do recipiente, cujos foram separados entre grãos inteiros (Figura 2B) e grãos quebrados (Figura 2C) com auxílio de uma peneira de malha 4,75 mm (Figura 3), e secos com auxílio de papel toalha. Cada amostra foi cuidadosamente pesada, identificada com o nome da fazenda a qual pertencia e armazenadas em sacos de papel Kraft liso, medindo 23,5 cm x 4 cm x 10 cm. Logo após, todas as amostras

foram levadas à estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas (Figura 4), e após a secagem, novamente foram pesadas para obtenção do peso da matéria seca. Este método também foi realizado para quantificar os grãos nas fezes dos bovinos.

Figura 3 - Separação de grãos inteiros e grãos quebrados com auxílio de uma peneira de malha 4,75 mm.



Fonte: Autoria própria.

Após o preparo das amostras foi realizada a determinação do KPS das mesmas, levando-se em consideração a quantidade de grãos que ficaram retidos na peneira de 4,75 mm e a quantidade daqueles que passaram pela mesma peneira (Ferreira & Mertens, 2005).

Figura 4 - Amostras acondicionadas em estufa de circulação forçada de ar.



Fonte: Autoria própria.

Os dados foram submetidos à análise de frequência simples usando o programa Software Microsoft Office Excel®-2013. Após a determinação do KPS das amostras, foi feita uma avaliação subjetiva do grau de processamento dos grãos.

O segundo método utilizado para determinar o tamanho das partículas dos grãos das amostras de silagem foi com o separador de partículas Penn State®, que é constituído por um conjunto de três peneiras com orifícios de 19 mm, 8 mm e 1,8 mm de diâmetro e uma caixa de fundo empilhadas (Figura 5), utilizando-se a peneira com os maiores furos no topo e a bandeja

sólida (caixa de fundo) na base (Lammers et al., 1996). Seguindo a metodologia proposta por Heinrichs & Kononoff (2013), as quatro caixas foram empilhadas na ordem supracitada e colocadas sobre uma superfície plana em uma estrutura retangular de metal medindo 1,5 m de comprimento e 0,5 m de largura, a fim de facilitar o processo de deslizamento das peneiras e a agitação uniforme das amostras.

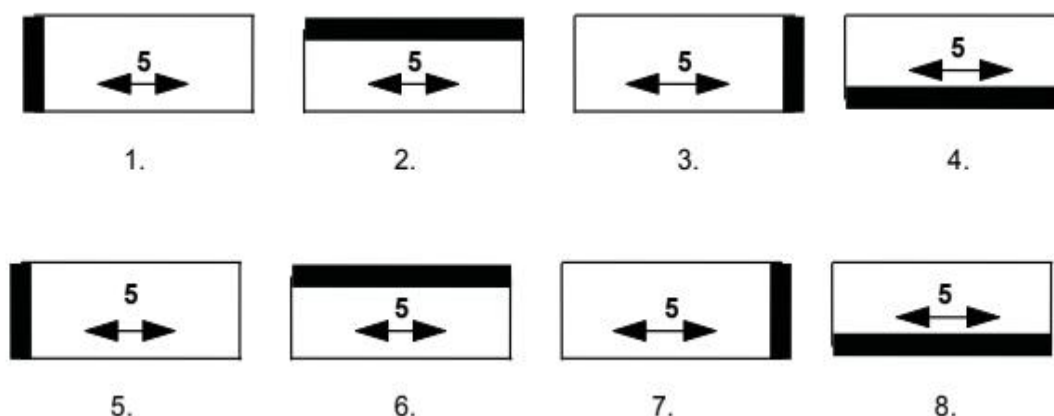
Figura 5 - Amostra de silagem de milho nas diferentes peneiras do separador de partículas Penn State®.



Fonte: Autoria própria.

