

## **Perfil granulométrico e digestibilidade do amido da silagem de milho submetida a diferentes processamentos**

### **Grain size profile and starch digestibility of corn silage submitted to different processing**

DOI:10.34117/bjdv7n4-433

Recebimento dos originais: 16/03/2021

Aceitação para publicação: 16/04/2021

#### **Lisandro Rodrigo Buriol**

Engenheiro Agrônomo

Instituição: Universidade do Oeste de Santa Catarina - Unoesc

Endereço: Epaminondas Michels, N° 2475, Bairro Pioneiro, Pinhalzinho – SC, Brasil

E-mail: buriol.l@hotmail.com

#### **Selio Roque Torteli**

Engenheiro Agrônomo

Instituição: Universidade do Oeste de Santa Catarina - Unoesc

Endereço: Avenida Mato Grosso, N° 560, Bairro Divinéia, Pinhalzinho - SC, Brasil

E-mail: tortellit@coopeitaipu.com.br

#### **Glauber Gallina**

Engenheiro Agrônomo

Instituição: Universidade do Oeste de Santa Catarina - Unoesc

Endereço: Rua Leopoldo Statlobert, N° 116, Bairro Jardim do Lago, Serra Alta – SC, Brasil

E-mail: glaugbergallina@gmail.com

#### **Joziane Battiston**

Mestre em Zootecnia

Instituição: Universidade do Oeste de Santa Catarina – Unoesc

Endereço: Rua Jorge Lacerda, N° 299, Apto 110, Centro, São Miguel do Oeste – SC, Brasil

Email: joziane.battiston@unoesc.edu.br

#### **Cristiano Reschke Lajús**

Formação: Doutor em Agronomia

Universidade: Universidade Comunitária da Região de Chapecó - Unochapecó

Endereço: Rua Antônio Morandini, N° 452D, Casa 11, Bairro Saic, Chapecó – SC, Brasil

E-mail: crlajus@hotmail.com

### **RESUMO**

Este trabalho tem como objetivo avaliar o perfil granulométrico da silagem de milho (*Zea Mays L.*) confeccionada com e sem a utilização de cracker nas peneiras 10,15 e 20 mm. O experimento realizou-se no município de Nova Erechim, extremo Oeste de Santa Catarina. Utilizou-se o Delineamento de Blocos Casualizados (DBC) em esquema de parcela subdividida (2x3), com quatro repetições, sendo que na parcela principal foram

alocadas as máquinas (com e sem cracker) e na sub parcela foram alocadas as peneiras (10 mm, 15 mm e 20 mm). Foram avaliados: perfil granulométrico da silagem através do método Penn State, grãos processados pelo método do copo de monitoramento, grau de processamento da silagem através da análise de KPS, teor de amido da silagem, produção de leite em tonelada/tonelada de Matéria Seca (MS) de silagem e viabilidade econômica. Na avaliação da separação das partículas via Penn State, observou-se que os tratamentos com cracker no ajuste de corte de 10 e 15 mm, resultaram em maiores quantidades de partículas finas, retidas na peneira de fundo. Já o tratamento sem cracker com ajuste de corte para 20 mm, resultou em maiores proporções de partículas grandes, acima de 19 mm. O maior número de grãos não processados, avaliados via copo de monitoramento, foi obtido nos tratamentos sem a utilização de cracker. Os melhores escores de KPS foram verificados nos tratamentos com a utilização de cracker. Os teores de amido mantiveram similaridade entre os tratamentos com e sem cracker, não diferindo entre si. Conforme dados apresentados os ajustes de processamento que apresentaram maior eficiência técnica para processamento de grãos, perfil granulométrico e KPS foram os tratamentos com cracker, embora a máxima eficiência técnica foi observada nos tratamentos sem cracker.

**Palavra-Chave:** Colheita, Produção de leite, Cracker, Peneira e Grãos-Processados.

#### **ABSTRACT**

The purpose of this work was to evaluate the particle size profile of corn (*Zea Mays L.*) silage prepared with and without the use of cracker on 10, 15 and 20 mm sieves. The experiment was carried out in the municipality of Nova Erechim, far west of Santa Catarina. The Randomized Block Design (CBD) was used in a subdivided plot scheme (2x3), with four repetitions, with the machines (with and without cracker) in the main plot and the sieves (10 mm, 15 mm, and 20 mm) in the subplot. The following were evaluated: grain size profile of the silage through the Penn State method, grains processed by the monitoring cup method, degree of silage processing through KPS analysis, starch content of the silage, milk production in ton/ton of dry matter (DM) of silage, and economic feasibility. In the evaluation of the separation of particles via Penn State, it was observed that the treatments with cracker in the cut adjustment of 10 and 15 mm, resulted in larger quantities of fine particles, retained on the bottom sieve. The treatment without cracker with cut adjustment for 20 mm, resulted in higher proportions of large particles, above 19 mm. The highest number of unprocessed grains, evaluated via monitoring cup, was obtained in the treatments without the use of cracker. The best KPS scores were seen in the treatments with the use of cracker. The starch contents kept similarity between the treatments with and without cracker, not differing from each other. According to the data presented, the processing adjustments that presented the highest technical efficiency for grain processing, grain size profile and KPS were the treatments with cracker, although the maximum technical efficiency was observed in the treatments without cracker.

**Keywords:** Harvest, Milk production, Cracker, Sieve and Grain-Processing.

## 1 INTRODUÇÃO

No estado de Santa Catarina o milho é o principal cereal produzido e possui papel fundamental tanto no cenário agrícola quanto pecuário devido a sua grande utilização na produção de ração para suínos, aves e bovinos.

Entretanto, nos últimos anos, a área de milho plantada com o intuito de colheita de grãos vem perdendo espaço para o cultivo com objetivo de produção de silagem. De acordo com Elias, Porto e Jochims (2018), na safra 2014/15 a área de milho para venda de grãos foi de 400.171 hectares e na safra 2017/18 essa área diminuiu para 311.592 hectares, o que corresponde a uma redução de 22,13% na área plantada. No mesmo período, a área de milho cultivada para a produção de silagem na safra 2014/15, foi de 154.698 hectares, já na safra 2016/17 essa área foi reduzida para 228.341 hectares, representando um aumento de 47,6% na área cultivada para produção de silagem.

A produção de milho silagem concentra-se especialmente na região Oeste do estado, principalmente nas regiões de São Miguel do Oeste e Chapecó, que somadas possuem uma área estimada de 105 mil hectares, o que corresponde a 45% da área plantada para esta finalidade na safra 2016/17. De acordo com EPAGRI/CEPA (2018), a safra 2018/19, contará com área plantada de 218 mil hectares, com produção estimada em 9,1 milhões de toneladas.

Esse aumento se deve a grande importância da atividade leiteira no estado. No ano de 2016 a produção de leite em Santa Catarina chegou a 3,133 bilhões de litros, estando concentrada principalmente na região Oeste, que é responsável por 76% da produção (ELIAS, 2017).

De acordo com Paziani et al. (2009), alguns rebanhos possuem como base alimentar a silagem de milho, dessa forma, a produção desse volumoso deve ser feita de modo a atender a demanda do rebanho, suprimindo as necessidades de volume e de qualidade. Apesar da importância que a silagem de milho possui para a cadeia produtiva ainda existem grandes dificuldades encontradas pelos produtores para garantir sua máxima produção e aproveitamento.

Neste contexto, o processamento do material a ser ensilado é um fator muito importante para qual os produtores devem atentar. Muitos problemas observados na qualidade da silagem são oriundos de falhas no processamento, especialmente dos grãos, no momento da colheita (DE PAULA, 2019). Dentre as principais implicações que interferem no correto processamento, tanto do tamanho das partículas, quanto da

fragmentação dos grãos, é possível evidenciar a baixa oferta de máquinas adequadas e a presença de áreas declivosas que dificultam a colheita.

As colhedoras de forragens mais recentemente lançadas no mercado são munidas de um dispositivo denominado cracker, que permite a fragmentação dos grãos e altera de forma positiva a disponibilidade de nutrientes do material ensilado, tanto para o processo fermentativo quanto para os animais.

O processamento adequado do material a ser ensilado é fundamental para garantir uma boa compactação e consequente fermentação da silagem. A picagem das partículas bem como a fragmentação dos grãos de milho são fatores que aumentam a interação do material ensilado com os microrganismos responsáveis pela fermentação, garantindo uma qualidade superior, por impedir a deterioração por microrganismos indesejáveis, como fungos e leveduras.

Nos ruminantes, o tamanho de corte das partículas do material fibroso, interfere nos parâmetros de fermentação ruminal, já a fragmentação dos grãos resulta em maior aproveitamento do material.

