

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

Ana Clara Marcondes de Souza Gondim

**QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO COLHIDA PELA  
MÁQUINA FORRAGEIRA AUTOMOTRIZ: MATÉRIA  
SECA E TAMANHO DE PARTÍCULA**

Taubaté - SP  
2022

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

Ana Clara Marcondes de Souza Gondim

**QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO COLHIDA PELA  
MÁQUINA FORRAGEIRA AUTOMOTRIZ: MATÉRIA  
SECA E TAMANHO DE PARTÍCULA**

Monografia apresentada para obtenção  
do Título de Engenharia Agrônoma do  
Departamento de Ciências Agrárias da  
Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Dr. José Maurício Bueno  
Costa

Taubaté - SP  
2022

**Grupo Especial de Tratamento da Informação - GETI  
Sistema Integrado de Bibliotecas - SIBi  
Universidade de Taubaté - UNITAU**

G635u Gondim, Ana Clara Marcondes de Souza  
Qualidade da silagem de milho colhida pela máquina  
forrageira automotriz: matéria seca e tamanho de partícula. /  
Ana Clara Marcondes de Souza Gondim. -- 2022.  
34 f. : il.

Monografia (graduação) - Universidade de Taubaté,  
Departamento de Ciências Agrárias, 2022.  
Orientação: Prof. Dr. José Maurício Bueno Costa.  
Departamento de Ciências Agrárias.  
Coorientação: Prof. Dr. Paulo Fortes Neto. Departamento  
de Ciências Agrárias.

1. Ruminantes. 2. Zea mays. 3. Forragem. I. Universidade  
de Taubaté. Departamento de Ciências Agrárias. Curso de  
Agronomia. II. Título.

CDD – 633.15

**Ana Clara Marcondes de Souza Gondim**

**QUALIDADE DA SILAGEM DE MILHO COLHIDA PELA MÁQUINA FORRAGEIRA  
AUTOMOTRIZ: MATÉRIA SECA E TAMANHO DE PARTÍCULA**

Monografia apresentada para obtenção do  
Título de Engenharia Agrônoma do  
Departamento de Ciências Agrárias da  
Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Dr. José Maurício Bueno  
Costa

Data: \_\_\_\_\_

Resultado: \_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. José Maurício Bueno Costa

Universidade de Taubaté

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Dr. Marcos Roberto Furlan

Universidade de Taubaté

Assinatura \_\_\_\_\_

Prof. Luciano Rodrigues Coelho

Universidade de Taubaté

Assinatura \_\_\_\_\_

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Senhor, meu Deus, que me abençoou e me sustentou até aqui.

Ao meu marido, Henrique, que o Senhor me deu por meio do curso de Agronomia e que sempre esteve ao meu lado, segurando minha mão, me dando todo apoio e forças para eu não desistir.

Aos meus pais, Vagner e Vanessa, que sempre oraram por mim e me ensinaram a confiar em um Deus que é bom em todo tempo, independente das circunstâncias. Obrigada por todo incentivo e carinho demonstrado nos momentos de desânimo.

A todos os meus familiares. Aos meus tios que sempre me encorajaram em especial meu tio Vander que me apresentou o curso de Agronomia. A todas minhas tias que sempre me deram alguma palavra de força e ânimo e aos meus primos que me faziam rir mesmo em meio ao caos dos períodos de provas, em especial minha querida prima Isabela que sempre esteve ao meu lado torcendo por mim e minha priminha Melissa que sempre foi minha companheira desde pequenininha. Aos meus avós Valdir, Sandra, Roberto e Carmen que sempre me disseram que Deus ia me abençoar, e assim aconteceu. Aos meus sogros, Mário e Regina, que também me encorajaram e oraram por mim. A minha xará, bisavó Ana, que também orou por mim. A minha cunhada, Vitória, que esteve comigo desde o início, me dizendo palavras de conforto e me ajudando a não desanimar.

Aos meus amigos que cresceram comigo e participaram de mais um ciclo da minha vida, obrigada por todo apoio e, principalmente, por orarem por mim (kisuco).

As minhas amigas, Isabella, Pétria, Luana, Alana, Ariane e Grazi, que Deus me deu por meio do curso de Agronomia. Sempre estivemos juntas e dando forças uma à outra, afirmando todos os dias que tudo ia dar certo.

Aos meus professores, José Maurício Costa, Marcos Furlan, Luciano Coelho, Adriana Labinas e João Gadioli, pelas correções e ensinamentos que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

Buscai antes o Reino de Deus, e todas estas coisas vos serão acrescentadas.

*Lucas 12.33*

## RESUMO

A silagem é muito utilizada para a alimentação de ruminantes devido ao seu alto poder nutritivo, e por ser uma alternativa para suplementação alimentar do animal nos períodos de escassez de forragem a campo. Este suprimento tem sido imperativo em razão do crescimento da produção de carne e leite. Pode-se utilizar diversos tipos de forrageiras para silagem, porém, a silagem de milho é a que mais supre adequadamente neste contexto, por garantir um suprimento acertado com nutrientes essenciais para o desenvolvimento dos animais. O objetivo geral desta pesquisa foi analisar o perfil da silagem feita por intermédio da máquina automotriz, em dois aspectos: o tamanho de partícula e a matéria seca. A sondagem dos dados foi realizada em 5 (cinco) fazendas no interior do Estado de São Paulo. A escolha das fazendas foi feita de forma aleatória, a fim de abranger diferentes perfis das silagens produzidas e analisar os eventuais problemas pertinentes aos fatores físicos que pudessem acarretar um baixo aproveitamento da silagem. Coletados os dados para análise, observou-se quanto a matéria seca, resultou que 60% das fazendas não atingiram o percentual adequado, em razão do período tardio de colheita da silagem. Quanto ao tamanho de partícula, 100% das fazendas, ou seja, todas as propriedades analisadas obtiveram um bom resultado nas silagens, isso, em razão da utilização da máquina automotriz que consegue depreender a colheita com o tamanho adequado, obtendo assim, um bom desempenho na alimentação animal em análise. Após as análises de dados, apenas 40% das fazendas ficaram dentro do esperado na peneira >19mm (1,91cm). Na peneira de >8mm (0,79cm) apenas 60% das fazendas ficaram dentro do percentual adequado, porém, esse tamanho de partícula é a fibra efetiva, logo, entende-se que 100% das fazendas obtiveram um bom resultado. Na peneira >4mm (0,41cm), 80% das fazendas ficaram de acordo com o esperado e no recipiente final 100% das fazendas alcançaram o percentual ideal. Conclui-se que, a época de colheita, influenciou a qualidade da matéria seca, mas, a máquina automotriz proporcionou boa qualidade do material quanto ao tamanho da partícula.