Então, cada uma das dezenove amostras de 500 gramas, coletadas nas fazendas, uma por vez foi colocada no conjunto de caixas separadoras e foi realizada a agitação. Primeiro agitou-se o conjunto de caixas separadoras em uma única direção cinco vezes, depois o conjunto foi girado um quarto de volta (sem haver movimento vertical durante a agitação) e agitado novamente mais cinco vezes, até esse processo ser repetido mais 6 vezes, totalizando quarenta agitações (girando as caixas separadoras após cada conjunto de cinco agitações) (Figura 6), de acordo com o padrão demonstrado na figura abaixo (Heinrichs & Kononoff, 2013).

Figura 6 - Padrão de agitação para separação de tamanho de partículas.



Fonte: Heinrichs & Kononoff (2013).

Após todo o processo de agitação com o separador de partículas Penn State® o material retido em cada peneira e na caixa fundo foram pesados e armazenados em sacos de papel Kraft liso, medindo 23,5 cm x 4 cm x 10 cm. As amostras foram identificadas com o nome da fazenda a qual pertenciam, o diâmetro da peneira em que o material ficou retido e o peso da matéria verde. Em seguida, todas as amostras foram levadas à estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas, e após a secagem, novamente foram pesadas para obtenção do peso da matéria seca.

De acordo com Heinrichs & Kononoff (2013), a classificação do tamanho das partículas nas peneiras deve ser feita da seguinte forma: 3 a 8% na parte superior da peneira, 45 a 65% na região intermediária da peneira, 20 a 30% na parte inferior da peneira, e menos de 10% no fundo, conforme demonstrado na Tabela 1.

Tabela 1 - Recomendações de tamanho de partícula para silagem de milho.

Peneira	Tamanho da peneira	Silagem de Milho
Peneira Superior	> 18 mm	3-8%
Peneira Média	8 a 18 mm	45-65%
Peneira Inferior	4 a 8 mm	20-30%
Bandeja Inferior	< 4 mm	<10%

Fonte: Heinrichs e Kononoff (2013).

3. Resultados e Discussão

O processamento dos grãos com teores superiores a 70%, conforme a tabulação KPS (Tabela 2), sugere-se um ótimo processamento, enquanto valores entre 50% e 69% indicam um processamento adequado da silagem. Já processamento dos grãos de milho com teores abaixo de 50% denotam um baixo grau de processamento (Shinners & Holmes, 2013).

Tabela 2 - Categorização do processamento de grãos da silagem pela metodologia do KPS.

Categoria do processamento	KPS (%)
Ótimo	>70%
Adequado	50 – 69%
Ruim	<50%

Fonte: Shinnars e Holmes (2013).

Considerando a proporção de grãos retidos na peneira de 4,75 mm e a proporção dos que passaram por essa mesma peneira (Ferreira & Mertens, 2005), foi possível calcular o índice do processamento físico dos grãos, o KPS de cada amostra de silagem, onde bastou-se dividir o peso dos grãos quebrados, que passaram pela peneira de 4,75mm, pelo peso total de grãos da amostra (Feldmann et al., 2023), os resultados obtidos estão descritos na Tabela 3, de acordo com o cálculo utilizado, demonstrado abaixo:

$$KPS (\%) = \frac{GQS}{(GIS + GQS)} \times 100$$

Onde:

- GQS: é o peso dos grãos quebrados na silagem, aqueles que passaram pela peneira de 4,75 mm.
- GIS: é o peso dos grãos inteiros ou mal processados na silagem, que ficaram retidos na peneira de 4,75 mm.