A avaliação do processamento da silagem em termos de grãos fragmentados, pode ser feita em dois momentos distintos durante a colheita ou após a abertura do silo.

Da mesma forma, o ajuste de corte das partículas do material como um todo, pode ser observado e alterado através do uso das peneiras de Penn State.

Ajustes que garantem as proporções indicadas pelo método entre partículas de tamanhos mais grosseiros e mais finas, estão mais próximos de garantir o funcionamento e tamponamento ruminal.

## 1.1 TEMA

Perfil granulométrico da silagem de milho confeccionada com e sem a utilização de cracker sobre o processamento de grãos via copo de monitoramento, valores de KPS (Kernel Processing Score), e retenção de partículas pelo método de Penn State.

## 1.2 PROBLEMA

Diferentes granulometrias obtidas com cracker e sem cracker durante a confecção da silagem de milho planta inteira interferirão no teste do copo de monitoramento de processamento de grãos, nos valores de KPS e na retenção de partículas pelo método de Penn State.

### 1.3 HIPÓTESES

Há interferência das diferentes granulometrias das partículas nos tratamentos com cracker e sem cracker sobre os valores do teste do copo de monitoramento, teores de KPS e percentuais de partículas retidas nas peneiras de Penn State.

Não há interferência das diferentes granulometrias das partículas nos tratamentos com cracker e sem cracker sobre os valores do teste do copo de monitoramento, teores de KPS e percentuais de partículas retidas nas peneiras de Penn State.

### 1.4 JUSTIFICATIVA

A entressafra das pastagens é um grande problema para a maioria dos produtores de leite da região. De modo geral, nesse período a oferta de forragem aos animais é menor e conseqüentemente ocorre uma queda na produção de leite.

Para tanto, uma estratégia muito utilizada pelos produtores é a produção de silagem de milho, possibilitando o armazenamento de grande volume de alimento de boa qualidade para ser utilizado em momentos específicos (ASCOM, 2018).

A silagem de milho possui papel fundamental na nutrição dos bovinos devido sua facilidade de manejo, alta produção de matéria seca por área e valor energético elevado (TICIANI; CAPELESSO; OLIVEIRA, 2011).

O grão de milho contém elevada concentração de amido e sua porcentagem de participação no volume total da silagem vai definir qual o teor de amido do volumoso. Segundo Lopes et al. (2004), a textura do grão deve ser um fator avaliado na escolha do híbrido, tendo em vista que as características do endosperma alteram o processo de degradação do amido no rúmen.

Além disso, sabe-se que o tamanho do grão é o fator determinante no aproveitamento do amido. Desta forma, a regulagem do implemento utilizado para colheita irá definir o tamanho da partícula, que conseqüentemente terá grande influência sobre a digestibilidade e absorção do amido, além da manutenção do tamponamento ruminal (FACTORI, 2008).

No passado acreditava-se que a melhor absorção do amido ocorria quando os grãos eram apenas parcialmente quebrados. Atualmente sabe-se que quanto maior a exposição das partículas de amido, maior será a atuação dos microrganismos ruminais sobre ele, e conseqüentemente maior será o aproveitamento. Isso se deve ao fato de que a camada fibrosa do pericarpo atua como uma barreira, impedindo a degradação do

amido, fazendo com que o mesmo passe direto pelo rúmen sem ser completamente digerido (ZOPOLLATTO; DANIEL; NUSSIO, 2009).

Outro ponto importante é o tamanho das partículas da silagem como um todo. O ajuste entre a quantidade de partículas finas e grossas presentes no material influencia positivamente no processo de ruminação e tamponamento ruminal.

Neste contexto o equipamento utilizado na colheita possui grande influência sobre a qualidade do material ensilado, deste modo este deve ser bem regulado e atender a necessidade de processamento do material, reduzindo a planta inteira a partículas efetivas no processo de fermentação e posterior alimentação dos animais (LUGÃO et al., 2011).

Este trabalho justifica-se pela necessidade de dados sobre o melhor ajuste de corte, na presença ou ausência de cracker, que resultará em melhores valores de fragmentação dos grãos, bem como melhores distribuições de partículas finas e grossas no material ensilado.

## 1.5 OBJETIVOS

### 1.5.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito das diferentes granulometrias da silagem submetida ou não ao uso de cracker, sobre o teste do copo de monitoramento de processamento de grãos, valores de KPS e retenção das partículas nas peneiras de Penn State.

### 1.5.2 Objetivos específicos

- Mensurar a distribuição das partículas do material nas peneiras de Penn State em diferentes ajustes de corte.
- Avaliar o grau de processamento dos grãos através do método do copo de monitoramento.
- Determinar o grau de processamento dos grãos através dos valores da análise de KPS.
- Correlacionar os valores obtidos através do método do copo de monitoramento e da análise de KPS.
- Comparar os custos e a viabilidade econômica da produção de diferentes silagens de milho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 A SILAGEM DE MILHO (ZEA MAYS)

A conservação de alimentos faz parte da história da humanidade há muitos anos. Segundo Pedroso (1998), desde o Egito antigo já existem relatos sobre a produção de alimentos e conservação dos mesmos para consumo em períodos de escassez, porém a popularização da silagem de milho se deu por meados de 1870, quando os primeiros estudos sobre sua produção e consumo foram publicados.

A silagem de milho é um dos principais ingredientes na formulação de dietas dos rebanhos bovinos para produção leiteira e de carne, isso se explica pelo fato desta cultura apresentar grande produção de volumoso rico em energia e de boa aceitação dos animais (ELIAS, 2017).

De forma geral o milho é utilizado para a produção de silagem não somente devido sua alta produção por área, estabilidade na produção e alto valor energético, mas também pela boa capacidade fermentativa sem o uso de aditivos e ainda pela boa aceitação, tendo em vista o alto consumo voluntário pelos animais (OLIVEIRA et al., 2007).

A silagem de milho planta inteira destaca-se no cenário catarinense como uma ótima alternativa para a conservação de alimento volumoso tendo em vista o suprimento da demanda dos animais em momentos de escassez alimentar. Contudo, essa prática é muito comum no Brasil devido a facilidade na confecção, elevada produtividade e alto valor nutricional apresentado pelo alimento (PAZIANI; CAMPOS, 2015). Outro fator que torna a silagem de milho amplamente utilizada é a possibilidade de mecanização em todas as operações que envolvem sua produção e posterior fornecimento aos animais (D'OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2014).

Todas as etapas de produção de silagem de milho podem ser realizadas de forma mecanizada e em larga escala. A colheita pode ser efetuada quando a planta apresenta cerca de 30% a 35% de matéria seca, fato que condiciona a presença de pelo menos 3% de carboidratos solúveis em sua matéria original e um baixo poder tampão (ASCOM, 2018).

Estes fatores aliados, possibilitam uma diminuição adequada do pH da silagem, limitando o desenvolvimento de microrganismos capazes de produzir micotoxinas e facilitando o desenvolvimento de organismos fermentativos desejáveis, que proporcionam a estabilidade da massa ensilada (D'OLIVEIRA; OLIVEIRA, 2014).



## 2.2 IMPORTÂNCIA DO PROCESSAMENTO

De acordo com Neumann et al. (2007) 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.

Quando observado o fator nutricional, o processamento afeta a taxa de passagem ruminal. Assim, quanto maior a partícula e maior o enchimento ruminal, menor o consumo voluntário e menor a produção. Por outro lado, partículas muito finas proporcionam alta taxa de passagem, diminuindo o aproveitamento do alimento consumido. Portanto, é necessário que o processamento seja realizado de forma adequada para garantir o equilíbrio entre as taxas de degradação e de passagem, possibilitando tempo suficiente para a retenção e digestibilidade do material em nível de rúmen (GOMES et al., 2012).

A inclusão de volumosos na dieta de animais preocupa-se além da digestibilidade, com a capacidade de manutenção do tamponamento ruminal. De modo geral, a fibra de volumosos é mais efetiva em aumentar o pH de rúmen em relação a fibra de alimentos concentrados (MACEDO JÚNIOR et al., 2007). Deste modo o processamento da forragem é fundamental para garantir a segurança de dietas com alta inclusão de silagem.

No entanto, nem sempre é possível realizar a regulação da colhedora de modo a atingir o processamento desejado da fibra e dos grãos. Neste caso a opção deve ser o processamento dos grãos por meio do cracker.

A quantidade de grãos perdidos nas fezes diminui em resposta ao emprego de estratégias que elevam a digestibilidade do amido (ZINN; OWENS; WARE, 2002).

Assim, o processamento físico de grãos de milho tem efeito positivo sobre a degradabilidade ruminal do amido quando comparado a grãos não processados, possibilitando o aumento da fração energética e a redução da fração energética do grão e a redução da proporção de amido fecal (MORON et al., 2000).