**Palavras-chave:** Ruminantes; *Zea mays*; Forragem

## ABSTRACT

Silage is widely used for feeding ruminants due to its high nutritional power, and because it is an alternative for animal feed supplementation in periods of forage shortage in the field. This supply has been imperative due to the growth in meat and milk production. Different types of forage can be used for silage, however, corn silage is the one that most adequately supplies in this context, as it guarantees a correct supply of essential nutrients for the development of the animals. The general objective of this research was to analyze the profile of the silage made using the self-propelled machine, in two aspects: particle size and dry matter. The data survey was carried out in 5 (five) farms in the interior of the State of São Paulo. The choice of farms was made at random, in order to cover different profiles of the silages produced and to analyze any problems related to physical factors that could lead to low utilization of the silage. After collecting the data for analysis, it was observed in terms of dry matter, it resulted that 60% of the farms did not reach the appropriate percentage, due to the late period of silage harvest. As for the particle size, 100% of the farms, that is, all the analyzed properties obtained a good result in the silages, this, due to the use of the self-propelled machine that manages to infer the harvest with the appropriate size, thus obtaining a good performance. in the animal feed under analysis. It is concluded that the harvest time influenced the quality of the dry matter, but the self-propelled machine provided good material quality in terms of particle size.

**Keywords:**Ruminants; *Zea mays*; forage

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Resultado da Análise de Matéria Seca das Amostras de Silagem.....	24
Tabela 2 – Resultados dos Testes Com oSeparador de Partículas Penn State.....	25

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Separador de Partículas Penn State.....	22
Figura 2 – Método Recomendado Para o Uso do Separador de Partículas Penn State.....	23

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2.2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 Silagem de milho .....</b>	<b>13</b>
<b>2.2Matéria seca.....</b>	<b>15</b>
<b>2.3Tamanho de partícula (Fibra Efetiva).....</b>	<b>17</b>
<b>3. MATERIAL E MÉTODO .....</b>	<b>20</b>
<b>3.1 Matéria seca .....</b>	<b>20</b>
<b>3.2 Tamanho de partícula .....</b>	<b>22</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>4.1 Matéria seca.....</b>	<b>24</b>
<b>4.2 Tamanho de partícula .....</b>	<b>25</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Arcanjo et al. (2014), no Brasil a maior parte dos rebanhos é conduzido no sistema de pasto, mas as condições edafoclimáticas não possibilitam cenários para que seja produzida forragem durante todo ano. Portanto, a prática de ensilagem de forrageiras, considerada a forma mais antiga e tradicional para conservar alimentos que complementa a dieta animal, torna-se imprescindível como alternativa para que haja suplementação do rebanho durante o período seco do ano, mantendo assim os animais com produção e peso favorável.

Para a ensilagem, pelo fato de possuir elevada expressão no Brasil, a cultura do milho é considerada a mais recomendada dentre as outras plantas utilizadas, como por exemplo, o sorgo e o girassol (VEIRA, 2011). Restle et al. (2004) afirmam que a silagem de milho é uma das melhores opções para o uso como suplementação em período de escassez de forragem, pois possui uma produção elevada de massa por unidade de área, bom rendimento de massa verde por hectare, boa qualidade e facilidade de fermentação quando no silo.

A ensilagem se dá pelos cortes de forragem, a qual é colocada compactada e vedada em silos, onde ocorrerá a sua fermentação. Este é o processo de conservação de forragem mais utilizado, principalmente em propriedades produtoras de leite (PEREIRA et al., 2015). Para a correta compactação da silagem, é necessário saber excluir o oxigênio para garantir condições anaeróbicas a fim de preservar os nutrientes, observam Jonhson et al. (2002). Também é importante que a densidade e o teor de matéria seca estejam em níveis adequados, tendo em vista que irão influenciar a porosidade da silagem, a taxa de aeração da silagem e, posteriormente, o grau de deterioração na armazenagem e na desensilagem (BOLSEN; BOLSEN, 2000).

Portanto, o processo de ensilagem deve ser feito dentro de alguns parâmetros estabelecidos. A porcentagem de matéria seca (MS) deve ser de 30 a 35%, sendo que teores menores que 30% apresentam baixa produção, perdas por lixiviação, baixa qualidade, redução do consumo pelos animais e fermentações indesejáveis

(BOLSEL; BOLSEN, 2000). E elevados teores de outra característica de suma importância, segundo Vieira (2011), está ligado diretamente ao tamanho da partícula. O autor afirma que em uma silagem de boa qualidade o que se deseja é que as partículas tenham de 6 a 15mm, mantendo um tamanho médio de 8mm. Quando há o corte inadequado, as partículas grandes dificultam o processo de compactação, já que quanto menos o grão é quebrado há um menor aproveitamento deles, fazendo com que apareçam inteiros nas fezes dos animais. Ao reduzir o tamanho da partícula, torna mais benéfico o processo de fermentação da massa no silo por conta da compactação facilitada (MUCK et al., 2003).

Considerando a relevância da silagem de milho na alimentação animal, o presente estudo tem como objetivo avaliar a qualidade da silagem colhida em fazenda pela forrageira automatizada e para isto foi utilizado os parâmetros matéria seca e tamanho de partícula.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Silagem de milho

De acordo com Persio (2014), silagem é o produto resultante de um processo específico de anaerobiose, por acidificação do material vegetal verde, que permite seu armazenamento por longos períodos, conservando seu valor nutritivo. A ensilagem é o processo que tem por objetivo a conservação de forragem verde, com um valor nutritivo mais próximo do material original, e com perdas mínimas.

O principal produto utilizado para produção de silagens é o milho, pois apresenta bom valor nutricional. O uso de aditivos pode potencializar seu valor nutricional, e conseqüentemente aumentar a sua digestibilidade, proporcionando assim um volumoso de alta qualidade para os bovinos. No cenário da pecuária brasileira a silagem é o principal volumoso e fonte nutricional fornecido aos bovinos no período de entressafra (AGUIAR, 2019).

Segundo Evangelista (2002), o milho é uma das forrageiras mais usadas na produção de silagem, principalmente para suplementação de vacas leiteiras de alta produção. Vários fatores justificam o uso do milho como a forrageira preferida para produção de silagem, sendo eles: sistema de produção já definido; facilidade de cultivo (mecanizado); produção adequada de matéria seca; facilidade de fermentação; alto valor energético; e consumo voluntário elevado.

Portanto, é importante considerar que para a produção eficiente de silagem, devem ser seguidos alguns procedimentos, os quais dependem de supervisão profissional para que o produtor tenha sucesso, tais como, a escolha do híbrido de milho a ser utilizado, a calagem e adubação adequadas, a época de plantio, a população de plantas, o tipo de silo, a época de colheita, carregamento e compactação (PERSIO, 2014).

Sendo assim, vários fatores podem interferir na qualidade da silagem, dentre eles o acúmulo de matéria seca na planta, a quantidade de carboidratos solúveis, o poder tampão da massa ensilada, a população microbiana favorável, o tamanho das partículas do material colhido, a vedação adequada (anaerobiose), a velocidade de enchimento do silo, a compactação adequada, o tipo de silo e a drenagem eficiente de efluentes (PERSIO, 2014).

Segundo Petz (2022), a produção de silagem deve ser realizada na chamada primeira safra ou no cultivo de verão. Esse sistema é muito praticado no Brasil todo e acontece sempre durante o período chuvoso. No Sul, a época de plantio de milho é no final do mês de agosto. No Nordeste, ocorre no início do ano. Já no Centro-Oeste e no Sudeste, o cultivo da silagem deve ser feito entre os meses de outubro e novembro.

Portanto, quando realizada de forma correta, o valor nutritivo da silagem é semelhante ao da forragem verde. Assim, quando feita a partir de uma lavoura ou capineira bem manejada vai ser bem melhor que uma feita com uma cultura mal cuidada. Por isso, o manejo feito de acordo com as recomendações de implantação e manutenção da cultura é imprescindível para obtenção de um volumoso de boa qualidade, assim como a forma de condução de todas as etapas da ensilagem (JÚNIOR, 2022).

A produção de silagem é muito importante, principalmente, para empreendimentos de exploração intensiva com vacas leiteiras ou bovinos em confinamento, onde a exigência por volumoso de boa qualidade é maior (JÚNIOR, 2022).

Segundo Bernardes (2016), a alimentação compõe a parte mais significativa do custo de produção de um litro de leite, e a qualidade do volumoso ofertado impacta na viabilidade do processo produtivo. Portanto, o milho (*Zea mays*) é a cultura padrão para ensilagem, tanto pela tradição no cultivo, como pela elevada produtividade e bom valor nutricional.

Desse modo, a principal função da silagem de milho para o animal é fornecer energia, já que seu conteúdo proteico é baixo, em torno de 6 a 9%. Para que haja a digestão adequada é necessário o mínimo de 1% de compostos nitrogenados na dieta para que os microrganismos possam aproveitá-lo (MEMARI, 2013).

De acordo com Mahanna (2014), os grãos de milho na silagem correspondem a maior participação, com 65% de energia; os conteúdos celulares da planta com 10%; e a digestibilidade da fibra (FDN) com 25%. Quanto maior a proporção de grãos, maior será o conteúdo de amido e, conseqüentemente, maior o valor nutricional da silagem.

Segundo Bernardes (2016), alguns autores frisam a importância do entendimento que as principais culturas brasileiras como o milho, o sorgo, a cana de açúcar e as gramíneas tropicais são fornecedoras de carboidratos e não de proteína. Em outros termos, é necessário potencializar a produção de carboidratos por parte da silagem, principalmente aqueles que não são considerados como fibrosos como o amido e a sacarose.

## **2.2 Matéria Seca**

De acordo com Rosa Filho (2011), o conceito de matéria seca é definido por uma quantidade restante de massa de uma determinada porção de alimento após a retirada de toda a água ali contida. A matéria seca concentra todos os nutrientes, como proteína, minerais, vitaminas e energia. Desse modo, os produtores estão familiarizados em utilizar o conteúdo de matéria seca como medida de eficiência.

Segundo Pereira (2018), forragens ensiladas com alto teor de umidade (20 a 27% de matéria seca) possuem um processo de fermentação muito ativo e, geralmente, estão associadas a altas perdas de nutrientes por efluentes. Além disso, são consumidas em menor quantidade por animais em relação a forragens ensiladas com teores ótimos de matéria seca 30-35%. Embora o teor de matéria seca (MS) reduzido, abaixo de 30%, seja indesejável, a colheita do milho com teor de

matéria seca (MS) acima de 35-37% também não é desejável, pois aumenta a resistência da massa de silagem à compactação durante a sua confecção, reduzindo a densidade (CRUZ et al., 2015)

Considerando que os rebanhos normalmente são compostos por várias categorias (vacas em lactação, vacas secas, novilha) que consomem diferentes quantidades de silagem. O consumo por categoria pode ser determinado pela equivalência da categoria em unidade animal (UA), que representa um bovino de 450 kg de peso vivo (PV) (SILVA, 2011).

Portanto, a ingestão de forragem do rebanho ou categoria animal é geralmente calculada pelo consumo de matéria seca (MS), que representa o alimento isento de umidade. O teor de MS dos alimentos pode ser determinado em laboratórios de nutrição animal. Estima-se que o consumo médio de matéria seca por UA é de 10 kg/dia (SILVA, 2011).

O consumo de matéria seca varia com a qualidade e palatabilidade do alimento disponível. Forragens passadas e palhadas grosseiras são de baixo consumo. Alimentos de melhor qualidade, como forragens verdes e grãos, tendem a ser mais consumidos. Em média, para se estimar a quantidade necessária de alimentos/animal/dia, se pode adotar que o consumo de matéria seca (MS) por um animal adulto é de 2,5% do peso vivo (PV). Por exemplo, um boi de 400 kg de peso vivo (PV) irá consumir cerca de 10 kg de MS/dia, que equivalem a, aproximadamente, 30 kg de silagem (ALVA, 2016).

De acordo com Pereira (2018), deve-se ater ao ponto ideal de colheita, que deve ocorrer quando a planta possui 30-35% de matéria seca (MS) ou 65 a 70% de umidade. Esse estágio é, geralmente, atingido quando a linha do leite está entre 1/2 e 2/3 do grão. No entanto, a correlação entre linha de leite e porcentagem MS não é muito grande. Existe uma grande variação entre híbridos e anos de plantio e ela serve como uma referência prática. Portanto, a melhor maneira de se determinar o ponto adequado de colheita do milho e sorgo é através da determinação da matéria seca, utilizando-se, por exemplo, o aparelho de micro-ondas ou aparelhos de medição de umidade, como o Koster.

Portanto, há algumas diferenças entre metodologias-padrão para mensurar a matéria seca. Em laboratórios, o alimento é levado a uma estufa, na temperatura de 55°C por 72 horas. Ou ainda, produz-se matéria seca em estufa por 105°C por 12 horas, extraindo-se praticamente 100% da água presente na amostra. Já em fazendas, o procedimento comum para determinar-se a quantidade de água dos alimentos, é feito por um aparelho denominado Koster®, ou em micro-ondas comercial. Ambas técnicas possuem alta correlação com os métodos laboratoriais, e a equação é sempre a mesma, independentemente do método escolhido (BRITO, 2017).

$$MS\% = \frac{(massa\ inicial - massa\ final) \times 100}{(massa\ inicial)}$$

### 2.3 Tamanho de Partícula (Fibra Efetiva)

O tamanho da partícula da forragem ao ensilar é uma das características mais importantes quanto às condições de conservação e estabelecimento do silo. O tamanho de partícula da silagem assume papel importante no controle do consumo e posterior desempenho animal. Para isso, torna-se necessário o ajuste de máquinas que façam a colheita adequada da forragem, pois o sucesso da ensilagem é dependente dessa etapa (SANTANA et al., 2014)

De acordo com D'Oliveira et al. (2014), em condições de campo, o tamanho de partícula da silagem varia muito, e está diretamente relacionado com os implementos utilizados, especialmente a potência do trator e as condições da colhedora de forragem junto com a velocidade de trabalho empregada. O tamanho de partícula depende, principalmente, de como foi feita a colheita no campo, embora o método de descarga do silo, a mistura com o concentrado e o fornecimento aos animais também tenham influência.

Segundo Pazianiet al. (2009), o tamanho de partícula é fundamental para o funcionamento ideal do rúmen, e por isto deve ser considerado para avaliar a picagem do volumoso ofertado aos animais.

Carvalho (2018) afirma que a efetividade de uma dieta deve ser responsável por estimular a motilidade ruminal e a ruminação, o que por sua vez estimula a produção de saliva, a qual auxiliará manter o pH dentro da normalidade ruminal. No entanto, para o bom funcionamento do organismo do animal e, conseqüentemente, para a maximização do consumo e desempenho, a presença de fibra na dieta é importante.

Portanto, os teores de fibra na silagem de milho são necessários para manter um mínimo de estimulação à atividade de ruminação. A ruminação auxilia na redução da partícula a tamanho adequado que será selecionado no retículo e direcionado ao omaso/abomaso para sequência da digestão. A ruminação é necessária para secreção de saliva, que possui atividade tamponante e auxilia na manutenção de valores de pH adequados à atividade microbiana (OLIVEIRA, 2014).

Dentre os fatores que influenciam a qualidade final da silagem de milho estão a colheita eficiente da forragem, com tamanho médio ideal de partícula entre 1 a 2 cm, boa compactação/densidade, vedação eficiente do silo, fatores estes que promovem o abaixamento rápido do pH da massa ensilada, com conseqüente redução da respiração celular e abaixamento da temperatura da massa (PAZIANI, 2009).

Assim, adotou-se o termo “Fibra Fisicamente Efetiva” (FDNfe) como forma de avaliação da fibra contida nas dietas, sua adoção pode prever como será a saúde ruminal. A fibra fisicamente efetiva, quando em níveis adequados, garante valores de pH dentro da normalidade, maximizando o crescimento microbiano, e como conseqüência potencializando a extração de energia da dieta (MEDEIROS, 2015).

De acordo com Medeiros (2015), o FDN fisicamente efetivo (FDNfe) é a porção da fibra do alimento, ou da dieta, que efetivamente estimula a ruminação e a motilidade ruminal. O principal fator do alimento que afeta essa característica é o tamanho de partícula, associado à baixa taxa de degradação. Apenas partículas grandes requerem mastigação para serem reduzidas e saírem do rúmen. O valor 1,18 mm corresponderia ao tamanho médio das partículas para deixarem o rúmen

pelo orifício retículo-omasal. As maiores partículas nas fezes de vacas ficam retidas em peneiras de 3 mm, mas as partículas médias ficam retidas em peneiras de 1 mm.

Portanto, onde houver níveis de fibra baixos, ou abaixo dos recomendados, inevitavelmente ocorrerá o comprometimento da saúde ruminal, e em consequência o baixo desempenho dos animais (GONÇALVES, 2009).

Segundo Carvalho (2018) para avaliar a fibra fisicamente efetiva presente na forragem, houve o desenvolvimento de uma metodologia pela Universidade da Pennsylvania: a Penn State Particle Separator (PSPS), um método para mensurar o tamanho de partículas de forragem.

Primeiramente, o método compreendia a utilização de duas peneiras com crivos de 19 e 8 mm e uma terceira parte que seria a bandeja para coleta do material mais fino que passou pelas peneiras presentes acima. Para se descobrir a efetividade da dieta ou alimento, é necessário calcular quanto do material (em porcentagem) ficou retido na peneira de 19 mm, somado ao material que ficou retido na peneira de 8 mm. Em termos práticos, tal método apresentado possui a finalidade de simular o que se passa dentro do rúmen do animal. Nota-se que partículas acima de 8mm cooperam para a composição e formação do material ruminal (DIAS, 2018).

É compreensível que a elevada quantidade de partículas retidas na peneira maior de 19 mm não é interessante, pois, no caso em questão, a probabilidade de seleção de partículas no cocho pelo animal é aumentada, logo pode ser confundida com sobras de cocho. Em contrapartida, partículas abaixo de 1,18 mm são igualmente indesejáveis, visto que não possuem efetividade, podendo desencadear distúrbios metabólicos. Sendo assim, a fibra desejável é a retida na peneira de 8mm, onde encontra-se a maior quantidade de material (CARVALHO, 2018).

Portanto, os valores ideais de partículas remanescentes para a silagem de milho variam de acordo com cada peneira. Na peneira de 19mm, o valor ideal é de 3 a 8% das partículas remanescentes. Já na peneira de 8mm este valor ideal fica entre 45 a 65%. Na peneira de 1,18mm o valor varia entre 20 a 30%. Na bandeja o valor ideal deve ser menor que 10% (PEREIRA, 2016).

Segundo Pereira (2016), o somatório de retenção de partículas nas peneiras 19mm e 8mm deve estar ao redor de 66%, podendo variar até 68% do total das partículas e que a amplitude de tamanho de partículas na peneira 8mm deve estar entre 45 a 65% do total das partículas da silagem.

### **3. MATERIAL E MÉTODO**

#### **3.1 Matéria seca**

As amostras de silagem de milho foram coletadas em cinco propriedades da região do Vale do Paraíba-SP, em propriedades onde a lavoura de milho foi colhida com a máquina forrageira automotriz para o processo de ensilagem.

Para a avaliação da matéria seca (MS), foi realizada a coleta de material em 05 (cinco) pontos aleatórios da parede do silo. Após este primeiro momento, a amostra foi colocada em um recipiente e homogeneizada, tornando-se uma amostra única, a qual foi levada ao laboratório para ser analisada.

A avaliação do teor de matéria seca total da silagem passa por duas etapas, as quais:

1ª etapa para o cálculo da MS - Pré-Secagem

Os materiais utilizados na 1ª etapa foram: saco de papel, estufa de ventilação forçada e balança.

O procedimento utilizado foi:

- Pesar um saco de papel e anotar o peso;
- Zerar balança e colocar amostra e anotar o peso da amostra úmida;

- Colocar em estufa á 55° por 72h;
- Retirar amostra da estufa e deixar equilibrar com a temperatura ambiente e pesar. O resultado obtido representa a matéria seca parcial

- $1^{\text{a}} \text{ Matéria Seca} = (A-B) \times \frac{100}{C}$
- Onde:
- A = Saco + amostra seca
- B = Saco vazio
- C = Amostra

2ª etapa para o cálculo da MS - Secagem definitiva

A amostra pré-secada foi moída em moinho tipo Willy em peneira de 5mm para a execução do procedimento da 2ª Matéria Seca:

- Pesar 2g da amostra seca e levar para estufa a 105°C por 24h.
- Retirar amostra da estufa colocar num dessecador e deixar equilibrar com a temperatura ambiente e pesar;
- O resultado obtido representa a matéria seca da segunda etapa.

$$2^{\text{a}} \text{ Matéria Seca} = (A-B) \times \frac{100}{C}$$

Onde:

A = amostra seca + cadinho

B = Cadinho Vazio

C = Amostra (2g)

Mediante os cálculos da primeira e segunda etapa,obtem-se a matéria seca total em porcentual, assim como o porcentual de umidade da silagem:

$$\% \text{ da matéria seca Total (MST)} = \frac{(1^{\text{a}} \text{ MS} \times 2^{\text{a}} \text{ MS})}{100}$$

$$\% \text{ da umidade} = 100 - \% \text{ MST}$$

### 3.2 Tamanho de partícula

Com relação a análise do tamanho de partícula, foram coletadas amostras em 5 pontos aleatórios da parede do silo. Após este primeiro momento, as amostras foram colocadas em um recipiente, em seguida foi feita a homogeneização das amostras, retirando uma sub amostra de 500 gramas, para ser colocada no “Separador de Partículas Penn State”.

O “Separador de Partículas Penn State” consiste em três peneiras, sendo a primeira peneira com 19 mm, a peneira intermediária com 08 mm, a terceira peneira com 4mm, e um recipiente fechado no final.

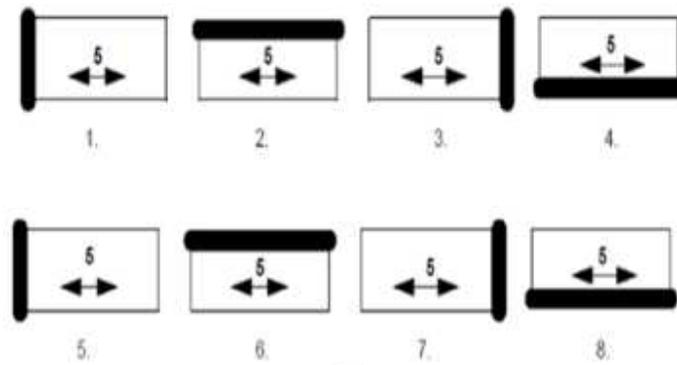
Figura 1 – separador de partículas Penn State



Fonte: RODRIGUES(2019).

O método utilizado para realizar a separação foi como recomendado pelo manual do “Separador de Partículas Penn State”, o qual indica o seguinte procedimento: em uma superfície lisa, chacoalhar as peneiras em uma direção 05 vezes, e então girar o separador  $\frac{1}{4}$ , repetindo o processo por mais 07 vezes para um total de 08 séries ou 40 chacoalhadas. (MARI, 2002). Na figura 2, podemos visualizar como foi realizado o procedimento:

Figura 2 – Método recomendado para o uso do separador de partículas Penn State.



Fonte: RODRIGUES(2019).

Após a realização da separação de partículas através do “Separador de Partículas Penn State”, foi feita uma nova pesagem da silagem retida em cada uma das peneiras, após então, realizada a conversão em porcentagem com a finalidade de analisar o quanto das partículas da silagem foram retidas em cada peneira.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Matéria Seca

Os valores referentes ao teor de matéria seca das silagens analisadas são apresentados na tabela 1.

Matéria Seca – MS (%)	
Fazenda 1	38,28%
Fazenda 2	35,00%
Fazenda 3	34,10%
Fazenda 4	37,40%
Fazenda 5	38,34%

Fonte: Autoria própria (2022).

De acordo com a tabela 1, os resultados alcançados nas fazendas 2 e 3, estão dentro do esperado, visto que Pereira et al. (2018) comentam que o teor ideal de matériaseca para a silagem de milho pode variar entre 30 e 35%.

De acordo com Cruzet al. (2015), embora o teor de matéria seca reduzido, abaixo de 30%, seja indesejável, a colheita do milho com teor de matéria seca acima de 35-37% também não é desejável, pois aumenta a resistência da massa de silagem à compactação durante a sua confecção, reduzindo a densidade, e quando a densidade é reduzida, afeta a qualidade da fermentação da massa ensilada.

Neste sentido, as fazendas 1, 4 e 5 apresentaram percentual de matéria seca acima do desejado, ou seja, não ficaram dentro do limite ideal descrito por Pereira et al. (2018), os quais recomendam valores entre 30 a 35%. Este resultado se deu, possivelmente, pelo período tardio de colheita, logo, o produtor precisa se atentar ao momento adequado para colheita da planta.

Assim sendo, segundo Evangelista (2002), o milho é uma das forrageiras mais usadas na produção de silagem, principalmente para suplementação de vacas em

lactação, devido ao seu elevado valor energético e consumo pelo animal. Porém, de acordo com Persio (2014), a compactação adequada interfere na qualidade da silagem, nesse caso, quando o teor de matéria seca é elevado acima de 35%, fica difícil a expulsão do oxigênio do interior do silo, prejudicando a fermentação segundo o descrito por Jonhson et al. (2002), indicando que não há vantagem em retardar o ponto de colheita.

#### 4.2 – Tamanho de Partícula

O tamanho de partículas das silagens analisadas nas diferentes propriedades está apresentado na tabela 2.

Tabela 2 – Resultados da análise da silagem de milho utilizando o separador de partículas Penn State.

<b>Separador de Partículas Penn State</b>				
	P1 – 19mm	P2 – 8mm	P3 – 4mm	P4 - fundo
Fazenda 1	8,40%	68,03%	17,41%	3,68%
Fazenda 2	7,42%	66,46%	24,79%	1,01%
Fazenda 3	7,36%	64,82%	26,58%	1,02%
Fazenda 4	11,99%	64,22%	20,93%	2,84%
Fazenda 5	11,42%	59,59%	27,14%	1,8%

Fonte: Autoria própria (2022).

De acordo com a tabela 2, para a peneira 1, o percentual de partículas retidas variou de 7,36% na fazenda 3 até 11,99% na fazenda 4, indicando uma amplitude de 4,63% na quantidade de partículas retidas nas diferentes fazendas. Essas partículas retidas na peneira com tamanho maior que 1,91 cm, são de elevado comprimento e segundo Carvalho (2018), pode ocorrer a seleção de partículas no cocho e provocar a sobra de alimento. Neste sentido, de acordo com Pereira (2016), o valor ideal de partículas remanescentes na peneira 1, deve ser de 3 a 8%.

Assim sendo, as fazendas 1, 4 e 5, não conseguiram atingir o percentual adequado de partículas longas e provavelmente haverá perda de silagem no cocho, provocada pelo consumo seletivo das vacas.

Com relação a peneira 2, segundo a tabela 2, o percentual de partículas retidas variou de 59,59% na fazenda 5 até 68,03% na fazenda 1, indicando uma amplitude de 12,44% na quantidade de partículas retidas nessa peneira nas diferentes fazendas.

De acordo Pereira (2016), o percentual de partículas retidas na peneira 2, representando partículas com comprimento entre 0,79 a 1,91 cm, deve ficar entre 45 a 65%. Assim sendo, somente as fazendas 1 e 2 não atingiram o percentual desejado.

Para Oliveira (2014), os teores de fibra na silagem de milho são necessários para manter um mínimo de estimulação da atividade de ruminação, a qual, é necessária para a secreção de saliva, que possui atividade tamponante e auxilia na manutenção de valores de pH no rúmen adequados à atividade microbiana.

Nesse sentido, Medeiros (2015), comenta que o termo fibra fisicamente efetivo (FDN fe), foi adotado para prever como será a saúde ruminal, tendo em vista, que a fibra efetiva quando em níveis adequados, garante valores de pH dentro da normalidade, maximizando o crescimento microbiano e como consequência potencializando a extração de energia da dieta. Portanto, como essa amplitude de tamanho de partícula na peneira 2, é considerada fibra detergente neutro fisicamente efetivo (FDN fe), não parece ser um problema o resultado obtido para a fazenda 1 e 2, acima dos 65%, conforme apresentado na tabela 2.

Já para a peneira 3, o percentual retido referente as partículas de comprimento entre 0,40 a 0,79 cm, segundo Pereira (2016) deve estar entre 20 a 30%. Neste sentido conforme apresentado na tabela 2, as partículas retidas variaram de 17,41% na fazenda 1 até 27,14% na fazenda 5. Portanto, em todas as propriedades as silagens de milho avaliadas estão dentro do percentual previsto, para este tamanho de partícula.

Segundo Medeiros (2015), somente partículas grandes requerem mastigação para serem reduzidas e saírem do rúmen. Neste sentido, as partículas pequenas não possuem a característica de fibra efetiva para provocarem a ruminação. Causando baixo desempenho dos animais (GONSALVES, 2009).

Com relação a bandeja do fundo, referente as partículas inferiores: 0,40 cm, o percentual esperado deve ser inferior a 10%. Nesse caso, de acordo com a tabela 2, os valores obtidos para as silagens de milho avaliadas em todas as fazendas foram inferiores a 10%, ficando dentro do esperado. Da mesma forma, que os valores de partículas comentados para a peneira 3, essas partículas também são pequenas e não têm o comprimento necessário para serem consideradas como fibra efetiva, pois, segundo Paziani (2009), dentre os fatores que influenciam a qualidade da silagem de milho estão a colheita eficiente da forragem com tamanho médio de partícula entre 1 e 2 m de comprimento.

## 5. CONCLUSÃO

O ponto de colheita deve ser cuidadosamente avaliado para conseguir uma silagem de milho com valores de matéria seca entre 30 a 35%.

A máquina forrageira automotriz é adequada para conseguir produzir silagem de milho, com o percentual adequado de fibra efetiva, devido a homogeneidade do tamanho de partículas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, S.M.; **Parâmetros Físico-Químicos de Silagens de Milho na Região de Rio Verde – GO**. 2019. Disponível em:

<https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/MATEUS%20DA%20SILVA%20AGUIAR.pdf>. Acesso em: 10 de setembro.

<https://www.unirv.edu.br/conteudos/fckfiles/files/MATEUS%20DA%20SILVA%20AGUIAR.pdf>. Acesso em 02 de setembro de 2022.

ALVA. **Quantos quilos de matéria seca (kg de MS) um animal adulto consome por dia?** 2016. Disponível em:

[https://cloud.cnpgc.embrapa.br/sac/2016/05/24/quantos-quilos-de-materia-seca-kg-de-ms-um-animal-adulto-consome-por-dia/#:~:text=Em%20m%C3%A9dia%2C%20para%20se%20estimar,do%20peso%20vivo%20\(PV\)](https://cloud.cnpgc.embrapa.br/sac/2016/05/24/quantos-quilos-de-materia-seca-kg-de-ms-um-animal-adulto-consome-por-dia/#:~:text=Em%20m%C3%A9dia%2C%20para%20se%20estimar,do%20peso%20vivo%20(PV).). Acesso em 18 de novembro de 2022.

BERNARDES, T.F.; **Silagem: alimento fornecedor de energia**. 2016. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/thiago-fernandes-bernardes/silagem-alimento-fornecedor-de-energia-98652n.aspx>. Acesso em 02 de setembro de 2022.

BERNARDES, Thiago Fernandes. **Fragem Suplementar: Faça a escolha correta para o seu rebanho**. 2013. <https://www.milkpoint.com.br/colunas/thiago-fernandes-bernardes/fragem-suplementar-faca-a-escolha-correta-para-o-seu-rebanho-86180n.aspx?acao=7c37f034-792d-4f94-a407-71fb68f381a7>>. Acesso em: 15 de agosto de 2022.

BOLSEN, K.K.; BOLSEN, R.E. The **silagetriangleandimportantpractices in managing bunker, trench, and driver-over pile silos**. Macon: 2000. Pág. 1-7.

BRITO, Fernando. **Ajuste na matéria seca (MS) da dieta de bovinos de corte**. 2017. Disponível em: <<https://agrocereasmultimix.com.br/blog/ajuste-materia-seca>>. Acesso em 07 de setembro de 2022.

CARDOSO, E.G.; SILVA, J.M.; **Silos, Silagem e Ensilagem**. 1995. Disponível em: <https://old.cnpgc.embrapa.br/publicacoes/divulga/GCD02.html#:~:text=%C3%89%20chamada%20silagem%20a%20forragem,para%20que%20haja%20a%20fermenta%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em: 15 de agosto de 2022.

CARVALHO, J.R. Geração Confinatto: **Fibra fisicamente efetiva para bovinos de corte**. 2018. Disponível em: <https://agrocereasmultimix.com.br/blog/geracao-confinatto-fibra-fisicamente-efetiva-para-bovinos-de-corte/>. Acesso em 11 de setembro de 2022.

CRUZ, J. C. *et al.* **Efeito do Teor de Matéria Seca, na Ocasão da Colheita, na Quantidade e na Qualidade da Silagem**. 2015. Disponível em: <<https://revistacultivar.com.br/artigos/efeito-do-teor-de-materia-seca-na-ocasio-da-colheita-na-quantidade-e-na-qualidade-da-silagem>>. Acesso em 27 de Outubro de 2022.

D'OLIVEIRA, P.S. et al. **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>. Acesso em 01 de setembro de 2022.

HEINRICH, J. **O Separador de Partículas Penn State**. 2013. College of Agricultural Sciences. Pág.3 - 4.

JF MÁQUINAS. **Separador de Partículas Penn State – O Que é e Como Usar?**.

2020. Disponível em:

[https://www.jfmaquinas.com/pt/post.php?blog=29&separador\\_de\\_particulas\\_penn\\_st\\_ate\\_o\\_que\\_e\\_e\\_como\\_usar](https://www.jfmaquinas.com/pt/post.php?blog=29&separador_de_particulas_penn_st_ate_o_que_e_e_como_usar). Acesso em 27 de setembro 2022.

JOHNSON, L.M.; HARRISON, J.H.; DAVIDSON, D. et al. **Corn silage management: effects of maturity, inoculation, and mechanical processing on pack density and aerobic stability**. Journal of Dairy Science, v.85, n.2, p.434-444, 2002.

JÚNIOR, J. A. CPT. **Silagem é importante para a exploração intensiva de bovinos em confinamento**. Disponível em: <https://www.cpt.com.br/cursos-bovinos-pastagensealimentacao/artigos/silagem-importante-para-exploracao-intensiva-bovinos-confinamento>. Acesso em 02 de setembro de 2022.

MARI, Lucas José. **O método Penn State Particle Size Separator para a predição do tamanho de partículas de silagens**. 2002. Disponível em: <<https://www.beefpoint.com.br/o-metodo-penn-state-particle-size-separator-para-apredicao-do-tamanho-de-particulas-de-silagens-6531/>>. Acesso em 27 de setembro de 2022.

MEDEIROS, S. R. **Nutrição de bovinos de corte Fundamentos e aplicações**.

2015. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/120040/1/Nutricao-Animal-livro-em-baixa.pdf>. Acesso em 11 de setembro de 2022.

MEMARI, C. **Parâmetros Agronômicos e Valor nutricional da Silagem de Milho Com ou Sem o Gene bt (*Bacillus thuringiensis*) Com Ovinos.** 2013. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfs/1367499136.pdf>>. Acesso em 04 de novembro de 2022.

MUCK, R.E. and BOLSEN, K.K. **Silage preservation and additive products.** Field Guide and Silage Management in North America. 2000. p.105-126.

OLIVEIRA, P.C.S. et al. **Qualidade na produção de silagem de milho.** PUBVET, Londrina - Fevereiro, 2014. Disponível em: [file:///C:/Users/cliente/Downloads/Qualidade\\_na\\_producao\\_de\\_silagem\\_de\\_milho.pdf](file:///C:/Users/cliente/Downloads/Qualidade_na_producao_de_silagem_de_milho.pdf). Acesso em 10 de setembro de 2022.

PAZIANI, F.S. **Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem.** 2009. Disponível em: <http://www.aptaaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/educacao-2015/janeiro-junho-3/1651-silagem-de-milho-ponto-ideal-de-colheita-e-suas-implicacoes/file.html#:~:text=Dentre%20os%20fatores%20que%20influenciam,ensilada%2C%20com%20consequente%20redu%C3%A7%C3%A3o%20da>. Acesso em 10 de setembro de 2022.

PEREIRA F. Rehagro. **Silagem de milho: como produzir com qualidade?** 2018. Disponível em: <<https://rehagro.com.br/blog/producao-de-silagem-de-milho-com-qualidade-voce-sabe-como-fazer/#comments>>. Acesso em 07 de setembro de 2022.

PEREIRA, J.R.A. **Silagem de milho: do plantio ao cocho**. 2016. Disponível em: [Silagem de milho: do plantio ao cocho \(revistaleiteintegral.com.br\)](http://silagemde milho: do plantio ao cocho (revistaleiteintegral.com.br)). Acesso em 12 de setembro de 2022.

PETZ. **Saiba como plantar milho**. 2022. Disponível em: <https://www.petz.com.br/blog/plantas/quando-plantar-milho/#:~:text=De%20acordo%20com%20a%20Embrapa,precipita%C3%A7%C3%A3o%20ou%20estrutura%20de%20irriga%C3%A7%C3%A3o>>. Acesso em 02 de setembro de 2022.

PIONEER.; **Silagem de milho: fase da nutrição**. 2020. Disponível em: <https://www.pioneersementes.com.br/blog/153/silagem-de-milho-fase-da-nutricao#:~:text=Os%20gr%C3%A3os%20de%20milho%20na,o%20valor%20nutricional%20da%20silagem>. Acesso em 02 de setembro de 2022.

RODRIGUES, M. S. et al. **Estratégias de alimentação e manejo utilizados para minimizar o seletivo de bovinos de leite e corte**. 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/334647543\\_MULTIDISCIPLINARY\\_REVIEW\\_Estrategias\\_de\\_alimentacao\\_e\\_manejo\\_utilizadas\\_para\\_minimizar\\_o\\_consumo\\_seletivo\\_de\\_bovinos\\_de\\_leite\\_e\\_corte\\_Feeding\\_and\\_management\\_strategies\\_utilized\\_to\\_minimize\\_feed\\_sorti](https://www.researchgate.net/publication/334647543_MULTIDISCIPLINARY_REVIEW_Estrategias_de_alimentacao_e_manejo_utilizadas_para_minimizar_o_consumo_seletivo_de_bovinos_de_leite_e_corte_Feeding_and_management_strategies_utilized_to_minimize_feed_sorti)>. Acesso em 27 de setembro de 2022.

ROSA FILHO, Octávio. **Feno & Silagem**. 2011. Disponível em: <https://edcentaurus.com.br/ag/educacao/149/materia/3854>>. Acesso em 07 de setembro de 2022.

SANTANA, J. C. et al. **Efeito da Densidade e Tamanho de Partícula na Qualidade de Silagens de Forrageiras Tropicais: Uma Revisão**. 2019. Disponível em:

<<https://famez.ufms.br/files/2019/12/EFEITO-DA-DENSIDADE-E-TAMANHO-DE-PART%C3%8DCULAS-NA-QUALIDADE-DE-SILAGENS.pdf>>. Acesso em 04 de novembro de 2022

SILVA, M. J. Senar. **Silagem de Milho e Sorgo – Produção, ensilagem e utilização**. 2011. Disponível em: <https://www.cnabrazil.org.br/assets/arquivos/154-SILAGEM-DE-MILHO-E-SORGO.pdf>. Acesso em 07 de setembro de 2022.

VIEIRA, V.C. et al. **Caracterização da Silagem de Milho, Produzida em Propriedades Rurais do Sudoeste do Paraná**. 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/dLH7vPvhSLWkzYvk8QqNDnC/?lang=pt>. Acesso em 10 de setembro de 2022.