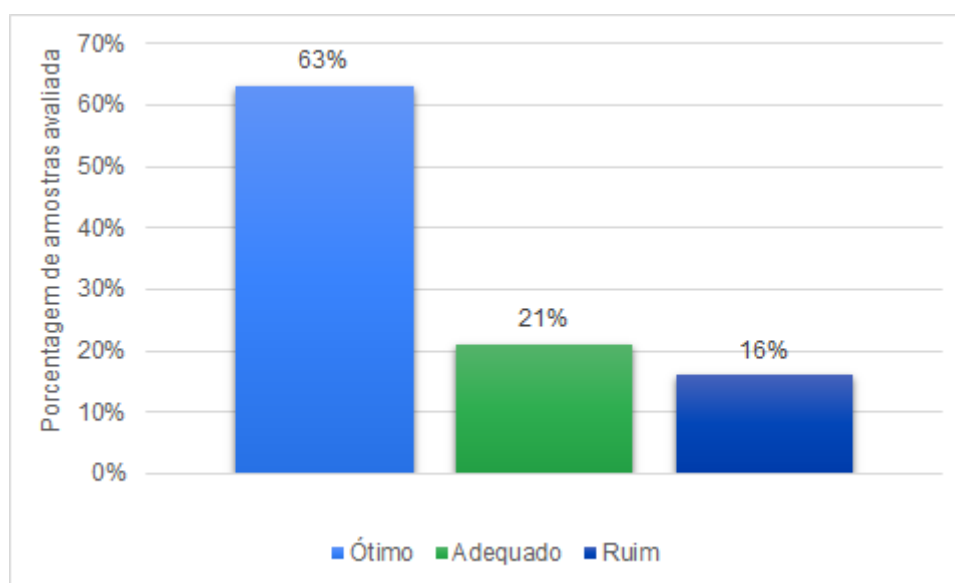
Tabela 3 - Grau de processamento da silagem de milho através da análise de KPS.

Amostras	Grão Quebrados (gramas) <4,75mm	Grãos Inteiros (gramas) >4,75mm	KPS (%)	Categoria do processamento
1	14,25	4,17	77	Ótimo
2	3,73	0,11	97	Ótimo
3	10,97	1,81	86	Ótimo
4	12,92	0,61	95	Ótimo
5	19,69	3,06	87	Ótimo
6	20,67	8,93	70	Ótimo
7	21,26	9,24	70	Ótimo
8	16,48	12,03	58	Adequado
9	14,93	5,83	72	Ótimo
10	16,26	2,70	86	Ótimo
11	13,88	18,53	43	Ruim
12	11,57	3,59	76	Ótimo
13	9,96	8,89	53	Adequado
14	6,95	12,79	35	Ruim
15	8,49	0,20	98	Ótimo
16	1,79	3,08	37	Ruim
17	5,04	3,80	57	Adequado
18	8,46	2,76	75	Ótimo
19	16,67	12,39	57	Adequado

Fonte: Dados da pesquisa.

Com relação ao processamento físico dos grãos, pode-se observar que 63% das amostras de silagem avaliadas obtiveram índice KPS superior a 70%, sendo consideradas ótimas. Isso sugere que a maior parte das amostras avaliadas possui uma alta proporção de grãos quebrados, o que é desejável para uma melhor digestibilidade e aproveitamento nutricional da silagem. Enquanto apenas 16% das amostras apresentaram índice KPS inferior a 50%, considerado ruim, podendo resultar em uma menor eficiência na fermentação e na digestão ruminal, e as demais, 21% das amostras, obtiveram índices entre 50 e 69%, podendo ser consideradas com processamento adequado, conforme demonstrado na Figura 7.

Figura 7 - Percentual de amostras em conformidade com valores de KPS, onde superior a 70% indica ótimo processamento, 50% a 70% processamento adequado e abaixo de 50% processamento ruim.



Fonte: Dados da pesquisa.

Esses resultados indicam que o processamento dos grãos nessas amostras pode ser melhorado para otimizar a eficiência nutricional da silagem, embora já esteja dentro de parâmetros aceitáveis para utilização. De acordo com Neumann et al. (2007), provavelmente a má regulagem da ensiladeira pode ser a causa do processamento inadequado das silagens de milho.

