

Efeito da utilização de duas máquinas colhedoras e diferentes tamanhos de partícula sobre a qualidade de silagens de milho (*Zea mays*)

Rainier Pisaneschi⁽¹⁾*, *Fernando César Bauer*⁽²⁾

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da utilização de duas máquinas colhedoras e diferentes tamanhos de partículas sobre a qualidade de silagens de milho. As silagens foram confeccionadas em sacos plásticos, que foram abertos após 90 dias vedados. Amostras de cada silo foram coletadas e preparadas para determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria mineral (MM). Foram testados 4 tratamentos, com 10 repetições cada, sendo eles: 11/88 (partículas com tamanho aproximado de 4mm), D/C (partículas com tamanho aproximado de 7mm), 8/11 (partículas com tamanho aproximado de 6mm) e C/D (partículas com tamanho aproximado de 5,5mm). As partículas de milho nas amostras também foram avaliadas e classificadas com base no tamanho. A caracterização da granulometria foi realizada seguindo o método da Universidade de Penn State. Com base nos resultados encontrados, das quatro amostras de silagem, o tratamento D/C (7 mm) foi o único que apresentou valor ideal retido em cada compartimento da peneira de Penn State. Independente do tratamento, foram verificados baixos teores de MS e FDN e valores dentro do padrão para MM e PB.

Palavras-chave: silagem de milho, tamanho partículas e análise bromatológica.

- (1) Acadêmico do curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil. *Autor correspondente, e-mail: rainier.pisa22@gmail.com
- (2) Professor Associado, Depto de Engenharia Rural, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina. Rod. Admar Gonzaga, 1346, Bairro Itacorubi, Caixa Postal 476, CEP 88040-900, Florianópolis, SC, Brasil.

ABSTRACT

This study aimed to assess the effect of using two different corn harvesting machines and particle sizes on the quality of corn silage. Silages were packed in plastic bags and opened after 90 days of sealing. Samples from each silo were collected and prepared for the determination of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), and mineral matter (MM). Four treatments were tested, with 10 repetitions each, namely: 11/88 (particles with an approximate size of 4mm), D/C (particles with an approximate size of 7mm), 8/11 (particles with an approximate size of 6mm), and C/D (particles with an approximate size of 5.5mm). Corn particles in the samples were also evaluated and classified based on size. Particle size distribution was characterized using the Penn State University method. Based on the results, among the four silage samples, the D/C treatment (7 mm) was the only one that showed an ideal retained value in each compartment of the Penn State sieve. Regardless of the treatment, low levels of DM and NDF were observed, and values within the standard range were found for MM and CP.

1. INTRODUÇÃO

A ensilagem é um dos métodos mais amplamente reconhecidos e empregados na preservação de forragens. Esse processo envolve a colheita da planta, seguida por uma fermentação anaeróbica, visando um impacto mínimo sobre suas propriedades nutricionais. Entre as culturas disponíveis, o milho é a mais frequente escolha para a produção de silagem (BERNARDES, 2012). De acordo com Nussio et al. (2001), a planta de milho exibe atributos de composição, como a presença de carboidratos solúveis e uma capacidade tampão reduzida, que são ideais para a produção de silagens de qualidade, facilitando uma fermentação microbiana desejável. Entre as plantas mais comumente escolhidas para ensilagem, o milho (*Zea mays*) se destaca devido ao seu considerável volume de biomassa, palatabilidade e alto valor nutricional, tornando-o propício para o processo de fermentação (BUSO, 2018).

A ensilagem de planta inteira de milho é amplamente reconhecida em Santa Catarina como uma excelente opção para a conservação de alimentos volumosos, atendendo à demanda nutricional dos animais em períodos de escassez de alimentos. Essa técnica também é bastante difundida no restante Brasil devido à facilidade de produção, alta produtividade e valor nutricional significativo que o alimento oferece (PAZIANI; CAMPOS, 2015). Outro aspecto que contribui para a ampla utilização da silagem de milho é a viabilidade de mecanização em todas as etapas relacionadas à sua produção e posterior distribuição para os animais (D'Oliveira; Oliveira, 2014). É possível conduzir todas as fases do processo de produção de silagem de milho de maneira mecanizada e em grande escala. A colheita pode ser realizada quando a planta contém aproximadamente 30% a 35% de matéria seca, o que implica a presença de pelo menos 3% de carboidratos solúveis em seu estado natural, juntamente com uma baixa capacidade tampão (ASCOM, 2018).

