

Caracterização de silagem de milho das propriedades leiteiras do Triângulo Mineiro

Chacacterization of corn silage from dairy farms in the Triangulo Mineiro

Caracterización del ensilaje de maíz de las propiedades lecheras del Triangulo Mineiro

Recebido: 05/09/2024 | Revisado: 17/09/2024 | Aceitado: 19/09/2024 | Publicado: 23/09/2024

Maiza Oliveira Mendes

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

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

Resumo

Na bovinocultura leiteira, a silagem de milho é um dos principais alimentos energéticos, e que garantem a saúde do rúmen com padrões adequados de ruminação, mastigação e absorção de nutrientes, desde que o tanho de partícula esteja em quantidade ideais. O objetivo do trabalho foi avaliar a caracterização estrutural do tamanho de partículas da silagem de milho das propriedades rurais localizadas na região do Triângulo Mineiro. A pesquisa experimental mista, parte em campo e parte laboratorial foi de natureza qualitativa (observacional) e quantitativa (medições). A caracterização do tamanho de partículas, seguindo a metodologia do separador de partículas Penn State University. Observou-se que nenhuma das propriedades tinha produzido a silagem em padrão de tamanho de partícula de silagem de milho ideal para garantir saúde ruminal e desempenho produtivo. Observou-se que 89,47% das propriedades leiteiras estão com partículas > 18mm em quantidade acima do padrão, 94,73% das propriedades com partículas < 4mm em quantidade abaixo do ideal, o que implica em baixa qualidade da silagem e aproveitamento do alimento estão abaixo do esperado. Concluindo que supostamente as propriedades estão com produção e produtividade aquém de suas possibilidades, necessitando, contudo, de assistência técnica direcionada à produção de silagem.

Palavras-chave: Peneira Penn State; Produtividade; Silagem de milho; Tamanho de partículas.

Abstract

In dairy cattle farming, corn silage is one of the main energy feeds that ensures rumen health with appropriate standards of rumination, chewing, and nutrient absorption, provided the particle size is ideal. The objective of this study was to evaluate the structural characterization of particle size in corn silage from farms located in the Triangulo Mineiro region. The mixed experimental research, conducted partly in the field and partly in the laboratory, was both qualitative (observational) and quantitative (measurements). The characterization of particle size followed the methodology of the Penn State Particle Separator. It was observed that none of the farms produced silage with the ideal corn silage particle size to ensure ruminal health and productive performance. It was found that 89.47% of the dairy farms had particles > 18mm in quantities above the standard, and 94.73% had particles < 4mm in quantities below the ideal, which implies low silage quality and food utilization below expectations. It is concluded that the farms are likely producing and performing below their potential, requiring targeted technical assistance for silage production.

Keywords: Penn State Sieve; Dairy productivity; Corn silage; Particle size.

Resumen

En la ganadería lechera, el ensilaje de maíz es uno de los principales alimentos energéticos que garantiza la salud del rumen con estándares adecuados de rumia, masticación y absorción de nutrientes, siempre que el tamaño de partícula sea el ideal. El objetivo del trabajo fue evaluar la caracterización estructural del tamaño de partículas del ensilaje de maíz de las propiedades rurales ubicadas en la región del Triángulo Minero. La investigación experimental mixta, parte en campo y parte en laboratorio, fue de naturaleza cualitativa (observacional) y cuantitativa (mediciones). La caracterización del tamaño de partículas siguió la metodología del separador de partículas de la Universidad Estatal de Penn. Se observó que ninguna de las propiedades había producido el ensilaje con el tamaño de partícula ideal para garantizar la salud ruminal y el rendimiento produtivo. Se encontró que el 89,47% de las propiedades lecheras tenían partículas > 18mm en cantidades por encima del estándar, y el 94,73% tenían partículas < 4mm en cantidades por debajo de lo ideal, lo que implica una baja calidad del ensilaje y un aprovechamiento del alimento por debajo de lo esperado.

Se concluye que, supuestamente, las propiedades están produciendo y rindiendo por debajo de sus posibilidades, necesitando, no obstante, asistencia técnica dirigida a la producción de ensilaje.