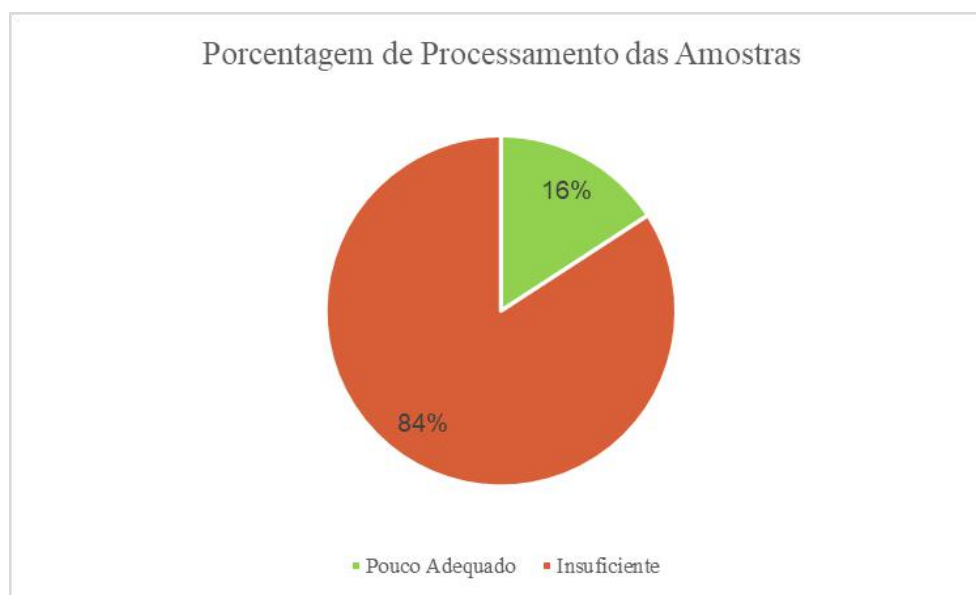
Segundo Shaver e Ferraretto (2016), pode-se observar em um conjunto de 1.862 amostras do Laboratório Dairyland, resultados em que 19,9% das amostras possuíam KPS abaixo de 50%, 61,7% entre 50-70% de KPS e 18,4% valores maiores que 70% de KPS. Esses dados refletem uma distribuição semelhante à encontrada no presente estudo, onde a maior parte das amostras concentrou-se nas faixas de índice KPS adequado e ótimo.

Através do método de separação por água descrito por Savoie et al. (2004), e supracitado no texto, as amostras de silagem foram subdivididas em duas partes: grãos e material vegetativo (colmos e folhas), permitindo-se realizar uma avaliação complementar do grau de processamento dos grãos de forma subjetiva, conforme explicado por Shinnors e Holmes (2013), onde a presença de uma quantidade significativa de grãos inteiros sugere que o processamento não foi suficiente. Em contrapartida, se há poucos grãos inteiros, mas muitos destes estiverem cortados, rachados ou quebrados, o processamento pode ser considerado pouco adequado. Enquanto amostras com processamento adequado devem estar livres de grãos inteiros ou rachados (Shinnors & Holmes, 2013).

Assim, fazendo-se uma análise complementar do processamento de grãos das amostras de silagem, pode-se observar a presença de grãos inteiros e rachados/quebrados em todas essas, indicando processamento insuficiente ou pouco adequado. Nas

amostras das propriedades 2, 4 e 15 estavam presentes grãos rachados/quebrados, em quantidades entre 0,11 e 0,61 gramas, podendo assim considerá-las com processamento pouco adequado, em relação à quantidade desses grãos (16% das propriedades). Para as demais amostras (84% das propriedades), estavam presentes grãos inteiros e com pequenas avarias, pesando entre 1,81 e 18,53 gramas, podendo enquadrá-las como processamento insuficiente, de acordo com Shinnors e Holmes (2013), e demonstrado na Figura 8.

Figura 8 - Percentual do grau de processamento dos grãos das 19 amostras, em avaliação subjetiva.



Fonte: Dados da pesquisa.