De acordo com as conclusões de Neumann et al. (2007), o processamento da silagem assume um papel de grande relevância devido a dois fatores distintos. No que diz respeito à preservação do material ensilado, a correta preparação das partículas está intimamente relacionada à eficácia da compactação do silo, o que, por sua vez, favorece uma fermentação adequada.

As dimensões das partículas desempenham um papel significativo nos processos de fermentação ruminal, na produção microbiana e na eficiência global de utilização de amido e outros nutrientes no rúmen (Passini et al., 2004). Contudo, a colheita do milho

deveria ser realizada com partículas variando entre 0,2 e 0,6 cm, destacando a consequente redução nas perdas tanto físicas quanto nutricionais durante a fase de desensilagem (Neumann et al., 2007).

Portanto, é essencial ajustar as máquinas de colheita e corte para garantir a correta fragmentação da forragem, uma vez que o êxito da ensilagem depende significativamente dessa fase (FACTORI et al., 2014). Diminuir as dimensões das partículas e causar danos à estrutura da parede celular resultam em um aumento na densidade do alimento, (Pereira et al. em 2009). Além disso, a compressão leva a uma redução na concentração de oxigênio no ambiente, reduzindo assim o período de atividade aeróbica, conforme observado (Neumann et al. em 2005).

A granulometria influencia a porção da matriz protéica do grão que fica suscetível à ação da proteólise durante o processo de ensilagem (Ferraretto et al., 2013). Conforme mencionado por Hutnik (2012), o fator de maior impacto na qualidade final da silagem reside na densidade do material ensilado, uma vez que esta determina a adequada compactação. Além disso, a quantidade de oxigênio presente no silo também exerce uma influência significativa. Isso afeta a eficácia na redução do pH do ambiente, o que, por sua vez, resulta em perdas e na deterioração da silagem. Tais efeitos, por conseguinte, acarretam prejuízos tanto em termos de perda de material quanto na produção dos animais.

Sabe-se que existe uma grande correlação entre o valor nutritivo da cultura do milho e sua silagem (CRUZ et al., 2001) e para maximizar o potencial genético do híbrido escolhido, a tomada das decisões referentes ao manejo devem ser acertadas. Segundo Tavares et al. (2009), o efeito do tamanho de partículas é maior em materiais que apresentam menor teor de umidade. Sendo este fator mais influente nos teores de FDA, FDN, hemicelulose, pH e matéria orgânica (Neumann et al., 2005). Forragens mais secas prejudicam a compactação permitindo uma concentração maior de oxigênio no silo, fator que prolonga o tempo de respiração da planta reduzindo o conteúdo de carboidratos solúveis e por consequência seu valor nutricional e produção de ácido lático. Caso a forrageira apresente teor de umidade acima de 85%, eleva as chances de difusão das bactérias do gênero *Clostridium*, responsáveis por fermentar açúcares e ácido lático produzindo ácido butírico, composto associado à redução do consumo de silagens pelos animais (Reis et al., 2008).