Palabras clave: Penn State Sieve; Productividad lechera; Ensilaje de maíz; Tamaño de partícula.

1. Introdução

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de leite, com uma produção de mais de 34 bilhões de litros de leite, segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2024). O estado de Minas Gerais está em primeiro lugar no ranking de produção leiteira brasileira, e contribuiu com 27% da produção de 2021 (IBGE, 2022), embora o volume tenha se mantido estável entre 2020 e 2021 (MilkPoint, 2022). Além disso, a região sudeste Ainda assim, segundo dados do MAPA (2024), o país possui uma produtividade leiteira em 98% dos municípios brasileiros, com predominância em pequenas e médias propriedades, empregando perto de 4 milhões de pessoas (CNA Brasil, 2021). São mais de 1 milhão de propriedades brasileiras produtoras de leite e as projeções do agronegócio da Secretaria de Política Agrícola, estimam que, para 2030, irão permanecer os produtores mais eficientes, que se adaptarem à nova realidade de adoção de tecnologia, melhorias na gestão e maior eficiência técnica e econômica.

Na bovinocultura, a principal fonte de energia utilizada para a conversão dos alimentos em desempenho animal é a fibra vegetal, presente na matéria verde dos alimentos oferecidos para os animais (Holmes, 1996). O fornecimento de volumoso para o animal por meio de forrageiras, feno ou silagem tem como objetivo atender essa necessidade nutricional e energética do rebanho, e garantir que ocorra a ruminação e a fermentação no rúmen.

Na região do Triângulo Mineiro, a ingestão matéria seca (MS) torna-se limitada durante o período seco, pois as forragens não conseguem atingir o máximo de produção de matéria verde. Uma medida utilizada pelos produtores para agregar na dieta dos animais é o fornecimento de silagem de milho, como um suplemento para atender a necessidade do rebanho e maximizar o desempenho animal.

De acordo com Vieira et al. (2011), é expressiva a porcentagem de produtores que praticam a produção e a estocagem de silagem para o ano todo. Visto que buscam manter a dieta dos animais mais estável durante o ano, uma vez que há momentos críticos de escassez de forrageiras devido a fatores climáticos.

Vacas em lactação possuem uma necessidade de ingestão mínima diária de fibra vegetal para atingir uma produção de leite com um teor adequado de gordura. Visto que a ingestão de fibra influencia na saúde ruminal, tempo de ruminação e a permanência de matéria seca no rúmen (Barretta et al., 2018).

É válido ressaltar que a granulometria dos particulados influencia diretamente na digestibilidade, e consequentemente na produtividade leiteira dos bovinos.

Segundo os estudos de Vieira et al. (2011), a porcentagem de agricultores que realizam a prática de amolação de facas e contrafacas na ensiladora, chega a 48,15%, o que representa menos da metade dos produtores que foram analisados. E a eficiência do tamanho médio de partículas está diretamente relacionada à amolação das facas e contra-facas da colhedora de silagem, e também a velocidade do trator.

Foi proposto por Zebeli e Metzler-Zebeli (2012), em estudo sobre distúrbios ruminais causados por dietas de vacas leiteiras, que o tamanho desejável de partículas seja de 8 mm, e Barretta, Danieli & Schogor (2018) propõem que o tamanho médio das partículas (TPM) devem ser de 1 a 2 cm. Ambos afirmam que estas granulometrias, garantem que o pH ruminal dos bovinos mantém o ambiente do rúmen adequado para a sobrevivência dos microrganismos. Estes são responsáveis pela digestão da fibra vegetal (Hora et al., 2019).

Considerando que atender as quantidades mínimas de fibra fisicamente efetiva em uma dieta garante, respectivamente, salivação, ruminação e constância de pH ruminal acima de 6,0, a mensuração do tamanho do particulado da amostra torna-se importante para garantir essas etapas ocorram (Leite et. al., 2020). Uma vez que há o fornecimento de forragem em quantidade

adequado na dieta e com o tamanho de particulado ideal, esse ciclo natural ocorrerá nos bovinos e, conseqüentemente, haverá uma maximização da produtividade. Isto porque quanto maior o tamanho das partículas, menor a taxa de passagem, conseqüentemente menor a degradação no rúmen e a absorção de nutrientes. Em contrapartida, se o tamanho das partículas estiverem um comprimento muito pequeno, elas podem passar ilesas pelo rúmen e os nutrientes não são absorvidos. Essa não absorção impacta em uma queda significativa na produção (Heinrichs & Kononoff, 2013)

Com o objetivo de quantificar o tamanho médio de partículas e ajustar os teores da fibra na dieta de bovinos, foi desenvolvido o método Penn State Particule Separator (PSPS). Ele pode ser utilizado por produtores e técnicos, possibilitando a identificação de problemas nutricionais no rebanho, ou ainda solucionar possíveis problemas durante a ensilagem (Barretta et al., 2018).

O objetivo do trabalho foi avaliar a caracterização estrutural do tamanho de partículas da silagem de milho das propriedades rurais localizadas na região do Triângulo Mineiro. As avaliações tiveram como finalidade estimar a qualidade e a digestibilidade da silagem, e a influência na produtividade de fazendas de corte e leiteiras.

2. Metodologia

Com o objetivo de avaliar a qualidade da silagem dos produtores de leite da região do Triângulo Mineiro, em relação ao tamanho de partícula, durante o mês de agosto a setembro de 2023, foram coletadas amostras de silagem em silo de milho de 19 propriedades rurais disponíveis ao nosso estudo. As análises físicas foram realizadas no laboratório do Instituto Federal do Triângulo Mineiro - *Campus* Uberlândia, localizado na Fazenda Sobradinho. Para desenvolver a pesquisa experimental mista, foi utilizada a metodologia científica descrita por Köche (2011), Creswell (2021) e Sampiere, et al. (2013).

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, e, procurando afundar para dentro do silo, 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 uma amostra de cerca de 500 gramas, para cada fazenda.

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

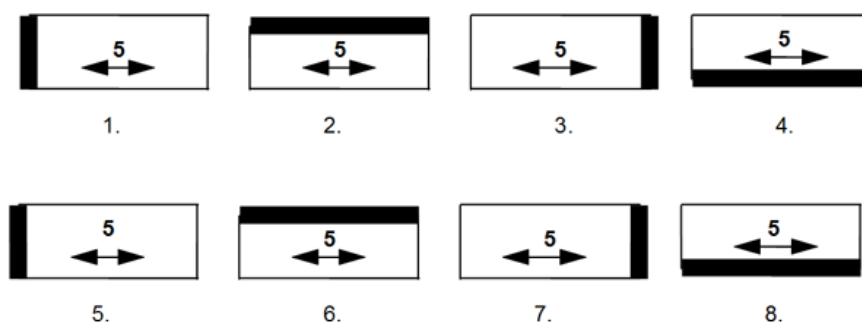


Fonte: Autoria própria.

A metodologia utilizada foi o separador de partículas da Penn State University segundo Lammers et al. (1996). Amostras de 500g de silagem, foram colocadas no separador de partículas, constituído de um conjunto de três peneiras com orifícios de 19mm, 8mm e 1,8 mm de diâmetro e uma caixa de fundo, empilhadas na respectiva sequência. Elas foram colocadas sobre uma barra de ferro de 1,5m de comprimento e 0,5 m de largura para que deslizesse com facilidade e permitisse uma agitação uniforme.

A quantidade de 500g de cada amostra foi colocada na peneira, para realizar a peneiração, isto é, separação por agitação e ação da gravidade. A fim de manter uniformidade na agitação, foi estabelecido que para cada face da pilha de peneiras foi realizado 5 movimentos de vai e vem, e esse processo foi repetido 2 vezes para cada unidade amostral (Figura 2).

Figura 2 - Padrão de agitação para separação de tamanho de partículas.



Fonte: Heinrichs e Kononoff (2013).

Após a separação das partículas por peneiração, o material presente em cada peneira (Figura 3) foi armazenado em um saco 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). Após a secagem, pesado novamente.

Figura 3 - Amostra de 500g de silagem de milho após agitação para separação por gravidade em peneira Penn State.



Fonte: Autoria própria.

Figura 4 - Amostras de silagem peneiradas em Penn State (A) e levadas a estufa para secagem a 62°C por 72h (B).



Fonte: A autoria própria.

O tamanho médio das partículas retidas em cada peneira e o percentual de retenção em relação ao peso total da amostra estratificada, foi utilizado para cálculo da qualidade digestiva dos bovinos em consumo da silagem.

Os dados foram submetidos à análise de frequência simples usando o programa Software Microsoft Office Excel®-2013. Os gráficos foram gerados através da integração e conexão dos dados via programa Power Business Intelligence.

3. Resultados e Discussão

Fundamentado na metodologia de separador de partículas Penn State University descrito por Lammers et al. (1996), é recomendado que a distribuição das partículas silagem de milho e dieta total fique dividida nos quatro compartimentos empilhados da Peneira conforme a Tabela 1.

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

Peneira	Tamanho de orifício (mm)	Tamanho de partículas (mm)	Silagem de milho (%)	Dieta total (%)
Superior	18	>18	3-8	2-8
Intermediária	8	8-18	45-65	30-50
Inferior	4	4-8	30-40	30-50
Fundo	-	< 4	< 5	< 50

Fonte: Heinrichs e Kononoff (2013).




Os resultados das amostras das propriedades rurais do Triângulo Mineiro, foram tabelados conforme resultados do Penn State, e identificados como: ideal, abaixo do ideal, e maior que o ideal (Tabela 2). A qual identifica quais propriedades se encaixam nos parâmetros estabelecidos pelo método Penn State.

Na Tabela 2 foi observado que 89,47% das propriedades amostradas do Triângulo Mineiro, estão com a quantidade de partículas >18mm acima do ideal, 15,79% das propriedades com a quantidade de partículas >8 <18 mm acima do ideal, e 94,73% das propriedades com quantidade de partícula < 4 mm também acima do ideal (Figura 5). A quantidade ideal para a peneira superior seria de 3 a 8% (Buriol et al., 2021), sendo observado registros de 26,43%, 30,41% e até 34,02%, registros muito acima do ideal. Somente as propriedades Fazenda 3 Marias e Fazenda Fabiana se encaixaram no parâmetro indicado por Lammers et al. (1996), com 4,41% e 7,07%, respectivamente.

Partículas grandes, consideradas longas, dificultam a ensilabilidade, isto é, dificultam a compactação, e consequentemente a conservação e qualidade da silagem, diminuindo sua densidade dentro do silo (Mertens, 1997), porém

fundamental para estimular a ruminação, mantendo a saúde ruminal, devido a existência de fibras efetivas na dieta dos ruminantes (Oliveira et al., 2008). Por outro lado, esta grande quantidade partículas mais longas, >18mm causam a diminuição da taxa de passagem e degradação da fibra no rúmen, conseqüentemente, diminuindo o consumo e desempenho animal (Neumann et al., 2008; Zebeli & Metzler-Zebeli, 2012).

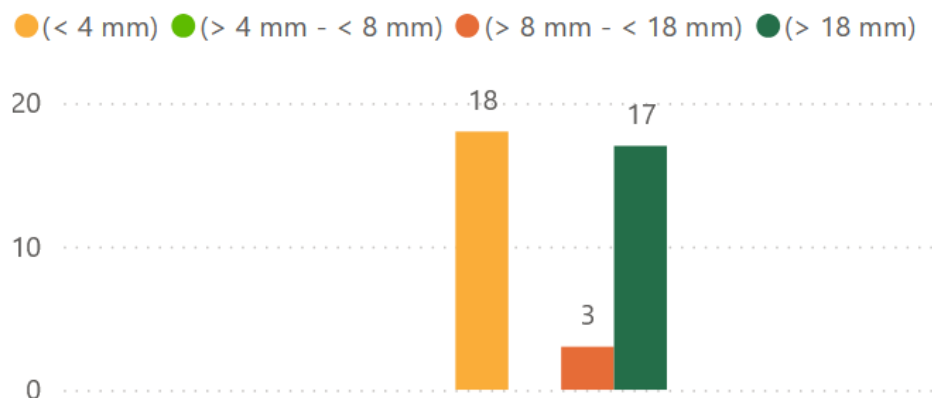
Tabela 2 - Porcentagem retida de amostras de cada fazenda em cada peneira, e identificadas em acordo a metodologia de Heinrichs & Kononoff (2013).

Legenda:	 <IDEAL	 IDEAL	 >IDEAL	
% Ideal em Cada Peneira	< 10%	20 - 30%	45 - 65%	3 - 8%
Fazenda	Peneira < 4mm	Peneira >4 <8 mm	Peneira >8 <18 mm	Peneira >18 mm
Fazenda Patrick	12,85%	11,05%	75,79%	9,77%
Fazenda 3 Irmãs	12,94%	10,97%	74,55%	11,06%
Fazenda 3 Marias	13,40%	9,61%	68,95%	4,41%
Fazenda Sombra da mata	25,70%	28,78%	58,08%	9,89%
Fazenda Felipe	6,75%	13,18%	56,39%	23,80%
Fazenda Zico	14,18%	17,85%	53,60%	8,67%
Fazenda Fabiana	23,36%	20,44%	51,56%	7,07%
Fazenda Ricardo	15,00%	16,48%	48,95%	18,75%
Fazenda Morena Bonita	24,16%	23,47%	47,57%	8,59%
Fazenda Mata dos Branquinhos	23,38%	23,40%	47,31%	8,48%
Fazenda Santa Bárbara	14,96%	8,73%	47,26%	26,43%
Fazenda Irmão do Theca	16,92%	18,76%	45,41%	16,76%
Fazenda Tcheca	19,61%	19,94%	44,91%	14,12%
Fazenda Ben-te-vi	15,04%	9,06%	41,84%	34,02%
Fazenda Buriti	20,28%	26,30%	39,59%	11,49%
Fazenda Bela Vista	17,88%	10,56%	38,93%	25,27%
Fazenda 3 Irmãos	17,48%	21,35%	37,66%	16,78%
Fazenda Martins	20,55%	14,97%	34,58%	30,41%
Fazenda Jair	18,49%	13,16%	27,62%	24,23%

Fonte: Dados de pesquisa.

Na Figura 5, das 19 fazendas, somente uma propriedade atingiu o parâmetro < 4mm, isto é, houve registros de até 25,70% de partículas < 4mm, quando o ideal seria até 10%. Segundo Gomes et al. (2012), observaram que tempos gastos com ruminação e mastigação são diminuídos com a redução do tamanho de partícula do volumoso, embora não afetam o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes. No entanto, quantidades acima do ideal de partículas menores não compensa a quantidade maior de partículas maiores, como observado no padrão de 89,47% das propriedades, sendo recomendado a produção de silagem dentro do padrão de tamanho de partículas ideal, para proporcionar ciclos de regurgitação, salivação e ruminação, garantindo assim a saúde e nutrição animal (Heinrichs & Kononoff, 2013).

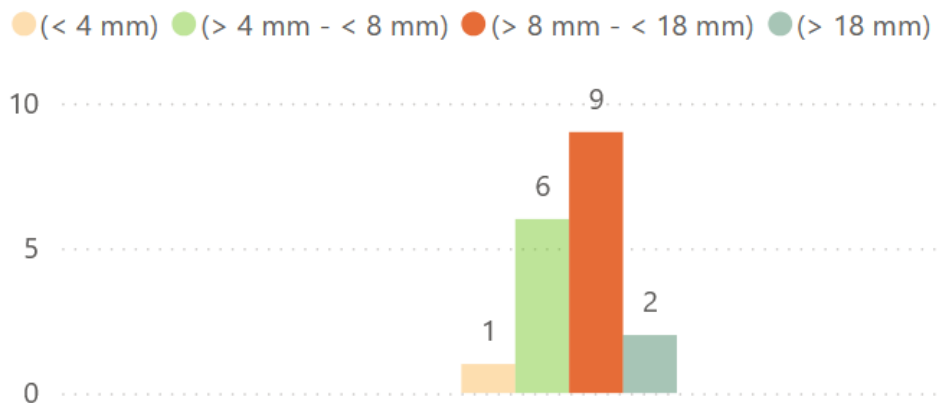
Figura 5 - Quantidade de propriedades com amostras de silagem de milho, em que a quantidade das partículas acima do ideal conforme peneiras do Penn State.



Fonte: Dados de pesquisa.

Na peneira com furos $> 4 < 8\text{mm}$, espera-se que fique retido de 20 a 30% da amostra, somente 6 fazendas atingiram essa percentagem ideal esperada (Figura 6), o que representa 31,5% do total de fazendas. Apesar da ocorrência de estarem menores que o parâmetro ideal, não estavam com quantidades tão distantes do esperado. Para este parâmetro não houve ocorrências acima do ideal.

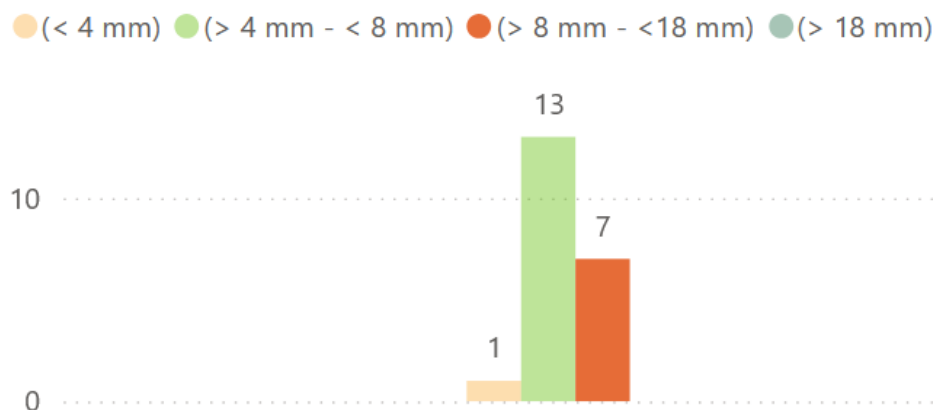
Figura 6 - Quantidade de propriedades com amostras de silagem de milho com a quantidade ideal das partículas conforme peneiras do Penn State.



Fonte: Dados de pesquisa.

Na Figura 6 é interessante observar que para a peneira intermediária, a qual espera-se que fique retido partículas $> 8 < 18\text{mm}$, 47,3% das fazendas atingiram a porcentagem ideal, 36,8% ficaram abaixo do ideal (Figura 7) e 15,8% ficaram acima do ideal (Figura 5). Partículas que apresentam tamanho maior ou igual a 8 mm garantem que os animais mantenham o pH ruminal adequado para que os microrganismos sobrevivam. No rúmen, desempenham um papel importante, pois são responsáveis por digerir as fibras sem afetar o consumo de matéria seca e o teor de gordura do leite (Neumann et al.,2008). Contudo, a maior quantidade das propriedades está no padrão para este parâmetro, e as demais estão bem próximas do padrão, exceto uma fazenda que apresentou 27,62% das partículas $> 8 < 18\text{mm}$, quando o mínimo seria 35% (Tabela 2).

Figura 7 - Quantidade de propriedades com amostras de silagem de milho, em que observa-se no gráfico quantas propriedades apresentaram tamanho de partículas menor que o ideal conforme peneiras do método Penn State.



Fonte: Dados de pesquisa.

Diante dos dados colhidos e comparados, supõe-se que as propriedades estão com produção e produtividade aquém de suas possibilidades. Silagem de milho é um dos melhores alimentos para vacas leiteiras na região do Triângulo Mineiro, porém, quando não produzida corretamente, não se aproveita todos os seus potenciais de nutriente energéticos e qualidade de fibras, impactando indiretamente na quantidade e qualidade do leite, e consequentemente, impactando negativamente na sustentabilidade financeira do empreendimento.

4. Considerações Finais

As propriedades observadas do Triângulo Mineiro não apresentaram padrão de tamanho de partícula de silagem de milho ideal para garantir saúde ruminal e desempenho produtivo. Apenas uma propriedade se enquadrou em três padrões dos quatro existentes para o tamanho de partícula de silagem.

Atualmente, 89,47% das propriedades leiteiras estão com partículas > 18mm em quantidade acima do padrão, e 94,73% das propriedades com partículas < 4mm em quantidade abaixo do ideal, o que possivelmente indica baixa qualidade das silagens em 89,47% das propriedades visitadas, e padrões metabólicos alterados nas vacas leiteiras em 94,73% das propriedades visitadas. Este fato pode indicar menor produtividade e ganhos financeiros abaixo das possibilidades, necessitando, contudo, de assistência técnica direcionada à produção de silagem.

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.

Para trabalhos futuros seria interessante aplicar o método Penn State comparando diferentes regiões do país. Também poderia ser realizado o método no momento da ensilagem, comparando como a digestibilidade dos animais de cada propriedade.

Conflito de Interesses

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

Referências

Barretta, D A, Danieli, B., & Schogor, A L (2018). Penn State: a evolução do conjunto de peneiras. *MilkPoint*. <https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao-de-leite/a-evolucao-do-conjunto-de-peneiras-chamado-penn-state-particle-size-separator-210267/>

- Buriol, L., et al. (2021). Perfil granulométrico e digestibilidade do amido de silagem de milho submetida a diferentes processamentos. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*, 7(4), 39680-39710.
- CNA Brasil. (2021). Comunicado técnico. *CNA Brasil*. Disponível em: https://cnabrazil.org.br/storage/arquivos/Comunicado-Tecnico-CNA-ed-09_2021vf.pdf
- Creswell, J. W. (2021). *Penso, Projeto de Pesquisa: Métodos Qualitativo, Quantitativo e Misto*. Ed. Penso.
- Gomes, S P, Borges, A L C C, Borges, I., Macedo Junior, G L, Silva, A G, & Pancoti, C G (2012). Efeito do tamanho de partícula do volumoso e da frequência de alimentação sobre o consumo e a digestibilidade em ovinos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13(1), 137-149.
- Heinrichs, J. & Kononoff, P. (2013). The Penn State® particle separator. Penn State® Extension, University Park, PA. DSE. 186, 1-8.
- Holmes, C W (1996). Produção de leite a baixo custo em pastagens: uma análise do sistema neozelandês. *Congresso Brasileiro de Gado Leiteiro*, Anais (pp. 65-69). Piracicaba: FEALQ.
- Hora, A L V, Viégas, J., Schumacher, L L, Rocha, L T Da, & Weimer, M R M (2019). Avaliação do tamanho de partícula de silagem de milho com o Uso do separador de partículas da Penn State University. *29º Congresso Brasileiro de Zootecnia*.
- 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.
- Leite, H., et al. (2020). Desempenho e comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dieta rica em grãos. *Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento*, 9 (10).
- Mertens, D R (1997). Criando um sistema para atender às necessidades de fibras de vacas leiteiras. *Journal of Dairy Science*, 80, 1463-1481.
- MilkPoint. (2022). *IBGE: Produção total brasileira se mantém estável em 2021*. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/noticias-e-mercado/panorama-mercado/ibge-producao-total-brasileira-se-mantem-estavel-em-2021-231484/>
- Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. (2024). Mapa do Leite. Página Inicial. MAPA. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/producao-animal/mapa-do-leite>
- Neumann, M., Restle, J., Muhlach, P R F, et al. (2008). Componentes de rendimento e características da carne e carcaça de novilhos confinados sob efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho na ensilagem. *Ciência Rural*, 38, 423-431.
- Oliveira, T S, Aguiar, E F, Menezes, G. C. C, & Menezes, M. A. C. (2008). Efetividade da fibra na nutrição de ruminantes. *PUBVET*, 2(44), Art#432, Nov1.
- Sampiere, R. H. et al. (2013). *Metodologia da pesquisa*. Bookman/McGrawHill.
- Vieira, V., et al. (2011). Caracterização da silagem de milho produzida nas propriedades rurais do sudoeste do Paraná. *Revista Ceres*, 58(4), 462-469.
- Zebeli, Q., & Metzler-Zebeli, B U (2012). Interação entre distúrbios digestivos do rúmen e inflamação induzida pela dieta em gado leiteiro. *Research in Veterinary Science*, 93, 1099-1108.