Durante a produção de silagem, o grau de processamento dos grãos de milho é crucial e influenciado por variáveis como a potência do trator, ajustes da ensiladeira e a afiação das facas. Partículas menores facilitam a compactação no silo, promovendo uma fermentação aeróbica eficiente que preserva os nutrientes do volumoso e minimiza perdas. Em contrapartida, partículas maiores dificultam a expulsão do oxigênio, comprometendo a formação de condições anaeróbicas ideais. Estudos indicam que partículas menores aumentam a superfície de contato com microrganismos, favorecendo uma fermentação láctica preferencial e reduzindo a fermentação butírica (Neumann et al., 2007).

Além de afetar a ensilagem, a granulometria das partículas também impacta a digestibilidade animal. Quanto maior o número de grãos inteiros e mal processados na silagem, menor será a digestibilidade e o aproveitamento do amido pelo animal. Fato que pode ser confirmado pela percentagem de grão inteiros nas fezes em relação aos grãos inteiros da silagem variaram de 100% a 25%, enquanto a percentagem de grãos quebrados nas fezes variou de 14% a 0% dos grãos quebrados da silagem. Por isso, o processamento dos grãos tem tamanha importância, pois quanto maior a quebra dos grãos, maior será a taxa de atividade enzimática microbiana do amido no rúmen, e maior será a digestibilidade desta fração.

4. Conclusão

Com base nos resultados obtidos neste estudo, o processamento na granulometria da silagem de milho, especialmente no que diz respeito à distribuição adequada do tamanho das partículas é um ponto importante a se preocupar no momento da ensilagem. A análise das silagens, em propriedades rurais estudadas na região do Triângulo Mineiro, revelou uma variedade significativa nos resultados, com algumas alcançando padrões desejáveis de processamento, enquanto outras mostraram-se

alguém das expectativas.

A análise do índice de processamento físico dos grãos (KPS) revelou que a maioria das amostras apresentou um índice superior a 70%, sendo consideradas ótimas nesse aspecto. No entanto, uma parcela significativa das amostras ainda obteve índices abaixo do desejável, ressaltando a necessidade de realizar avaliações mais frequentes, e melhorias nos processos de ensilagem para garantir uma qualidade mais consistente da silagem de milho, que não apenas beneficiarão a capacidade de ingestão e digestão dos bovinos, mas também contribuirão para a conservação e eficácia geral da silagem de milho nas propriedades rurais.

A avaliação subjetiva do processamento dos grãos, demonstrou a presença significativa de grãos inteiros, rachados ou quebrados, em todas as amostras analisadas, indicando um padrão geral de processamento insuficiente ou pouco adequado.

Observou-se ainda que não houve conformidade na distribuição do tamanho das partículas nas diferentes peneiras do método de Penn State®. Embora algumas propriedades tenham demonstrado processamento adequado em certas peneiras, houve discrepâncias em outras, sugerindo a necessidade de uma abordagem mais cuidadosa e consistente no processo de ensilagem.

A fim de aprimorar a qualidade da silagem de milho, em trabalhos futuros sugere-se explorar métodos para melhorar a uniformidade da granulometria e reduzir a presença de grãos inteiros. Além disso, seria interessante realizar pesquisas sobre a eficácia de diferentes técnicas e equipamentos de ensilagem, bem como a implementação de sistemas de controle de qualidade em tempo real. Futuros estudos em diversas regiões também poderiam ajudar a identificar melhores práticas para a distribuição adequada do tamanho das partículas e melhorar a consistência da silagem.

Conflito de Interesses

Não há conflitos de interesse na execução e/ou publicação desse artigo.

Referências

- Campos, K. C., & Piacenti, C. A. (2007). *Agronegócio do leite: cenário atual e perspectivas*. Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural-SOBER, 45. Londrina, PR.
- Carvalho, D. D. O., Chaves, F. F., de Miranda, J. E. C., Oliveira, J. S., Bernardo, W. F., & de Magalhães, V. M. A. (2015). *Sete passos para uma boa ensilagem de milho: cartilhas adaptadas ao letramento do produtor*. Embrapa. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/138280/1/Sete-passos-milho.pdf>
- Dalle Carbonare, M. S. (2020). *Processamento de grãos (kps) da silagem de milho e aproveitamento do amido por vacas em lactação em fazendas comerciais*. 205-205. Tese (Doutorado) - Curso de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, UFP. Curitiba.
- Feldmann, N. A., Heidrich, C. D., Alban, L., Rhoden, A. C., & Pavan, D. (2023). Processamento de grãos: análise kps na produção de silagem de milho. *Revista Inovação: Gestão e Tecnologia no Agronegócio*, 2, 169-187. <https://revistas.uceff.edu.br/inovacao/article/view/242>.
- Fernandes, F. I. (2023). *Impacto do estágio de maturidade sobre o tamanho de partícula na produção de silagem de milho*. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista. <https://hdl.handle.net/11449/251048>
- Ferraretto, L. F., Crump, P. M., & Shaver, R. D. (2013). Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a metaanalysis. *Journal of dairy science*, 96(1), 533-550.
- Ferreira, G. & Mertens, D. R. (2005). Chemical and physical characteristics of corn silages and their effects on in vitro disappearance. *Journal of Dairy Science*, 88, 4414-25. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030205731283>.
- Heinrichs, J. & Kononoff, P. (2013). The Penn State® particle separator. Penn State® Extension, University Park, PA. DSE. 186, 1-8.
- Hott¹, M. C., Andrade¹, R. G., de Magalhães, W. C. P., & Xavier, L. A. (2021). Produção de leite na região do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. *MilkPoint Mercado*. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1136918>
- IBGE. (2017). Censo Agropecuário. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/18/16459>

- IBGE. (2022). Produção pecuária municipal. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/leite/br>
- Köche, J. C. (2011). Fundamentos de metodologia científica. Petrópolis: Vozes.
- Lammers, B. P., Buckmaster, D. R. & Heinrichs, A. J. (1996). A simple method for the analysis of particle sizes of forage and total mixed rations. *Journal of dairy science*. 79 (5), 922-8.
- Luck, B., Willett, R., & Drewry, J. (2019). Monitoring kernel processing during harvest. University of Wisconsin-Madison.
- Neumann, M., Mühlbach, P. R. F., Nörnberg, J. L., Ost, P. R., Restle, J., Sandini, I. E., & Romano, M. A. (2007). Características da fermentação da silagem obtida em diferentes tipos de silos sob efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho. *Ciência Rural*, 37, 847-854. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000300038>
- Oliveira, P. S. d', & Oliveira, J. S. (2014). Produção de Silagem de Milho para Suplementação do Rebanho Leiteiro. Embrapa Gado de Leite. Comunicado Técnico, 74. 10 p. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/991566>
- Paziani, S. F., & Campos, F. P. (2015). Silagem de milho: ponto ideal de colheita e suas implicações. 2015. *Pesquisa & Tecnologia*, vol. 12, n. 1, Jan-jun.
- Savoie, P., Shinnars, K. J., & Binversie, B. N. (2004). Hydrodynamic separation of grain and stover components in corn silage. *Applied biochemistry and biotechnology*, 113-116, 41-54. <https://doi.org/10.1385/abab:113:1-3:041>
- Shaver, R. D., & Ferraretto, L. F. (2016). Making Sense of Modern Feed Tests. University Wisconsin - Dairy Science Department.
- Shinnars, K. J., & Holmes, B. J. (2013). Making Sure Your Kernel Processor Is Doing Its Job. *Focus on Forage*. 15, 4, 1-3.
- Silva, H., Resende, A., Rosa, C., & Simões, R. (2005). Dinâmica agropecuária e urbanização: uma análise multivariada para Minas Gerais, 1995-2000. *ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, XXXII*, Natal, 1-20.