Com base em todas as razões apresentadas, o objetivo deste estudo foi avaliar

as dimensões das partículas de milho por meio da utilização de diversas configurações na ensiladeira, e posteriormente, analisar a qualidade da silagem resultante dos tratamentos variados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Ressacada, que é parte do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), localizada em Florianópolis, nas coordenadas 28°19'11" S e 49°27'41" W. A propriedade possui um clima classificado como Cfa de acordo com a Classificação Climática de Köppen-Geiger, caracterizado como mesotérmico úmido, com verões quentes e chuvas distribuídas ao longo do ano. A temperatura média anual na região é de 21,15 °C. (PORTO FILHO, 1993) e umidade em torno de 80% (CECCA/FNMA 1996). O solo é categorizado como Neossolo Quartzarênico Hidromórfico, caracterizado pela predominância de areia de tonalidade escura devido à elevada presença de matéria orgânica. Do ponto de vista geológico, a Fazenda está situada em uma região formada por processos de sedimentação marinha, com altitudes do solo variando entre dois a quatro metros acima do nível do mar (DELLA, et al, 2018). Quanto à fase de análises bromatológicas, essas foram conduzidas no Laboratório de Forragicultura e Nutrição Animal, do Departamento de Zootecnia no âmbito do Centro de Ciências Agrárias.

O híbrido de milho escolhido para confecção da silagem foi o BM812 (BIOMATRIX), classificado como precoce. Em uma das bordaduras foram semeadas doze linhas do milho refúgio BM3063. A área de refúgio é aquela em que a praga-alvo ir sobreviver e reproduzir-se sem a exposição à toxina Bt. (EMBRAPA,2014). O plantio foi realizado em 15/02/2023, em sistema de plantio direto, com dessecação da área realizada em 17/02/2023 e com aplicação de 5 L/ha de Glifosato. A densidade de semeadura foi de 74.000 plantas/ha, com espaçamento de 0,9 m entre linhas.

No que tange as adubações, estas foram realizadas com base no Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (MANUAL, 2016), em que se aplicou na base, 37 kg de uréia, 300 kg de Super fosfato triplo e 164 kg de Cloreto de potássio. Em cobertura, foi aplicado 250 kg/ha de uréia no dia 13/03. Não foram feitas aplicações de produtos fitossanitários para o controle de pragas ou de doenças.

Utilizou-se duas colhedoras de forragens: Pecu 9004, geração 4, de linha única,

rotor com 10 facas (Figura 1) e C-120 ATs3 de área total, rotor regulável com 12 facas em perfil “C” ambas com altura de corte de 20 cm (Figura 2).

Figura 1 - colhedora Pecu 9004



Figura 2 - colhedora C-120 ATs3



2.1. Tratamentos

Neste estudo, investigamos o efeito do tamanho das partículas de milho para silagem coletada por duas colhedoras diferentes, operando com configurações distintas. As ensiladoras podem oferecer a capacidade de ajustar o comprimento das partículas resultantes da picagem, esse ajuste é feito através da troca das engrenagens que cada ensiladora possui. Esse ajuste é importante para determinar o tamanho ideal das partículas na silagem, o que pode afetar a digestibilidade e a qualidade da alimentação.

Foram testados quatro tratamentos diferentes, para cada um foi configurado as regulagens para processar um determinado tamanho de partícula. No primeiro tratamento foram configuradas as engrenagens de transmissão da máquina na posição C/D da colhedora Pecu 9004 (Figuras 3a e 3b), enquanto que o segundo tratamento foi configurado na regulagem para cortar na posição 11/8, utilizando a colhedora C-20 ATs3 Figuras 4a e 4b). O terceiro tratamento foi ajustado às engrenagens da Pecu 9004 na posição D/C. E o quarto e último tratamento foi configurado as engrenagens na posição 8/11. Foi configurado para cortar usando o sistema com 10 facas na ensiladora Pecu 9004 e 12 facas na ensiladora modelo C-20 ATs3.

As configurações das engrenagens nas posições C/D e D/C da Pecu 9004

produziu partículas de milho com tamanho aproximado de 5,5 e 7 mm, respectivamente, e com 10 facas. Enquanto a ensiladora C-20 ATs3 com as regulagens posicionadas na posição 11/8 e 8/11 produziu partículas com tamanho aproximado de 4 e 6 mm, com sistema de 12 facas.

As ensiladoras são implementos agrícolas que dependem de um trator para o seu funcionamento e transporte, pois são acopladas a tomada de força dos tratores para o seu devido funcionamento. Portanto, a ensiladora Pecu 9004 foi acoplada através do SLH no trator Massey Ferguson 4291 TDA, enquanto a C-120 ATs3 foi acoplada no trator Ford 6600. Ambas foram trabalhadas em 540 na TDP e com a marcha na 1º reduzida.

Figura 3 - Tabela de comprimento de corte (a) e Engrenagens da colhedora PECUS 9004 (b).



(a)



(b)

Figura 4 - Tabela de comprimento de corte (a) e Engrenagens da colhedora C-120 ATs3 (b).



(a)

(b)

2.2. Determinação do tamanho das partículas e ensilagem

Para a realização das análises, foram coletadas amostras representativas da silagem produzida por cada colhedora e regulagem. Em seguida, as partículas de milho presentes nas amostras foram cuidadosamente avaliadas e classificadas de acordo com seu tamanho. Para caracterização da granulometria utilizou-se o equipamento e a metodologia proposta por (HEINRICHS & JONES, 2013) da Universidade de Penn State. Com a utilização da Penn State (Figura 5), foi possível separar as partículas do material fresco, recém picado, no dia da colheita através de uma peneira dividida em 4 níveis, onde cada nível possui orifícios de diferentes milimetragens. Os crivos da peneira da Penn State são uma parte fundamental do equipamento utilizado para avaliar o tamanho das partículas no processo de ensilagem. A peneira da Penn State é composta por uma série de crivos de diferentes tamanhos, geralmente em forma de discos perfurados, que são usados para separar as partículas de silagem de acordo com o seu tamanho. Cada crivo tem um diâmetro de furo específico que determina o tamanho das partículas que passarão por ele. Essa peneira é projetada para categorizar as partículas em diferentes frações, como partículas longas, médias e curtas. A escolha dos crivos a serem utilizados depende do objetivo da análise e do tipo de material que está sendo avaliado. Ela geralmente possui três crivos com diferentes diâmetros de furos. O crivo de 19 mm (3/4 de polegada) é usado para separar as partículas mais longas da silagem. O crivo de 8 mm (5/16 de polegada), para separar partículas de tamanho médio na

silagem. E por fim o crivo de 4 mm (5/32 de polegada), utilizado para separar partículas menores na silagem. Esses diâmetros de crivo são essenciais para classificar as partículas em diferentes categorias de tamanho, o que é crucial na avaliação da qualidade da silagem, pois o tamanho das partículas pode afetar, dentre outros fatores a digestibilidade e o consumo do alimento pelos animais

Ao realizar essas avaliações, buscou-se entender como a regulagem da peneira de PENN STATE influencia o peso das amostras de cada material, permitindo-nos identificar possíveis variações na distribuição de tamanhos das partículas e a eficiência da peneira para as diferentes configurações avaliadas. Essas informações são essenciais para compreender as características físicas dos materiais estudados, fornecendo dados importantes para futuras análises e aplicações em diversos setores industriais e agrícolas.

Figura 5 - Peneira de Penn State



O material verde picado foi ensilado em sacos plásticos (Figura 6), com o uso de uma máquina ensacadora e compactadora da marca DI CAMPO movida por motor elétrico de 2CV e capacidade de aproximadamente 4000 kg/h. (Figura 6a). A máquina ensacadora (Figura 6b) possui um funil ou abertura onde a silagem é carregada. Os sacos de ensilagem são posicionados sob a abertura. A silagem é alimentada no saco enquanto a máquina ensacadora compacta o material para remover o ar. Isso é importante para garantir a conservação adequada da silagem. A máquina pode ter rolos ou dispositivos de compactação que pressionam o material enquanto ele é ensacado. O saco foi lacrado com abraçadeiras de nylon, após o enchimento, impedindo a entrada de ar. Para este modelo de silagem em bag, utilizaram-se sacos próprios para este fim, com

espessura de 180 μ m, cor branca e proporções 0,35 x 1,10 x 0,16m.

Figura 6 - Silagem armazenadas em bags (a) e máquina ensacadora (b)



(a)

(b)

2.3 . Análise bromatológica

A primeira etapa de análises ocorreu 90 dias após a vedação dos sacos. Neste dia foram coletadas amostras dos 40 bags, para determinar a matéria seca parcial (MPS) das amostras conforme SILVA & QUEIROZ, (2002). As 8 amostras compostas de cada tratamento foram colocadas em estufa com circulação de ar forçado a 60°C por 72h, secas e moídas em um moinho tipo “Wiley” com peneira de 1mm e armazenadas para posterior análises químicas. Também foram realizadas análises de matéria seca (MS) total, matéria mineral (MM) conforme descrito por (SILVA & QUEIROZ, 2002), proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldahl (AOAC, 1984), e os teores de fibra em detergente neutro (FDN) pelo método proposto por (GOERING & VAN SOEST, 1970) usando autoclave e α -amilase estável para FDN. Os resultados obtidos com a composição das silagens nos diferentes tratamentos, foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando 5% de significância através do programa estatístico SAS (versão 9.0).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na tabela 1 é apresentado o tamanho médio das partículas do material verde picado, antes da ensilagem, em função dos tratamentos.

Embora não se tenha estimado a compactação do material ensilado, sabe-se que a produção de silagem e aspectos relacionados ao tamanho de corte das partículas podem

afetar a densidade, a fermentação, a produção de efluentes e, indiretamente, a deterioração aeróbia (MUCK et al., 2004).

Tabela 1 – Tamanho das partículas do material original (em %).

Tratamentos				
Peneira	4 mm	5,5 mm	6mm	7 mm
19 mm (até 8%)	8%	10%	10%	8%
8 mm (45 a 65%)	52%	40%	40%	60%
4 mm (20 a 30%)	24%	24%	28%	24%
FUNDO (<10%)	12%	12%	16%	8%

A Universidade de Penn State sugere que na peneira de 19 mm, 8 mm, 4 mm e fundo (< 4 mm) devem ser encontradas, respectivamente, 3 a 8%, 45 a 65%, 20 a 30% e menos que 10% das partículas. Com base nos resultados encontrados, os tratamentos 11/8 e D/C (4mm e 7mm respectivamente) apresentaram valor ideal, retidos na primeira peneira (19mm). Na análise da segunda peneira (8 a 19 mm), também os tratamentos 11/8 e D/C encontraram-se dentro da proporção esperada para este tamanho de partícula. Na análise da terceira peneira (4 a 8mm), foi observado que todos os tratamentos apresentaram proporção recomendada para este tamanho de partícula. Retido no fundo ocluso (<4mm) deveria estar abaixo dos 10% das amostras, o que ocorreu apenas com o tratamento D/C (7mm).

Na tabela 2, é apresentado a caracterização nutricional das silagens nos diferentes tratamentos.

Tabela 2 – Teor médio de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN), expresso em % da MS, nos diferentes tratamentos.

	Tratamentos			
	4 mm	5,5 mm	6mm	7 mm
MS (%)	22,93	24,53	24,66	22,51
MM (%)	3,84 a	3,70 ab	3,55 b	3,94 a
PB (%)	7,02	7,16	6,83	6,95
FDN (%)	38,98 a	37,71 ab	35,86 b	37,35 ab

*Médias seguidas de letras diferentes, na mesma linha, diferem pelo teste de Tukey ($P < 0,05\%$)

A matéria seca (MS) não diferiu de forma significativa ($P > 0,05$) entre os tratamentos, sendo de 20 a 24 %, a média, entre as regulagens da colhedora (Tabela 2). O teor de matéria seca ideal depende da espécie da planta, sendo um valor de referência para a cultura do milho entre 30 a 35% de matéria seca (Van Soest, 1994). Portanto, no presente trabalho, as plantas foram colhidas abaixo do ponto mínimo ideal, o que pode ter influenciado os demais resultados e prejudicado o processo fermentativo da massa ensilada. A alta atividade de água no silo pode promover o crescimento de enterobactérias e clostrídios, que normalmente não se desenvolvem em ambientes ácidos. No entanto, devido à alta atividade de água no silo, esses microrganismos podem sobreviver nessas condições. Assim, a qualidade da silagem também depende da umidade da forragem (TOMICH et al., 2003) que é inversamente proporcional ao teor de MS da mesma. Bernardes et al. (2005) afirmaram que o excesso de umidade é um fator restritivo, desencadeia efeitos indesejáveis que prejudicam a eficácia da fermentação e a qualidade geral do processo. Com base nas referências citadas, pode-se inferir que a silagem usada neste estudo apresentou um elevado teor de umidade durante o armazenamento. Além disso, a silagem armazenada em sacos plásticos não permite a drenagem de líquidos e efluentes gerados durante os processos de fermentação, o que mantém o nível de umidade do material ensilado elevado e reduz o teor de matéria seca (Tabela 2).