O teste de KPS é um teste muito eficaz e determina o grau de processamento dos grãos, através de uma peneira de 4,75mm, sendo que o valor obtido é o percentual de amido processado a ponto de passar pela peneira (DE PAULA, 2017). Os valores adotados para avaliação do processamento são: teores de KPS acima de 70% indicam ótimo processamento, teores entre 50% e 70% indicam processamento adequado e teores abaixo de 50% indicam baixo grau de processamento da silagem (FERREIRA; MERTENS, 2005). O teste de KPS (Kernel Processing Score) é um teste muito preciso,



capaz de determinar o grau de processamento dos grãos na silagem. No entanto o teste de KPS não pode ser realizado durante a colheita, impossibilitando a realização de melhorias no processamento do material ainda durante a confecção da ensilagem.

O teste de copo de monitoramento de processamento de silagem de milho também é realizado para monitorar o processamento de grãos. O processamento dos grãos de milho está estritamente ligado ao teor de umidade presente na planta e grão e ao volume de palha, que quando com alta umidade pode servir como proteção para o grão evitando que o mesmo seja processado, por isso é necessário que o teste seja realizado em todas as lavouras no momento da colheita. O copo possui volume de um litro e o padrão ideal de quebramento de grãos adotado é de no máximo dois grãos inteiros ou quebrados apenas no meio por amostra, e o padrão mínimo de processamento é que cada amostra possua no máximo quatro grãos inteiros ou quebrados na metade (DE PAULA, 2017).

O emprego deste teste torna-se fundamental no sucesso da colheita e armazenamento da forragem, pois de forma muito prática possibilita observar se há passagem de grãos inteiros e assim verificar a efetividade do processamento da silagem e a necessidade de ajustes no maquinário (DE PAULA, 2017).

Os dois métodos de avaliação são bastante eficientes e devem ser realizados. É possível afirmar que os testes se completam, pois o teste do copo de monitoramento auxilia a tomada de decisão no momento da colheita e permite ajustes pontuais, enquanto o teste de KPS é mais específico e permite uma avaliação do processamento somente após a abertura do silo, permitindo desta forma que alterações sejam realizadas somente na próxima safra (DE PAULA, 2017).

### 2.3 MAQUINÁRIO UTILIZADO NA COLHEITA

A colheita de forragem para confecção de silagem iniciou no século passado e de lá para cá houve muita inovação no setor. As ensiladeiras tracionadas por tratores já foram o principal implemento utilizado para a confecção de silagem. Atualmente este implemento é empregado especialmente em pequenas áreas de plantio e em terrenos mais acidentados (BERNARDES; RÊGO, 2015).

De modo geral, esse implemento é acoplado ao terceiro ponto do trator, lateralmente ao eixo traseiro e é alimentado pela tomada de potência do trator. Pode ter capacidade de corte de uma a quatro linhas. O sistema de processamento é composto por cilindros responsáveis pelo corte e alimentação da faca e contra faca que realizam a picagem da partícula. Após, a massa processada é impulsionada para um tubo de

descarga, sendo despejada em um carretão tracionado pelo próprio trator, ou por carretão tracionado por outro trator ou caçamba responsável pelo escoamento do material da lavoura para o silo (BOLLER, 2002).

Com o aumento da escala de produção de silagem, as ensiladeiras automotrizes tem ganhado espaço no cenário nacional, devido a sua grande capacidade de processamento com qualidade elevada.

De acordo com Boller (2002), as ensiladeiras automotrizes apresentam uma plataforma de corte posicionada de forma paralela ao solo a aproximadamente 30 centímetros de altura. Após a realização do corte, as plantas são direcionadas ao interior da máquina por rolos que giram a uma velocidade compatível com a regulagem de processamento da partícula da forragem. Após passar pelo processo de picagem, a forragem é direcionada ao cracker, dispositivo responsável pelo esmagamento dos grãos, sendo, por último, impelida para algum veículo de carga que realiza a retirada do material da lavoura.

Apesar do grande aumento tecnológico que tivemos no setor agrícola nos últimos anos e da grande disponibilidade atual de máquinas destinadas a colheita de forragens é extremamente necessário que se faça a regulagem ideal do equipamento. Muito embora o manual da máquina ou do implemento indiquem qual a regulagem correta é inegável que com o uso ocorre desgaste dos componentes do implemento, tornando muitas vezes a regulagem não compatível com o resultado esperado.

É importante lembrar também que cada híbrido apresenta características físicas distintas, proporcionando diferentes graus de resistência ao processamento. Nesse contexto é de fundamental importância realizar a constante regulagem dos equipamentos utilizados na colheita da forragem e também é de suma importância que se faça a avaliação do processamento, através de ferramentas como KPS e copo de monitoramento. Ambos os testes são de grande importância no monitoramento do processamento de grãos da silagem, e podem ser utilizados por produtores, prestadores de serviço e técnicos da área de produção de leite.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE DE PESQUISA**

##### **3.1.1 Local e Período**

O experimento foi conduzido na propriedade do Senhor Lirio Torteli, situada na Linha São José, Nova Erechim, Santa Catarina, sob a latitude 26°51'39.71" sul e

longitude 52°55'50.70" oeste, a 453 metros de altitude (GOOGLE EARTH, 2019) (Figura 1).

Figura 1: Local onde foi implantado o experimento com o híbrido de milho (Nova Erechim, 2019).



Fonte: Google Earth (2019)

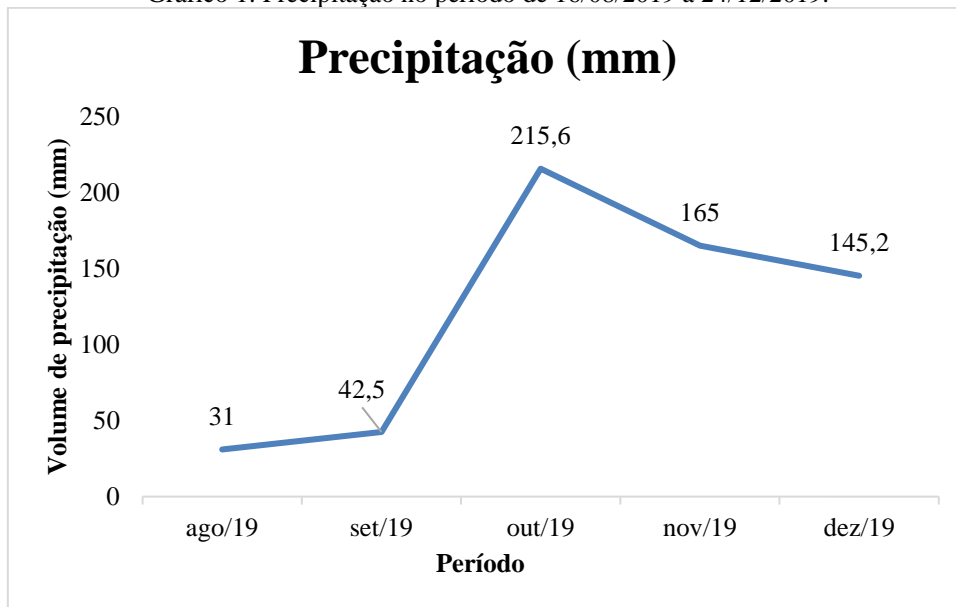
### 3.1.2 Condições Edafoclimáticas

#### 3.1.2.1 CLIMA

O clima do município classifica-se como mesotérmico úmido, com temperatura anual média entre 18°C e 30°C e uma precipitação pluviométrica de 2.200 mm anuais. O clima da região é classificado como CFa, subtropical úmido, com inverno fresco a frio, possuindo verão quente com média de temperatura superiores a 22°C. As chuvas são bem distribuídas durante todo o ano com no mínimo 30 mm nos meses mais secos (MENDONÇA, DANNI; OLIVEIRA, 2007). Os dados pluviométricos e de temperatura coletados no período de condução do experimento (16/08/2019 à 24/12/2019) estão apresentados nos Gráficos 1 e 2.

Durante o período de condução do experimento a precipitação total foi de 599,3 mm, sendo que a maior precipitação ocorreu no mês de outubro, mantendo o nível desejado pela cultura, que gira em torno dos 600 mm durante seu ciclo (Gráfico 1).

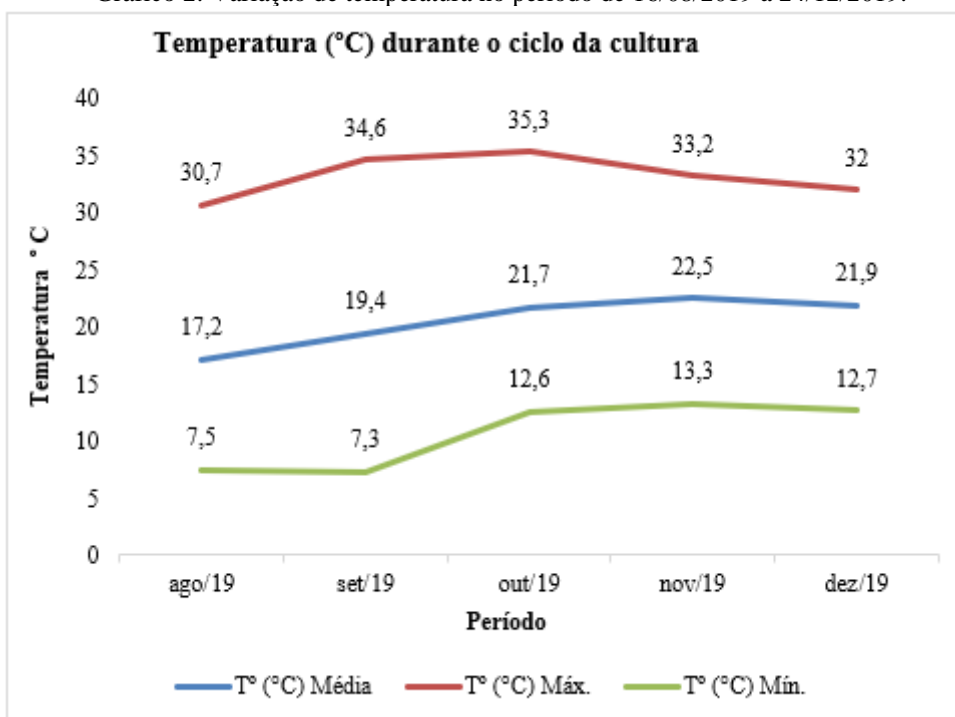
Gráfico 1: Precipitação no período de 16/08/2019 a 24/12/2019.



Fonte: Os autores (2020).

As temperaturas máximas e mínimas ficaram próximas às temperaturas limites, o ideal para o desenvolvimento da cultura está entre 10° e 30°C (Gráfico 2).

Gráfico 2: Variação de temperatura no período de 16/08/2019 a 24/12/2019.



Fonte: Os autores (2020).

### 3.1.2.2 SOLO

O solo do local em que foi implantado o experimento é classificado como Latossolo, possui cor avermelhada, com textura argilosa e apresenta características de alta intemperização (EMBRAPA, 2018).

A cultura antecedente ao plantio do experimento era aveia de inverno (*Avena sativa* L.), com o intuito de cobertura de solo. Nos anos anteriores, essa mesma área foi cultivada com milho para confecção de silagem na safra, com soja (*Glycine max*) na safrinha e no inverno cultivou-se aveia para cobertura de solo.

### 3.1.3 Materiais utilizados

#### 3.1.3.1 HÍBRIDO

O híbrido utilizado foi o “1666 VT PRO3®” da empresa AGROESTE® sementes, com ciclo superprecoce e elevado teto produtivo. A tecnologia VT PRO3® confere ao híbrido proteção contra a *Diabrotica speciosa*, praga das raízes do milho, e também contra as principais pragas aéreas da cultura. A tecnologia presente no milho o torna tolerante ao Glifosato, facilitando assim o manejo das plantas invasoras.

### 3.1.4 Manejo

#### 3.1.4.1 Semeadura e Adubação

A semeadura foi realizada no dia 16 de agosto de 2019 com o auxílio de um trator e uma semeadora de arrasto. A adubação da cultura foi realizada de acordo com interpretação de análise de solo, sendo baseada nas recomendações do Manual de Adubação e calagem da sociedade Comissão de Química e Fertilidade do Solo de RS e SC (SBCS, 2016).

#### 3.1.4.2 APLICAÇÃO DE FUNGICIDA

Foram aplicados os fungicidas Piori Xtra® (*Azoxystrobin* + *Cyproconazole*) associado ao fungicida Tilt® (*Propiconazol*), ambos na dose de 500 mL/hectare. A aplicação foi realizada no estádio v8 (MAGALHÃES, 2003).

#### 3.1.4.3 COLHEITA E ENSILAGEM

A colheita foi realizada no dia 24/12/2019 quando o milho apresentou 35% de matéria seca (MS). O percentual de MS foi determinado com o auxílio de uma estufa com ventilação forçada. Para cada tratamento foram pesadas duas amostras de 200 gramas.

Essas amostras permaneceram na estufa por um período de 72 horas à temperatura de 60°C. Após esse período as amostras foram pesadas novamente para determinar o teor de MS. O processamento das partículas realizou-se de acordo com os tratamentos.

Após o corte, o material foi acondicionado em tubos de PVC de 100mm de diâmetro e 50cm de comprimento, com um volume de 0,006m<sup>3</sup>. A compactação foi feita com o auxílio de uma prensa de modo que a compactação correspondeu a 600 kg.m<sup>3</sup> (DE PAULA, 2017). Os tubos foram vedados com tampas e abertos após os 30 dias de fermentação. A vedação foi realizada com lona e CAP (tampa de vedação).

## 3.2 DELINEAMENTO

### 3.2.1 Tratamentos da pesquisa

O experimento foi composto por seis tratamentos e quatro repetições, totalizando 24 amostras experimentais. Foi avaliado o uso ou não de cracker no processamento de grãos em diferentes tamanhos de partícula da silagem, formando os seguintes tratamentos:

- T1: Com cracker e partícula de 10mm;
- T2: Com cracker e partícula de 15mm;
- T3: Com cracker e partícula de 20mm;
- T4: Sem cracker e partícula de 10mm;
- T5: Sem cracker e partícula de 15mm;
- T6: Sem cracker e partícula de 20mm;

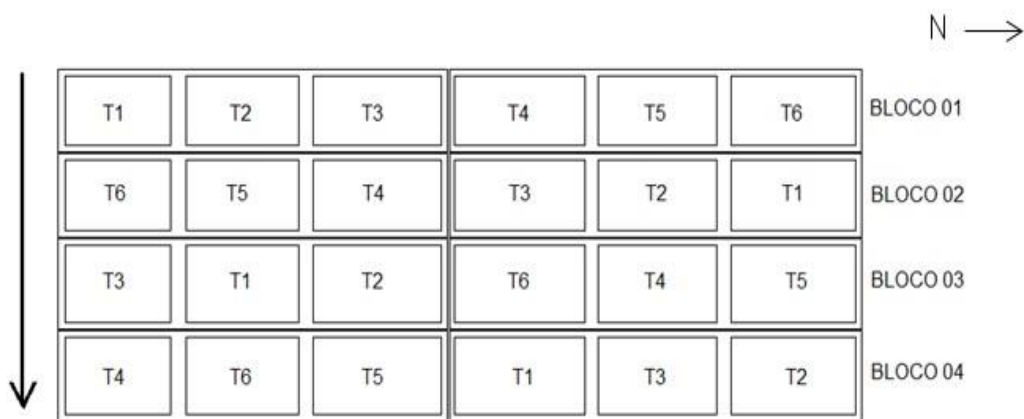
### 3.2.2 Delineamento experimental

O Delineamento foi o de Blocos Casualizados (DBC) em esquema de parcela subdividida (2x3), com quatro repetições, sendo que na parcela principal foram alocadas as máquinas (com e sem cracker) e na sub parcela foram alocadas as peneiras (10mm, 15mm e 20mm), obtidas na regulagem da máquina no processamento da silagem.

O experimento contou com 24 parcelas distribuídas em quatro blocos, cada parcela com cinco metros de largura e cinco metros de comprimento, sendo assim a parcela foi de 25m<sup>2</sup>. A área total do experimento teve 600m<sup>2</sup>.

A área útil de cada parcela foi de 16m<sup>2</sup>, constituindo a área útil total do experimento em 384m<sup>2</sup>.

**Figura 2:** Croqui do experimento (Nova Erechim – SC, 2019)



<p><b>Legenda:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- T1: Com <i>cracker</i> e partícula de 10mm;</li> <li>- T2: Com <i>cracker</i> e partícula de 15mm;</li> <li>- T3: Com <i>cracker</i> e partícula de 20mm;</li> <li>- T4: Sem <i>cracker</i> e partícula de 10mm;</li> <li>- T5: Sem <i>cracker</i> e partícula de 15mm;</li> <li>- T6: Sem <i>cracker</i> e partícula de 20mm;</li> </ul>
---

Fonte: Os autores (2019).

### 3.3 TÉCNICAS DE COLETA DE DADOS

#### 3.3.1 Método de Penn State

Para cada tratamento foram realizados testes da peneira, para determinar qual o processamento da forragem.

Os testes foram efetuados através do método Penn State, composto por três peneiras e o fundo. A primeira peneira é responsável por reter partículas de silagem superiores a 19 mm (>19 mm), a segunda peneira é responsável por conter partículas com diâmetro superior a oito mm e inferior a 19 mm (>8 mm <19 mm), a terceira peneira possui furos no diâmetro de quatro mm, ou seja, retém partículas superiores a quatro mm e inferiores a oito mm (>4 mm <8 mm) e ainda o fundo, que retém as partículas que passaram pelas peneiras anteriores (DE PAULA, 2017). Na peneira de 19 mm devem ficar retidas de 3% a 8% das partículas, na peneira de oito mm, 45% a 65%, na peneira de quatro mm, 20 a 30% e na peneira de fundo, devem ficar retidas menos que 10% de partículas (HEINRICHS; JONES 2013).



### 3.3.2 Copo de monitoramento do processamento de grãos em silagem de milho

Para realizar o monitoramento do processamento de grãos foi realizado o teste do copo. Com a forragem já processada, despejou-se o material sobre uma lona e posteriormente foi efetuada a separação e contagem dos grãos processados e não processados (DE PAULA, 2017).

### 3.3.3 KPS (Kernel Processing Score)

Outro teste realizado para avaliar o processamento dos grãos, foi o teste de KPS (Kernel Processing Score), realizado em laboratório externo. Este teste avalia o processamento em: Inadequado, quando apresenta menos de 50% dos grãos processados; Normal, quando 50% a 70% dos grãos são processados; e Ótimo, quando mais de 70% dos grãos são processados (FERREIRA; MERTENS, 2005).

### 3.3.4 Estimativa de produção de leite

A estimativa de produção de leite foi realizada a partir do NRC (1989), na qual se observou a exigência de NDT para manutenção e produção de uma unidade animal, através dos resultados da análise bromatológica para cada tratamento.

### 3.3.5 Análise econômica

A análise econômica foi feita a partir do Custo de Processamento (CP), a Produção de Leite Estimada (PLE) e o Preço Médio do Leite (PML) no período.

$$VE = (PLE * PML) / CP$$

Fonte: Os autores (2020).

## 3.4 TÉCNICAS DE ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

Os dados foram submetidos à análise de variância e a comparação de médias pelo teste de Tukey à nível de 5% de probabilidade de erro ( $P \leq 0,05$ ). O software computacional a ser utilizado foi o SISVAR – Sistema de Análise de Variância para Dados Balanceados (FERREIRA, 2008).

## 4 APRESENTAÇÃO, ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Os resultados obtidos permitem a observar a influência do processamento sobre o perfil granulométrico da silagem e processamento de grãos, bem como a influência sobre a produção de leite e conseqüente retorno financeiro.

#### 4.1 PERFIL GRANULOMÉTRICO DA SILAGEM

O processamento das partículas de silagem está estritamente ligado à capacidade de consumo e digestão por parte dos bovinos, além de interferir no perfil fermentativo no silo. Desta forma é importante monitorar o perfil granulométrico da silagem para garantir boas características ao produto final. Na Tabela 1 é possível observar os valores obtidos em relação ao perfil granulométrico da silagem em função do processamento utilizado.

Tabela 1: Percentual de participação da silagem de milho nas diferentes peneiras do método de Penn State.

Tratamentos	Partículas retidas em cada peneira da Penn State (%)			
	19 mm	8 mm	4 mm	Fundo
c/ cracker pen 10	1,89	59,10	22,80	16,20
c/ cracker pen 15	4,49	65,39	13,84	16,27
c/ cracker pen 20	15,78	59,44	12,81	11,98
s/ cracker pen 10	3,29	70,57	14,81	11,31
s/ cracker pen 15	16,35	60,55	10,90	12,20
s/ cracker pen 20	41,71	39,80	9,27	9,39

Fonte: Os autores (2020).

O que se espera para uma silagem de qualidade, de acordo com o método de Penn State são as seguintes proporções: na peneira de 19 mm devem ficar retidas de 3% a 8% das partículas, na peneira de oito mm, 45% a 65%, na peneira de quatro mm, 20% a 30% e na peneira de fundo, devem ficar retidas menos que 10% de partículas (HEINRICH; JONES 2013).

Observamos que em todos os tratamentos não houve conformidade total com o proposto pelo método, corroborando com Santos e Koerich (2019), que em apenas 12% das amostras de silagem avaliadas observaram partículas de acordo com indicação da metodologia Penn State.

Para a peneira de 19 mm, observamos que o tratamento com cracker e ajuste de corte para 15 mm, houve a retenção da quantidade adequada (4,49%), dentro dos 3% a 8%. O mesmo comportamento foi observado para o tratamento sem cracker no ajuste de corte para dez mm, que reteve 3,29% das partículas.

É possível observar na peneira de 19 mm que os ajustes de processamento que resultaram em partículas menores promoveram um menor acúmulo das partículas nesta categoria, corroborando com Cooke e Bernard (2005), que observaram aumento no

acúmulo de partículas na peneira 19 mm conforme o aumento no tamanho do corte das partículas.

Quantidades indesejáveis, muito acima do estabelecido para a peneira de 19 mm, foram observadas no tratamento sem cracker e ajuste para corte de 20 mm. Nestas condições possivelmente haverá dificuldades na compactação da silagem. Tal fato pode resultar na presença demasiada de oxigênio no material ensilado que ocasiona o crescimento de fungos responsáveis pela deterioração da silagem (MAHANNA et al., 2014).

Da mesma forma, provavelmente serão observados efeitos em detrimento do aproveitamento da silagem por parte do animal. O aumento de partículas grandes no ambiente ruminal acarreta diminuição da taxa de passagem e por consequência, limita a capacidade de consumo (GOMES et al., 2012). Entretanto, conforme Júnior (2016) é importante aumentar os danos nos grãos sem necessariamente reduzir o tamanho da partícula, tendo em vista que partículas muito diminutas podem aumentar a propensão a distúrbios metabólicos como acidose ruminal.

Nos casos em que a regulagem reduz muito o tamanho da partícula, mas possibilita uma adequada fragmentação dos grãos, como nos tratamentos com cracker nas peneiras dez e 15 mm (1,89% e 4,49% respectivamente), é preferível em relação aos tratamentos com cracker na peneira 20 mm (15,78%) e sem cracker nas peneiras 15 e 20 mm, respectivamente, que resultaram em maiores percentuais (16,35% e 41,71%) de partículas grandes na peneira de 19 mm.

Justifica-se que são mais interessantes partículas menores, pois facilitará o processo fermentativo. Nestes casos o estímulo ao tamponamento ruminal pode vir de uma fonte externa de fibras.

#### 4.2 AVALIAÇÃO DE GRÃOS PROCESSADOS PELO MÉTODO DO COPO DE MONITORAMENTO

A ANOVA revelou efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) do fator processamento da silagem em relação à variável de grãos não processados.

Tabela 2: Avaliação do processamento de grãos pelo método do copo de monitoramento.

Tratamentos	Grão não processado (unidade)
c/ cracker pen 10	0,00d
c/ cracker pen 15	0,00d

c/ cracker pen 20	0,25d
s/ cracker pen 10	6,00c
s/ cracker pen 15	14,75b
s/ cracker pen 20	33,50a

---

CV = 21,48%

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

---

Fonte: Os autores (2020).

Nos tratamentos sem cracker observa-se que conforme o aumento do tamanho das partículas, de dez para 20 mm, ocorreu um concomitante aumento do número de grãos não processados.

Houve diferença significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre o tratamento sem cracker e com ajuste da peneira para corte das partículas em 20 mm (33.5), das peneiras 15 mm (14,57) e dez mm (6,0).

Neste sentido, corroborando com Dias Júnior et al., (2016), a maior fragmentação dos grãos é conseguida com a redução do tamanho teórico de corte. Salvati et al., (2019) observou que independente do uso ou não de cracker, a diminuição do tamanho de partícula é uma eficiente ferramenta para aumentar o processamento dos grãos.

Os tratamentos em que foi utilizado o cracker, não diferiram significativamente entre si ( $p \leq 0,05$ ) nas diferentes peneiras, porém, apresentaram diferença significativa dos tratamentos em que não houve a utilização de cracker. A partir destes resultados é possível perceber que a ausência do cracker afeta em detrimento do processamento dos grãos.

Quanto maior a participação de grãos não processados na silagem, maiores são as perdas. Isso se deve à falta de fragmentação do pericarpo, uma camada fibrosa protetora do grão, que diminui o acesso das enzimas digestivas e a degradação do amido. Deste modo, quanto maior o número de grãos bem processados maior será a atividade dos microrganismos presentes no rúmen sobre as partículas de amido, logo, maior será sua degradabilidade e aproveitamento ruminal (ZOPOLLATTO; DANIEL; NUSSIO, 2009). Cooke e Bernard (2005) observaram em seu estudo que a digestibilidade de fibras e do amido aumenta quando o milho é processado com cracker. Quando o processamento não ocorre de forma correta há diminuição na energia disponibilizada para absorção.

Reiteramos que o copo de monitoramento é uma ferramenta útil e de baixo custo que pode ser empregada pelos produtores para avaliação da fragmentação dos grãos no momento da ensilagem. Esta metodologia pode indicar se o processamento precisa ser

melhorado, através do afiamento das facas e do ajuste entre os rolos que promovem a quebra dos grãos (BERNARDES, 2017).

### 4.3 GRAU DE PROCESSAMENTO DA SILAGEM ATRAVÉS DA ANÁLISE DE KPS

A ANOVA revelou efeito significativo ( $p \leq 0,05$ ) do fator é processamento da silagem em relação a variável KPS.

Tabela 3: Avaliação do processamento da silagem através da análise do escore de KPS.

Tratamentos	KPS (%)
c/ cracker pen 10	70,25 a
c/ cracker pen 15	71,00 a
c/ cracker pen 20	72,00 a
s/ cracker pen 10	54,25 b
s/ cracker pen 15	52,00 bc
s/ cracker pen 20	40,25 c

CV = 8,70%

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Os autores (2020).

Quanto ao escore de KPS, observamos que a utilização de cracker com ajuste de corte das partículas de dez e 15 mm resultou nos melhores valores de processamento de grãos, 70,25% e 71,0%, respectivamente, não diferindo entre si ( $p \leq 0,05$ ). Estes valores indicam um grau de processamento ótimo dos grãos.

Resultados de Salvati et al., (2019) sugerem que em colheitas com automotrizas munidas do mecanismo cracker para fragmentação de grãos ocorreram aumento nos valores de KPS na regulagem do tamanho de partícula seis mm, apresentando 60,4% de processamento de grãos, enquanto para regulagem 12 e 18 mm os valores foram 52,8% e 51,1% respectivamente, não diferindo entre si.

O tratamento sem cracker com ajuste de corte para 20 mm, resultou no pior valor para o escore de KPS, 40,25%, indicando um grau insuficiente de processamento de grãos, diferindo significativamente dos demais ( $p \leq 0,05$ ). Este ajuste não deve ser utilizado, visto que eleva o número de grãos intactos e mal processados, diminuindo a digestibilidade e aproveitamento do amido.

O tratamento sem cracker nos ajustes de corte para 10 e 15 mm, não diferiram entre si ( $p \leq 0,05$ ), apresentando valores de 54,25% e 52%. Estes valores indicam um escore de processamento normal. Resultado que apresenta similaridade com os dados observados por Silveira (2019), indicando que a diminuição do tamanho de corte sem o uso de cracker não apresentou aumento no percentual de grãos processados na análise KPS.

O tratamento com cracker na peneira de 20 mm, não diferiu significativamente ( $p>0,05$ ) dos tratamentos com e sem cracker para as peneiras de 10, 15 e 20 mm.

Santos e Koerich (2019) observaram, ao avaliar silagens obtidas de diferentes localidades, que 56% apresentaram teores de KPS inferiores a 50%.

Os percentuais esperados para uma silagem bem processada devem estar acima de 70%. Teores abaixo de 50% são indesejáveis, pois evidenciam o mau processamento da silagem (FERREIRA; MERTENS, 2005).

Segundo Dias Júnior (2016), cerca de 80% das sementes de híbridos comercializados para produção de silagem apresentam textura dura e semidura. O híbrido de milho que apresenta grãos de textura dura possui característica mais acentuada de vitreosidade, principalmente em sua camada exterior, local em que o amido é altamente vítreo (PEREIRA et al., 2004). Para Correa et al., (2002), quanto maior a vitreosidade apresentada pelo grão de milho, menor é a degradação ruminal do amido presente no mesmo.

Deste modo o processamento dos grãos é de suma importância, especialmente para milhos vítreos, pois quanto maior o dano causado nos grãos maior será a taxa de atividade enzimática microbiana sobre o amido no rúmen e conseqüentemente maior será a digestibilidade desta fração (HOFFMAN et al., 2012).

O aumento na digestibilidade do amido está atrelado ao melhor processamento dos grãos, confirmando que há uma correlação positiva entre KPS e a digestibilidade de amido, deste modo quanto maior o KPS, maior será o aproveitamento do amido (CASSOLI, 2017 apud BRAMAN, 2015).

Ao comparar os dados obtidos, constatamos que os valores do copo de monitoramento e do KPS estão atrelados. Os tratamentos que apresentaram os menores valores de grãos não processados foram os que apresentaram os maiores escores de KPS. Estes dados retificam a qualidade da estimativa oriunda do copo de monitoramento, e sugerem que o produtor pode utilizar esta metodologia simples e barata para realizar ajustes nos implementos e obter a fragmentação adequada dos grãos ainda no momento da ensilagem.

#### 4.4 TEOR DE AMIDO DA SILAGEM

A ANOVA revelou efeito significativo ( $p\leq 0,05$ ) do fator processamento da silagem em relação a variável Teor de Amido.

Tabela 4: Teor de amido (%) das silagens produzidas com diferentes ajustes de corte.

Tratamentos	Amido (%)
c/ cracker pen 10	43,00ab
c/ cracker pen 15	44,97a
c/ cracker pen 20	45,35a
s/ cracker pen 10	43,75a
s/ cracker pen 15	44,05a
s/ cracker pen 20	39,27b

CV = 4,06%

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Os autores (2020).

O menor teor de amido foi observado no tratamento sem cracker com ajuste para corte de 20 mm (39,20%), diferindo significativamente ( $p \leq 0,05$ ) dos demais tratamentos.

O tratamento com cracker com ajuste para 10 mm, não diferiu significativamente ( $p \leq 0,05$ ) dos tratamentos sem cracker, nem dos demais tratamentos com cracker. Ferreira e Mertens (2005) propuseram que o teor de amido observado não possui relação com o tamanho das partículas. Diante disso, é possível afirmar que o teor de amido não depende do processamento e está atrelado às características fisiológicas dos híbridos cultivados.

Assim, o percentual de amido não apresentou grande variação, pois todos os tratamentos foram elaborados com o material em um mesmo estágio fenológico em que a planta ainda apresentava 65% de umidade (DE PAULA, 2019).

Dos Santos (2016), observou teores médios de amido em torno de 29%, variando de 17% a 42,8%. A variação no teor de amido pode estar ligada a participação de grãos no volume total ensilado e ainda a maturidade da planta, sendo que há um aumento gradativo dos teores de amido de acordo com o avanço dos teores de matéria seca do material ensilado (KHAN et al., 2015).

Os valores de amido encontrados neste trabalho estão acima do valor encontrado por Santos e Koerich (2019), 31,2%, avaliando silagens de milho na cidade de Palmas no Paraná. A variabilidade nos teores devem-se as condições de precipitação e clima para o desenvolvimento do cultivo, que variam entre regiões. Neste sentido, também existe a interferência do híbrido utilizado.

Elevados teores de amido, igual ou superior a 38%, são extremamente interessantes ao produtor, principalmente na alimentação de animais de alta produção, tendo em vista que o amido é a principal fonte energética nas dietas de ruminantes



(PEREIRA et al., 2009). Por outro lado, exigem um adequado balanceamento com os demais ingredientes da dieta, para a manutenção dos parâmetros ruminais.

Além da sua importância no fornecimento energético na alimentação animal, o amido possui ainda grande função no processo fermentativo da silagem, tendo em vista que o amido é um carboidrato, que por sua vez é utilizado como substrato para o desenvolvimento de bactérias responsáveis pelo processo de fermentação do silo (DOS SANTOS, 2016).

#### 4.5 PRODUÇÃO DE LEITE EM TONELADA / TONELADA DE MS DE SILAGEM

A ANOVA não revelou efeito significativo ( $p > 0,05$ ) do fator processamento de silagem em relação a variável Produção de leite em tonelada/tonelada de MS de silagem.

Tabela 5: Estimativa Tonelada de leite/ Tonelada de MS de silagem.

Tratamentos	Ton.leite/Ton.MS
c/ cracker pen 10	1,76a
c/ cracker pen 15	1,71a
c/ cracker pen 20	1,79a
s/ cracker pen 10	1,70a
s/ cracker pen 15	1,74a
s/ cracker pen 20	1,71a

CV = 2,82%

Médias seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

Fonte: Os autores (2020).

O tratamento com cracker com ajuste para dez mm, não diferiu significativamente ( $p \leq 0,05$ ) dos tratamentos sem cracker, nem dos demais tratamentos com cracker.

O valor médio de Ton.leite/Ton.MS obtido no experimento foi de 1,63, variando de 1,17 a 1,76, corroborando com Dias Júnior (2016), que obteve 1,77 kg.leite/kg.MS. Para esta variável não houve efeito significativo justamente pelos tratamentos não terem influência sobre o percentual de MS da forrageira.

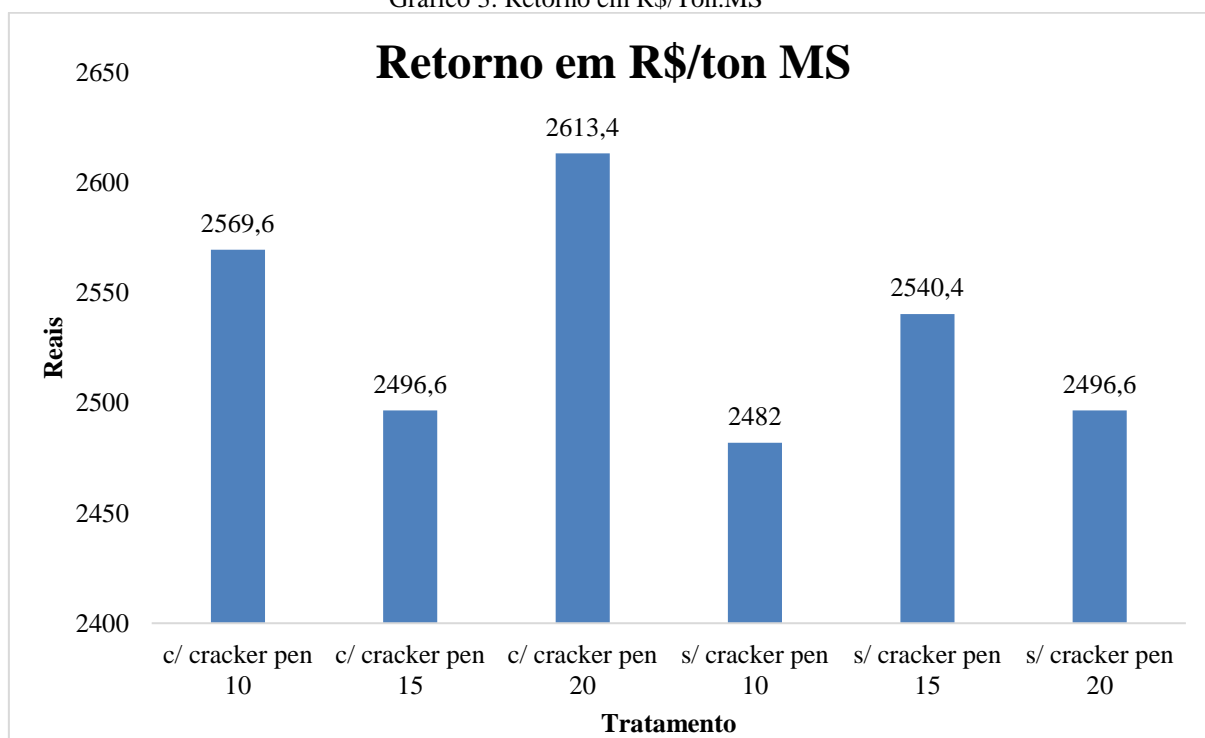
A produção de leite em relação à produção de matéria seca não diferiu significativamente ( $p > 0,05$ ) entre si, pois todos os tratamentos foram colhidos com o mesmo percentual de MS, aspecto observado para realização da estimativa de produção de leite.

Dias Júnior (2016), observou que o uso de cracker no processamento impactou positivamente a produção de leite, variando de 44,8 para 46,0 kg/dia, contudo o mesmo atentou que houve aumento no consumo de matéria seca pelos animais, passando de 25,3 para 25,9 kg de MS/dia, mantendo a relação de conversão de kg leite/ton.MS.

#### 4.6 VIABILIDADE ECONÔMICA

Embora não tenha ocorrido diferença estatística ( $p > 0,05$ ) entre os tratamentos em relação à produção de leite por tonelada de matéria seca, é possível observar no Gráfico 3 que ocorreu variação no retorno em reais de acordo com o processamento aplicado a silagem.

Gráfico 3: Retorno em R\$/Ton.MS



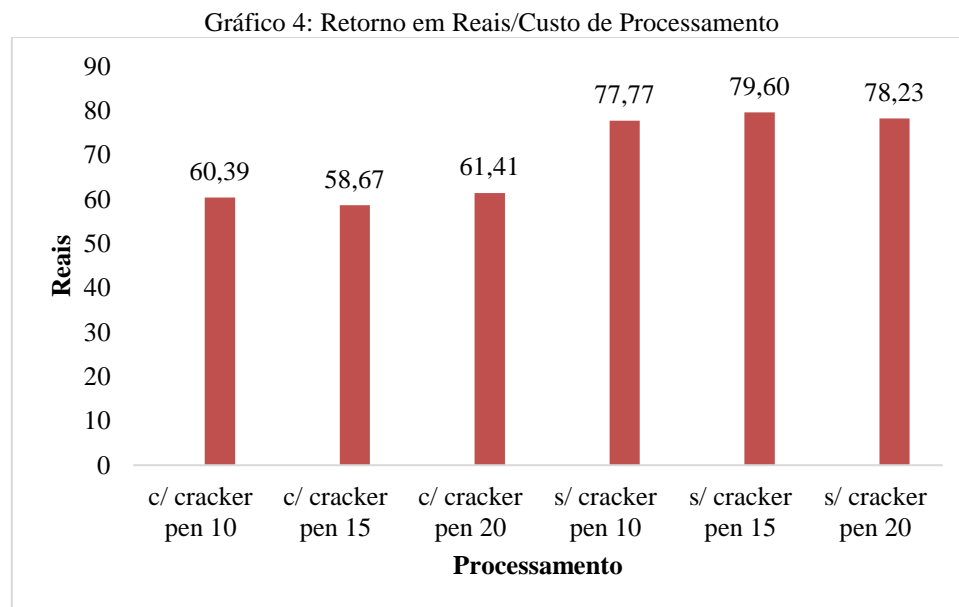
Fonte: Os autores (2020).

Para melhor expressar a viabilidade econômica foram comparados os valores de custo de processamento em relação ao valor de retorno em reais/tonelada de MS, considerando a produção de leite estimada (PLE) e o preço médio do leite (PML) no período.

Os tratamentos que apresentaram melhor retorno econômico/Ton.MS foram os tratamentos peneiras dez e 20 mm com cracker. Isso é interessante, pois indica que a utilização de cracker com ajuste para corte nas peneiras dez e 20 mm, resulta em um

material mais digestível, capaz de elevar os índices de produção dos animais. O menor retorno foi obtido no tratamento sem cracker na peneira dez mm.

O híbrido apresentou produção de 18,8 Ton.MS/ha, o custo de processamento de um hectare (ha) de silagem para os tratamentos com cracker foi de R\$800,00/ha e para os tratamentos sem cracker foi de R\$600,00/ha. O preço médio pago pelo leite ao produtor no mês de abril de 2020 na região extremo oeste de Santa Catarina foi de R\$ 1,46/litro (CEPEA, 2020), foram obtidos os resultados expressos no Gráfico 4.



Fonte: Os autores (2020).

Sem levar em consideração os demais custos de produção, os tratamentos que apresentaram melhor retorno econômico em relação ao custo de processamento foram os tratamentos sem cracker nas peneiras dez, 15 e 20 mm, apresentando um retorno de R\$ 77,77, 79,60 e 78,23, respectivamente, por cada R\$ 1,00 investido no processamento. Enquanto o tratamento que apresentou pior retorno foi o tratamento com cracker na peneira 15 mm.

Embora os dados técnicos tenham apresentado melhor desempenho para os tratamentos com cracker, o maior retorno atrelado ao custo de processamento ocorre nos tratamentos sem cracker.

Isso pode ser explicado uma vez que a fórmula leva em consideração o custo dos tratamentos associado ao retorno econômico/Ton.MS. Desta forma, o aumento na produção devido ao processamento não é compensatório em relação ao custo de

processamento, que é menor nos tratamentos sem cracker, justificando assim a maior viabilidade destes.

## 5 CONCLUSÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através diminuição do tamanho de corte das partículas resulta em grãos mais fragmentados e altera a distribuição de partículas nas peneiras de Penn State.

A utilização do ajuste para 20 mm e sem cracker não é recomendado, devido ao elevado percentual de partículas acima de 19 mm, afetando negativamente o consumo e a qualidade do material armazenado, devido a dificuldade no processo de compactação.

O uso de cracker impacta positivamente no processamento dos grãos em relação aos tratamentos sem cracker. O melhor processamento dos grãos foi obtido com cracker e regulagem de corte de dez a 20 mm, no qual foram observados os melhores valores de KPS e a menor presença de grãos inteiros através do copo de monitoramento.

O copo de monitoramento está atrelado aos valores de processamento obtidos via KPS e pode ser utilizado como uma ferramenta de grande valia para verificar o grau de fragmentação dos grãos para determinar ajustes nas máquinas durante o processo de colheita, possibilitando melhorias na mesma safra.

O melhor retorno econômico/Ton.MS foi observado nos tratamentos peneiras dez e 20 mm com cracker, entretanto a maior viabilidade econômica foi observada nos tratamentos peneira dez, 15 e 20 mm sem cracker.

Através dos resultados obtidos sugere-se que mais pesquisas sejam conduzidas neste contexto, dada a importância do assunto. Para futuros trabalhos é importante que seja avaliado a correlação do KPS com a digestibilidade de amido, bem como amido fecal, para assim relacionar o processamento ao aproveitamento do material ensilado, principalmente o amido pela melhora do processamento de grãos.

## REFERÊNCIAS

ASCOM CIDASC/EMBRAPA. Silagem para suprir a escassez de pasto. 2018. Joint Venture. Disponível em: <<http://www.cidasc.sc.gov.br/blog/2018/05/08/silagem-para-suprir-a-escassez-de-pasto/>>. Acesso em: 31 out. 2019.

BERNARDES, T. F. Silagem de milho: monitorar a colheita é fundamental. 2017. Milkpoint. Disponível em: <https://www.milkpoint.com.br/colunas/thiago-fernandes-bernardes/silagem-de-milho-monitorar-a-colheita-e-fundamental-108701n.aspx>. Acesso em: 22 maio 2020.

BERNARDES, T. F.; RÊGO, A. C. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 97, n. 3, p. 1852-1861, Mar. 2015. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24393176/>>. Acesso em: 22 maio 2020.

BOLLER, W. Integração Lavoura Pecuária Floresta. Máquinas para a colheita e conservação de forragens. 2002. cap. 14, p 367-434. Disponível em: <<http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/li/li01-forageiras/cap14.pdf>>. Acesso em: 02 nov. 2019.

CASSOLI L. (Brasil). MilkPoint. 20, 30 ou 40%? Qual deveria ser o teor de amido na silagem de milho? 2017. Disponível em: <<https://www.milkpoint.com.br/colunas/esalqlab/20-30-ou-40-qual-deveria-ser-o-teor-de-amido-na-silagem-de-milho-206262n.aspx>>. Acesso em: 16 maio 2020.

CEPEA - Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada Departamento de Economia, Administração e Sociologia. Abril 2020. Disponível em: <<https://www.cepea.esalq.usp.br/br/indicador/leite.aspx>>. Acesso em: 12 maio 2020.

COOKE, K. M.; BERNARD, J. K.. Effect of cutting length and grain processing on lactation use of dairy cows. 2005. *Journal of Dairy Science* Volume 88, Edição 1, Janeiro de 2005, páginas 310-316. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030205726898>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

CORREA, C. E. S. et al. 2002. Relationship between corn vitreousness and ruminal in situ starch degradability. *Journal of Dairy Science*. 85:3008– 3012. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12487466/>>. Acesso em: 15 maio 2020.

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>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

DE PAULA R. F. (Brasil). Pionner. Colheita de Milho para Silagem de Planta Inteira com Ensiladeiras Automotrizes. 2017. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/blog/171/colheita-de-milho-para-silagem-de-planta-inteira-com-ensiladeiras-automotrizes>>. Acesso em: 01 nov. 2019.

DE PAULA R. F. (Brasil). Pionner. 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>>. Acesso em: 11 maio 2020.

DIAS JUNIOR G. S et al. Relationship between processing score and kernel-fraction particle size in whole-plant corn silage. *Journal of Dairy Science*, v99, n4, p. 2719–2729, 2016. Disponível em: < <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26851843/>>. Acesso em: 13 mar. 2020.

DIAS JÚNIOR G. S. Processamento de silagem de milho e suplementação de vacas leiteiras com enzimas fibrolíticas. 2016. Disponível em: <<http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/11476>> Acesso em: 16 maio 2020.

ELIAS, H. T. Milho Silagem. *Boletim Agropecuário*, Florianópolis -SC, v. 53, p. 18-21, de outubro de 2017. Mensal. Disponível em: <[http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/Boletim\\_agropecuario/boletim\\_agropecuario\\_n53.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Boletim_agropecuario/boletim_agropecuario_n53.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2019.

ELIAS, H. T.; PORTO, B.; JOCHIMS, F. Milho para fins de silagem: análise da evolução da produção em Santa Catarina. *Boletim Agropecuário*, Florianópolis -SC, v. 60, p. 20-29, 15 de maio 2018. Mensal. Disponível em: <[http://docweb.epagri.sc.gov.br/website\\_cepa/Boletim\\_agropecuario/boletim\\_agropecuario\\_n60.pdf](http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/Boletim_agropecuario/boletim_agropecuario_n60.pdf)>. Acesso em: 12 dez. 2019.

EMBRAPA, 2018. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. ed. Distrito Federal: Embrapa Solos, 2018. 486 p.

EPAGRI/CEPA, 2018. Santa Catarina amplia em 10% a produção de milho. Disponível em: < <http://www.agricultura.sc.gov.br/index.php/noticias/825-santa-catarina-amplia-em-10-a-producao-de-milho#:~:text=Segundo%20levantamentos%20da%20Epagri%2FCepa,em%20218%20mil%20hectares%20plantados>>. Acesso em: 07 jul. 2020.

FACTORI, M. A. Degradabilidade ruminal de híbridos de milho em função do estágio de colheita e processamento na ensilagem. 2008. Disponível em: <[https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/95285/factori\\_ma\\_me\\_botfmvz.pdf?sequence=1](https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/95285/factori_ma_me_botfmvz.pdf?sequence=1)>. Acesso em: 12 dez. 2019.

FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística *Revista Científica Symposium*, Lavras: v. 6, n. 2, p. 36-41, jul./dez. 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_nlinks&ref=000068&pid=S0100-2945201100050009300004&lng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000068&pid=S0100-2945201100050009300004&lng=pt)>. Acesso em: 12 dez. 2019.

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, p.4414-4425, 2005. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030205731283>>. Acesso em: 12 dez.

GOMES, S. P. et al. Efeito do tamanho de partícula do volumoso e da frequência de alimentação sobre o consumo e a digestibilidade em ovinos. *Revista Brasileira Saúde Produção Animal.*, v.13, n.1, p.137-149, 2012.

GOOGLE Earth. Versão 9.3.99.1.2019. Disponível em: <<https://earth.google.com/web/@-26.513971,-52.555070>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

HEINRICH J.; JONES CM. 2013. The Penn State Particle Separator. DSE 2013– 186. Disponível em: <<https://extension.psu.edu/penn-state-particle-separator>> Acesso em: 11 maio 2020.

HOFFMAN, P. C. et al. A query for effective mean particle size of dry and high moisture corns. *Journal of Dairy Science*, v95, p. 3467–3477, 2012. Disponível em: <[https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(12\)00321-9/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(12)00321-9/fulltext)>. Acesso em: 14 maio 2020.

KHAN, N. A. et al. Nutritive value of maize silage in relation to dairy cow performance and milk quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Malden, v. 95, n. 2, p. 238-252, Jan. 2015. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24752455/>>. Acesso em: 11 maio 2020.

LOPES F. C. F. et al. Embrapa Milho e Sorgo. Avaliação da degradabilidade ruminal in situ da matéria seca de silagens de milho (*Zea mays*, L.) com diferentes graus de vitreosidade e com perfil de aminoácidos modificado. 2004. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/487781/avaliacao-da-degradabilidade-ruminal-in-situ-da-materia-seca-de-silagens-de-milho-zea-mays-l-com-diferentes-graus-de-vitreosidade-e-com-perfil-de-aminoacidos-modificado>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

LUGÃO, S.M.B. et al. Silagem de milho na atividade leiteira do Sudoeste do Paraná. Londrina: IAPAR, 2011. 124p.

MACEDO JÚNIOR G. L. Qualidade da fibra para a dieta de ruminantes. *Ciência Animal*, 2007. Disponível em: <<http://www.uece.br/cienciaanimal/dmdocuments/Artigo1.2007.1.pdf>>. Acesso em: 13 dez. 2019.

MAGALHÃES P. C. (Brasil). Embrapa. Fisiologia do Milho. 22. ed. Sete Lagoas: Embrapa, 2003. 200 v. Disponível em: <<http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/milho/circul22.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

MAHANNA, B. et al. Silage Zone Manual. Pioneer, