

INFOCAMPO



INFORME TÉCNICO

Processos de ensilagem de milho para produção de volumoso de alta qualidade!



Gabriel Fachin
Autor



Plinio Lima
Autor



Jean Silva
Autor



Juno Diniz
Autor

REVISORES:

Cristiano Sachs, Laura Uhlmann,
Dayane Sá e Alisson Rosa.

RESPONSÁVEIS TÉCNICOS:

Time de Desenvolvimento
de Produtos - Seeds



RENTABILIDADE
COM GENÉTICA
E TECNOLOGIA

I. Introdução

No Brasil, a produção animal esbarra em um grande entrave associado à sazonalidade da disponibilidade de forragem, pois existe uma distribuição de forragem irregular ao longo do ano. Condição relacionada a fatores climáticos, principalmente no que diz respeito à distribuição de chuvas. Desta forma, o uso de forragem cultivada visa reduzir o efeito sazonal na produtividade e na qualidade das pastagens, aumentando a eficiência e a sustentabilidade produtiva e econômica da atividade pecuária.

Uma silagem de alta qualidade e valor nutritivo depende, fundamentalmente, da cultivar utilizada ([Infocampo NK – Escolha de híbrido](#)), tamanho de partícula e processamento de grãos, vedação rápida e eficiente do silo, do estágio de maturação no momento do corte e da natureza do processo fermentativo, o que refletirá diretamente na composição química e, conseqüentemente, no desempenho animal. Neste Infocampo NK, serão abordados de forma prática, processos e dicas para potencializar a produção de silagem com alta qualidade.

II. Momento e Janela de Corte

O momento de colheita da forragem está relacionado diretamente ao estágio de desenvolvimento fenológico da planta, e conseqüentemente, ao seu valor nutritivo. Desta forma, em função do estágio de desenvolvimento, se altera a participação de cada tecido da planta no volumoso, conforme tabela abaixo.

Estádio de Maturidade	MS*(%)	Composição da Forragem (%)		
		Espiga	Folha	Haste
Grão Leiteiro	21	30,1	20,6	49,3
Grão Farináceo	35	56,8	14,9	28,3
Grão Vítreo	46	56,4	13,0	30,6

*Matéria Seca

Fonte: Adaptado de Zopollatto et al., 2009.

A variação da participação das frações da planta apresenta alta correlação com os teores de fibra, lignina e de proteína bruta (PB), assim como com o coeficiente de digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS). O espessamento da parede celular observado com a maturação dos tecidos vegetais resulta no incremento da concentração da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) em detrimento do conteúdo celular. Especialmente em gramíneas e pela natureza distinta de seus tecidos, o conteúdo de FDN é maior no caule em relação às folhas.

O estágio de colheita ótimo citado na literatura é definido como o momento em que há produtividade máxima de MS ha¹ e quando o teor de MS da planta proporciona boas condições de fermentação e conservação da silagem, sendo que este estágio corresponde ao farináceo-duro, ou seja, quando o teor de

MS da planta varia entre 32 a 38%. Vale ressaltar que além da aferição do teor de matéria seca da planta, é importante verificar o estágio fenológico de maturação dos grãos através da análise da linha do leite nos grãos, visto que o teor de MS pode variar em função das condições climáticas bem como entre híbridos de milho. O esquema abaixo evidencia as principais alterações em silagens de milho processadas fora do momento ideal.

Momento de Corte	
Abaixo de 32% MS	Acima de 38% MS
Menor massa seca por hectare	Digestibilidade de fibras reduz
Menor qualidade nutricional	Dificuldade em processamento
Menor consumo pelos animais	Dificuldade na quebra de grãos
Menor produção de leite/carne	Dificuldade na compactação
Perda por efluentes	Desenvolvimento de fungos no silo
Baixa participação de amido	Seleção no cocho

O teor de MS da planta deve ser o critério utilizado apenas para confirmação do ponto ótimo da colheita para a ensilagem, sendo a evolução da linha de leite no grão o principal fator indicativo do momento de se iniciar as determinações dos teores de MS da planta inteira.