Em relação a matéria mineral (MM) houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos. A maior diferença para esta variável foi observada na regulagem

D/C (7 mm) quando comparado a 8/11 (6 mm) , 3,94% e 3,55%, respectivamente (tabela 2). A porção mineral da análise fornece uma indicação básica da riqueza mineral da amostra, mas para plantas, a determinação da matéria mineral total (MM) tem pouco valor, já que as frações de cada componente mineral variam amplamente e essa análise não consegue quantificá-los separadamente (SILVA & QUEIROZ, 2002).

Quanto aos dados de fibra em detergente neutro (FDN), observou-se diferença significativa ($P < 0,05$) entre os tratamentos, sendo que a redução no tamanho das partículas de 6 mm (configuração 8/11) para 4 mm (configuração 11/8) resultou em um aumento no teor de FDN, de 35,86% para 38,98%, respectivamente, (Tabela 2). De forma geral, os percentuais médios de FDN presentes em silagens podem ser classificados como baixos. Os teores de FDN que ultrapassam 55% da matéria seca apresentam uma correlação negativa tanto com o consumo quanto com a digestibilidade (Van Soest, 1991). Reduzir o teor de FDN (Fibra em Detergente Neutro) na silagem é um objetivo. O teor de lignina e FDN está intimamente relacionado à idade e altura de corte no momento da colheita da planta, quando aumenta a altura de corte durante a ensilagem resulta em uma redução na relação colmo/espiga, melhorando assim as características nutricionais do alimento (Dias, 2002).

O teor de Proteína Bruta não diferiu entre os tratamentos ($P < 0,05$) (tabela 2). Outros estudos que investigaram distintos tamanhos de partículas na silagem de milho também não identificaram diferenças na quantidade de proteína. (Clark & Armentano, 1999). Na ausência de diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos, é plausível observar que, mesmo que não haja uma diferença estatística marcante, os tratamentos com tamanhos de partículas menores, ou seja, 11/8 e C/D (4 e 5mm respectivamente), tendem a apresentar valores ligeiramente superiores em comparação com as configurações 8/11 e D/C (6 e 7mm respectivamente). Essas discrepâncias, embora não alcancem relevância estatística, podem ser notadas na tabela 2.

4. CONCLUSÃO

Com exceção dos minerais e da fração fibrosa, a regulagem das máquinas não alterou a composição química das silagens. A regulagem de 6 mm influenciou negativamente a distribuição das partículas na peneira de 19 mm e fundo da caixa.

5. REFERÊNCIAS

AFUAKWA, J. J.; CROOKSTON, R.K. **Using the kernel milk line to visually monitor grain maturity in maize.** Crop Science, Madison, v.24, n.4, p.687-91, 1984. Disponível em:

<<https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1984.0011183X002400040015x>>

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official methods of analysis.** 15. Ed. Washington D. C., 1990. 1141 p. 1984. Disponível em:

<<https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>>

BERNARDES, T. F. **Levantamento das práticas de produção e uso de silagem em fazendas leiteiras do Brasil.** Universidade Federal de Lavras. Departamento de Zootecnia, 12p, 2012. Disponível em:

<<https://ufla.br/dcom/wp-content/uploads/2012/03/EBOOK-SILAGEM1.pdf>>

BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MOREIRA, A.L. 2005. **Fermentative and microbiological profile of Marandu-grass ensiled with citrus pulp pellets.** Scientia Agricola, 62: 214-220. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/sa/a/7twbMXJH6bXKp8PXVxytWyg/?lang=en>>

BUSO, W. H. D.; MACHADO, A. S.; RIBEIRO, T. B.; SILVA, L. O. Produção e composição bromatológica da silagem de híbridos de milho sob duas alturas de corte. **Revista de Agricultura Neotropical**, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 74–80, 2018. Disponível em: Disponível em:

<<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/2682/2577>>

CRUZ, J. C. Cultivares de milho para silagem In: CRUZ, J.C. et al. **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p. 11-37. 2001. Disponível em:

<<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/957981/producao-e-utilizacao-de-silagem-de-milho-e-sorgo>>

D'Oliveira, P. S.; Oliveira, J. S. **Produção de Silagem de Milho para Suplementação do Rebanho Leiteiro.** 2014. Disponível em:

<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105773/1/COT-74-Persio-Producao-de-Silagem-de-Milho-para-Suplementacao-do-Rebanho-Leiteiro.pdf>>

DELLA, A. P., et al. Florística e fitossociologia de um campo pastejado na Fazenda Experimental da Ressacada, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Biociências**, 16(1). 2018. Disponível em:

<https://www.academia.edu/88827377/Flor%C3%ADstica_e_fitossociologia_de_um_campo_pastejado_na_Fazenda_Experimental_da_Ressacada_Florian%C3%B3polis_Santa_Catarina_Brasil?f_ri=124795>

DIAS, F.N. **Avaliação de parâmetros agrônômicos e nutricionais em híbridos de milho (*Zea mays* L.) para silagem.** 2002. 96p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz, Piracicaba, SP. Disponível em:

<<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-25102002-104327/publico/francisco.pdf>>

EMBRAPA MILHO E SORGO. EMBRAPA MILHO E SORGO: **Recomendações de uso para o plantio do milho transgênico Bt.** Área de Refúgio, SETE LAGOAS, MG, 2014. Disponível em:

< <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/884142/1/Arearefugio.pdf>>

FACTORI, M. A., et al. **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, v.30, p. 882-891.2014. Disponível em:

<<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/129927/WOS000350408000046.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>

FERRARETTO, L. F.; CRUMP, P. M.; SHAVER, R. D. **Effect of cereal grain type and corn grain harvesting and processing methods on intake, digestion, and milk production by dairy cows through a meta-analysis.** Journal of dairy science, v. 96, n. 1, p. 533–50, 2013. Disponível em:

<<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002203021200848X?via%3Dihub>>

GOERING, H. K.; VAN SOEST, P. J. **Forage Fiber Analyses: apparatus, reagentes, procedures and some applications).** USDA ± ARS Agric. Handbook n. 379. US Govet. Printyng Office, Washington, DC., 1970. Disponível em:

<[https://www.scirp.org/\(S\(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1878643](https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1878643)>

HUTNIK, E.; KOBIELAK, S. Density of the silage stored in horizontal silos, Acta Agrphysica, Lublin, v. 19,n.3, p. 539-549, 2012. Disponível em:

<<https://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-faae981e-0f0b-476f-b726-7ec9449ee90b>>

HEINRICHS, J; JONES, M. C. **Pen State Particle Separator.** Pennsylvania State University. 26 de setembro de 2013. Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4383961/mod_resource/content/0/penn-state-particle-separator.pdf>

MANUAL. **Adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11ª ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Núcleo Regional Sul, Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2016. Disponível em:

<https://www.sbcs-nrs.org.br/docs/Manual_de_Calagem_e_Adubacao_para_os_Estados_do_RS_e_de_SC-2016.pdf>

MUCK, R.E. 2004. **Efeitos de inoculantes da silagem de milho na estabilidade aeróbica**. Transações da Sociedade Americana de Agricultura Engineers 47 (4): 1011-1016. Disponível em:

<<https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1>>

NEUMANN, M.; et al 2005. **Efeito dotamanho da partícula e do tipo de silo sobre o valor nutritivo dasilagem de sorgo (Sorghum bicolor, L. Moench)**. Disponível em:

<<https://www.rbms.abms.org.br/index.php/ojs/article/view/143/1555>>

NEUMANN, M; et al. Efeito do tamanho de partícula e da altura de colheita das plantas de milho (*Zea mays* L.) sobre as perdas durante o processo fermentativo e o período de utilização das silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1395-1405, 2007.

Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rbz/a/xKj6yfnzQwQFw9Pp5QwTYvj/?lang=pt>>

Nussio, L. G., Simas, J. M. C. de, & Lima, M. L. M. (2001). Determinação do ponto de maturidade ideal para colheita do milho para silagem. **In Anais**. Piracicaba: FEALQ.

Disponível em:

<https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/6345832/mod_resource/content/1/1849.pdf>

PASSINI, R.; BORGATTI, L.M.O.; FERREIRA, F.A.; RODRIGUES, P.H.M.

Degradabilidade no rúmen bovino de grãos de milho processados de diferentes formas.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.39, n.3, p.271-276, mar. 2004.

Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/pab/a/x43hqjRsPmNfnxDmy9r7wwd/>>

PAZIANI, S. F; CAMPOS, F. P. **Silagem de milho: ponto ideal de colheita e suas implicações**. 2015. Disponível em:

<<http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2015/janeiro-junho-3/1651-silagem-de-milho-ponto-ideal-de-colheita-e-suas-implicacoes/file.html>>

PEREIRA, E. S., et al 2009. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e comportamento ingestivo de bovinos da raça Holandesa alimentados com dietas contendo feno de capim-tifton 85 com diversos tamanhos de partícula. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 38, 190-195. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rbz/a/gFrty55P5dzzZtCT7FJBdwD/?lang=pt>>

PORTO FILHO, E. **Sedimentometria e algumas considerações sobre a biogeoquímica dos sedimentos de fundo da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis – SC. 1993. Disponível em:

<<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/75853>>

REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R.; ROTH, M. T. P.; ROTH, A. P. T. P., 2008. Fatores que afetam o consumo de forragens conservadas In: Simpósio Sobre Produção e Utilização De Forragens Conservadas, Maringá. **Anais 9–40**. Disponível em:

<<https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/RICARDOANDRADEREIS/consumo-silagens.pdf>>

SENGER, C.C.D.; MUHLBACH, P.R.F.; SANCHEZ, L.M.B. et al. Composição química e digestibilidade ‘in vitro’ de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v.35, n.6, p.1393-1399, 2005.

Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/cr/a/Z34jznQMz6kcYBhwMf6gd8f/?format=pdf&lang=pt>>

SILVA, D. J. & QUEIROZ A. C. **Análise de alimentos; Métodos químicos e biológicos**. Universidade Federal de Viçosa, MG, Editora UFV, 3ªed. 2002.

TAVARES, V. B., et al 2009. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia.

Revista Brasileira de Zootecnia, 38,40-49. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rbz/a/ZtTWXHSc49XTCq5hCtQxnDv/?lang=pt>>

TOMICH, T. R. et al. **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação**.

Documentos 57, Embrapa Pantanal. 2003. Disponível em:

<www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/811112/1/DOC57.pdf>

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutraldetergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition.

Journal of Dairy Science, Champaign, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, Oct. 1991.

Disponível em:

<[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(91\)78551-2/pdf](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(91)78551-2/pdf)>

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell

University Press, 1994. 476p. 1994. Disponível em:

<<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=TlluDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=VAN+SOEST,+P.J.+Nutritional+ecology+of+the+ruminant.+2.ed.+Ithaca:+Cornell+University+Press,+1994.+476p.+1994.&ots=loDhCkiUiE&sig=PFkS2tpkm9N12Jv5FeyRfXxEwIE#v=onepage&q&f=false>>

VELHO, J. P., et al. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36,

1532-1538. 2007. Disponível em:

<<https://www.scielo.br/j/rbz/a/MjQwPMVn5TWHbKwywV7bNCw/abstract/?lang=pt>>