Para obter o máximo potencial produtivo dos seus híbridos, a NK Seeds visando direcionar com maior precisão o momento de corte e proporcionar maior rentabilidade ao produtor, realizou nos últimos anos um estudo de ponto e janela de corte para silagem de planta inteira. Assim temos para o portfólio NK uma recomendação personalizada por híbrido através da análise do avanço da linha do leite nos grãos.

De forma prática, o agropecuarista pode, além de avaliar o teor de MS da planta, analisar a linha do leite e decidir pelo corte no momento mais adequado para maior produção de leite/carne por hectare. Veja nas imagens abaixo como pode-se avaliar o avanço da maturidade do milho:



Figura 01. Avanço da maturidade fisiológica da planta de milho através da análise da linha do leite nos grãos. a) 50% da linha do leite; b) 75% da linha do leite.

Observe nos gráficos abaixo que a produção de leite máxima apresenta um comportamento quadrático, ou seja, no momento ideal de corte do milho para silagem, obtemos a maior conversão de leite por unidade de área. Anteriormente a este momento, haverá menor participação de amido na silagem (menor potencial energético) e após o momento ideal, aumenta-se a proporção de fibras de menor digestibilidade no volumoso.

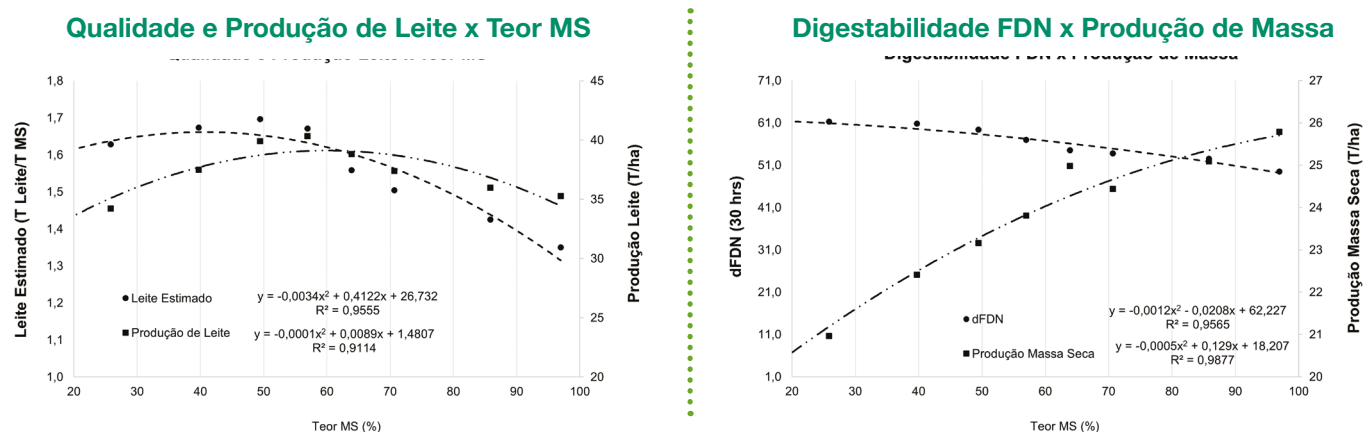


Figura 02. Resultados médios para qualidade da silagem e potencial de produção de leite por hectare (a) e digestibilidade de FDN e produção de massa seca por hectare (b) em função do avanço da linha do leite nos grãos de milho.

Fonte: Resultados internos Syngenta Seeds.

A janela de corte, logo corresponde ao intervalo em dias para que se obtenha um volumoso de alta qualidade. Assim através destes resultados, conseguimos dimensionar um intervalo de maturação ao qual extraímos acima de 98% do potencial máximo de produção de leite por hectare, de forma personalizada para os híbridos NK, o qual está apresentado na tabela abaixo.

Híbrido NK/ Ponto Corte	FerozVIP3	NK422VIP3	NK505VIP3	NK520VIP3	NK555VIP3
Mínimo	43%*	36%	37%	45%	41%
Ideal	62%	52%	58%	59%	60%
Máximo	81%	68%	79%	73%	75%

*Valores em porcentual de linha do leite nos grãos. Sugere-se que a avaliação seja feita na porção mediana da espiga.

Com esta sugestão de corte, o agropecuarista de maneira muito prática, poderá analisar a linha do leite dos grãos, estimar o teor de matéria seca das plantas e optar pelo corte do milho visando obter maior rentabilidade na sua propriedade.

III. Processamento de Partículas

A silagem de planta inteira de milho é a forrageira mais utilizada para bovinos em todo o mundo. Muitos fatores contribuem para a elevada adoção desta silagem pelas propriedades, incluindo colheita mecanizada facilitada, com alto rendimento de massa seca por hectare e alta energia, juntamente com fibra fisicamente efetiva.

Quando a planta de milho apresenta teores entre 32% a 38% de matéria seca, deve ser efetuada a colheita, garantindo assim a presença de pelo menos 3% de carboidratos solúveis em sua matéria original e um baixo poder tampão. Contudo esses fatores possibilitam uma diminuição adequada do pH da silagem devido a fermentação láctica, limitando o desenvolvimento de microrganismos capazes de produzir micotoxinas e facilitando o desenvolvimento de organismos fermentativos desejáveis, que proporcionam a estabilidade e conservação da massa ensilada.

Entretanto, o processamento da silagem é muito importante devido a dois fatores distintos. Do ponto de vista de conservação do material ensilado, o processamento adequado das partículas possui relação direta com a capacidade de compactação do silo, proporcionando uma adequada fermentação, além disso o tamanho das partículas das forragens pode impactar a produtividade e a longevidade de vacas leiteiras. A redução no tamanho médio de partícula das forrageiras pode afetar negativamente a função ruminal, o que é mais relevante em dietas com alto teor de alimentos concentrados (mais que 50% da MS). Esse padrão de resposta animal tem sido observado para várias forrageiras, como silagem de milho.

Visto a grande importância de avaliação do tamanho de partícula da silagem, em 1996 um grupo de pesquisadores, da Universidade do Estado da Pensilvânia (EUA), desenvolveram o sistema chamado de Penn State. O qual constitui em um sistema de bandejas perfuradas com orifícios de diferentes diâmetros que separam percentualmente uma certa quantidade de forragem estratificada após a movimentação do conjunto.

Desde então essa metodologia passou por mudanças buscando uma adequação para as forrageiras tropicais. A última consiste na substituição da peneira de 1,18 mm por uma peneira de orifícios de 4 mm, capazes de reter partículas da dieta que efetivamente contribuem para a ruminação do animal.

Na avaliação com esse novo conjunto de peneiras, deve-se utilizar uma amostra de peso conhecido como por exemplo 500 g e em uma superfície plana, agitar as peneiras em uma direção por 5 vezes e girar o conjunto em 1/4 de volta. Repetir o processo até completar duas voltas (executando assim 40 ciclos). Ao terminar os ciclos, pesar o conteúdo retido em cada peneira e no fundo. Abaixo seguem as recomendações de tamanhos de partículas de silagem de milho para vacas em lactação:



Figura 03. Conjunto de peneiras (Penn State) e percentuais de retenção do volumoso desejado.

Contudo é importante salientar que estes valores podem ser tomados como auxiliares na tomada de decisão, e um ajuste mais preciso da dieta só poderá ser feito ao se considerar outros aspectos como estágio de lactação das vacas, presença de animais dominantes, efetividade da mistura de dieta, entre outros.



Figura 04. Resultado de avaliação de silagem de milho com uso do conjunto de peneiras Penn State. Em ordem: 19 mm; 8 mm; 4 mm e fundo.

IV. Processamento de grãos

Para aproveitar melhor o amido presente na silagem de milho, os grãos precisam ser quebrados em pequenas partículas. A digestibilidade do amido é afetada por propriedades físicas dos grãos. A fratura do pericarpo no momento da colheita é necessária para permitir que, posteriormente, microrganismos ruminais acessem rapidamente os nutrientes. Além disso, a digestibilidade do amido é um dos fatores beneficiados pela fermentação, pois a disponibilidade do amido tende a aumentar à medida que aumenta o tempo de estocagem das silagens.

Durante a colheita muitos passos podem ser tomados para fornecer o nível desejado de processamento, no entanto, pode ser difícil ver quão bem os grãos estão processados quando estão misturados com a fração da planta. Abaixo apresenta-se algumas técnicas de avaliação do material ensilado para suportar decisões durante o processo de ensilagem:

Flotação

A técnica de separação por flotação consiste em separar a planta ensilada em duas frações: os grãos e a porção vegetativa (colmos, folhas e sabugos). Durante a ensilagem uma amostra é coletada e colocada em um recipiente com água, onde a porção vegetativa flutua, enquanto os grãos se precipitam. Após a separação, a avaliação do grau de processamento do grão é subjetiva. A presença de muitos grãos inteiros é uma indicação de que o nível de processamento não está adequado.

Copo de monitoramento

A técnica consiste em coletar o volume de 1 litro de uma amostra de massa fresca da silagem de milho processada pela máquina durante a colheita, espalhar esta amostra em uma superfície plana e, manualmente, separar todos os grãos maiores que uma metade de grão.

O padrão ideal de processamento é não mais que dois (ou três) grãos inteiros ou metades. A partir disso, já é aconselhável ajustar a máquina de corte no momento da colheita.

Imagem por foto

Esta técnica consiste em determinar o grau de processamento dos grãos através de uma foto em que os grãos devem ser separados das outras frações da planta e colocados em um papel com fundo preto ao lado de uma moeda ou metal com tamanho conhecido, para servir como escala.

O software desenvolvido pela SilageSNAP®, filtra a foto, detecta a borda de cada grão e determina o tamanho real, que transforma os dados em um histograma para verificar a distribuição do tamanho dos grãos.

Se 70% dos grãos são menores que 4,75 mm de diâmetro, o processamento é definido como adequado. Se menos de 70% dos grãos forem menores que 4,75 mm de diâmetro, o processamento deve ser revisado.

KPS (Kernel Processing Score)

O KPS é uma ferramenta analítica que permite avaliar quantitativamente a quebra dos grãos. O equipamento conta com um conjunto de 5 peneiras e fundo (19,00; 13,20; 9,50; 6,70 e 4,75 mm), que permanecem durante 10 minutos em um agitador e avaliam a proporção de amido que passa através da peneira de 4,75 mm em relação ao amido total da silagem. Onde se prioriza que em torno de 70% dos

grãos fiquem retidos na peneira de 4,75 mm, pois esta peneira retêm os grãos quebrados em pedaços maiores que ¼ de grão. Os grãos mal processados ou inteiros podem não ser digeridos completamente, resultando em excesso de amido nas fezes.

Estudos sugerem que o processamento mecânico dos grãos da silagem de milho aumenta a digestibilidade do amido. Práticas de colheita para otimizar o tamanho de partículas e o processamento dos grãos, são ferramentas bem estabelecidas na melhoria da digestibilidade destes nutrientes e, conseqüentemente, podem afetar a digestibilidade do amido.



Figura 05. Amido fecal decorrente do mal processamento dos grãos de milho durante o processo de ensilagem.

O teor de amido contido no grão de milho pode chegar a 72 a 74%, o que representa 50% do total de matéria seca da planta. A digestibilidade ruminal do amido quando pensamos em silagem de planta inteira de milho, varia entre 24 a 66% e de 80 a 99% no trato total. Inúmeros fatores interagem entre si, e podem modificar como o amido é digerido pelo animal.

Atualmente existe disponibilidade de diversos tipos de máquinas e processadores que auxiliam no momento da colheita. Há a necessidade de que a colheita seja monitorada e que se ajuste a máquina para obter o tamanho de partículas e processamento dos grãos.

V. Compactação

O processo de compactação deve ser feito de forma a distribuir por todo silo camadas uniformes de espessura média ao redor de 15 a 25 cm. Essas camadas devem ser espalhadas de forma a ficarem inclinadas, sendo realizado a compactação no sentido longitudinal e transversal. No processo de compactação devemos procurar sempre tratores pesados para exercer a função. O cálculo a ser feito é de que o trator deve pesar mais de 25% da quantidade total de silo que chega por hora para ser compactada.

O objetivo desta compactação é a expulsão do ar, controlando a respiração, a elevação da temperatura e favorecendo a ação das bactérias produtoras de ácido láctico e do rápido abaixamento do pH do material ensilado. Estudos recentes recomendam que a densidade de matéria verde de uma silagem deve atingir 700 kg/m³. Para que este objetivo seja alcançado, devemos saber os fatores que afetam a densidade da massa em silos horizontais trincheira e superfície, os quais são:

- I) teor de matéria seca da forragem;
- II) o tamanho de partícula;
- III) a altura da camada distribuída no silo durante o abastecimento;
- IV) o peso do veículo;
- V) tempo de compactação.

Todos os fatores apontados acima são importantes e interagem entre si, contudo os três últimos são considerados determinantes.



Figura 06. Momento da compactação em um silo de superfície.

VI. Vedação

A vedação consiste em não permitir a entrada de ar e é feita através da cobertura do silo. Após compactado, o silo deve ser coberto e bem vedado para evitar os efeitos negativos da entrada de ar na massa já armazenada. As principais características que um bom filme plástico deve ter são: alta resistência à perfuração e ao rasgo; baixa permeabilidade ao oxigênio e resistência aos raios UV. Os tipos de lonas utilizados são: as lonas pretas, lonas de dupla face, lonas de 150 micras ou mais.

O sistema de vedação representa em média 2% do custo total da silagem produzida, sendo fundamental para reduzir perdas no processo. Uma boa alternativa para isso é a utilização de filmes com barreira ao oxigênio, sendo que trabalhos mostraram que, ao revestir o silo com essa barreira, há uma grande redução de perdas, e a manutenção da qualidade da silagem no topo é igual à silagem do centro. Esse filme deve ter uma lona convencional ou uma rede de proteção física, pois ele não tem tratamento contra raios UV, ou seja, radiação solar, mas tem alta barreira ao oxigênio, permitindo excelente vedação.

Considerações Finais

Neste Infocampo NK, vimos vários pontos de atenção para otimizar a produção de uma silagem de alta qualidade. Um volumoso de alta qualidade tem uma percentagem importantíssima na redução dos problemas advindos da alimentação nas fazendas.

A qualidade dos alimentos e o diagnóstico dos componentes críticos é determinante para o sucesso da produção de leite e carne com elevada rentabilidade. Entendemos que estes conceitos aqui apresentados podem ser usados não somente para diagnosticar problemas, mas também para ajudar os agropecuaristas no processo de melhoria em suas silagens.

BIBLIOGRAFIA:

- ALLEN, M.S.; COORS, J.G.; ROTH, G.W. Corn Silage. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARRISSON, J.H. (Ed.) Silage science and technology. Madison: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America, p.547-608, 2003.
- ALVES DE BRITO, C.G.F.; RODELLA, R.A.; DESCHAMPS, F.C. Chemical profile of cell wall and its implications on Brachiaria brizantha and Brachiaria humidicola digestibility. R. Bras. Zootec., v.32, p.1835- 1844, 2003.
- CARBONARE, M. S. D. Processamento de grãos (KPS) da silagem de milho e aproveitamento do amido por vacas em lactação em fazendas comerciais. 2020. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.
- DE PAULA, R.F. A importância do quebramento de grãos na qualidade da silagem de planta inteira de milho. 2019. Disponível em:<<http://www.pioneersementes.com.br/blog/138/a-importancia-do-quebramento-de-graos-na-qualidade-da-silagem-de-planta-inteira-de-milho>> Acessado em: 13 set. 2022.
- DIAS JUNIOR, G.S.; FERRARETTO, L.F.; SALVATI, G.G.S. et. al. Relationship between processing score and kernel-fraction particle size in whole-plant corn silage. Journal of Dairy Science, v.99, n.4, p.2719-2729, 2016.
- DHIMAN, T. R., BAL, M. A., WU, Z. H. I. G. U. O., MOREIRA, V. R., SHAVER, R. D., SATTER, L. D., SHINNERS K. J. & WALGENBACH, R. P. Influence of mechanical processing on utilization of corn silage by lactating dairy cows. Journal of dairy science, n.83, v.11, p.2521-2528, 2000.
- DREWRY, J.L., LUCK, B.D., WILLETT, R.M., ROCHA, E.M.C., & HARMON, J.D. (2019). Predicting kernel processing score of harvested and processed corn silage via image processing techniques. Computers and Electronics in Agriculture, 160, 144–152.
- 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, 2017.
- FERREIRA, G.; MERTENS, D.R. Chemical and Physical Characteristics of Corn Silages and Their Effects on In Vitro Disappearance. Journal of Dairy Science, v.88, n.12, p. 4414-4425, 2005.
- HEINRICHS J & JONES CM. 2013. The Penn State Particle Separator. DSE 2013– 186. Disponível em:<<https://extension.psu.edu/penn-state-particle-separator>> Acesso em: 13 de set. de 2022.
- KONONOFF, P. J.; HEINRICHS, A. J.; BUCKMASTER, D. A. Modification of the Penn State forage and total mixed ration particle separator and the effects of moisture content on its measurements. Journal of Dairy Science, v. 86, n. 2, p. 1858-1863, Feb. 2003.
- LAUER, J. Kernel Milkline: how should we use it for harvesting silage? Agronomy Advice. 1999.
- MCALLISTER, T.A.; RODEI, L.M.; MAJORI, D.J. et.al. Effect of ruminal microbial colonization on cereal, grain digestion. Canadian Journal of Animal Science, v.70, p. 571-579, 1990.
- OLIVEIRA, L.B.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P. et al. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. Rev. Bras. Zootec., v.39, n.1, p. 61-67, 2010.

- OWENS, F. Corn Silage – Facts, Fantasies, and the Future. In: FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 1., 2008, Gainesville. Proceedings... Gainesville: Pioneer Hi-Bred International, 2008. 31p.
- SALVATI, G.; BERNARDES, T.F. Você é eficiente em colher milho para silagem? Milk Point, 2016. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/thiago-fernandes-bernardes/voce-e-eficiente-em-colher-milho-para-silagem-103049n.aspx?r=600276768#>> Acessado em: 12 set. 2022.
- SHINNERS, K.J.; HOLMES, B.J. Making Sure Your Kernel Processor Is Doing Its Job. Focus on Forage, v.15, n.4, 2013.
- SILVESTRE, A.M. & MILLEN, D.D. The 2019 Brazilian survey on nutritional practices provided by feedlot cattle consulting nutritionists. Brazilian Journal of Animal Science. 2021.
- WEISSBACH, F. & HONIG, H. Über die vorhersage und steuerung des gärungsverlaufs bei der silierung von grünfütter aus extensivem anbau. Landbauforschung Völkenrode, Heft 1,10-17, Germany, 1996.
- ZOPOLLATTO, M. et al. Alterações na composição morfológica em função do estágio de maturação em cultivares de milho para produção de silagem. R. Bras. Zootec., v.38, n.3, p.452-461, 2009.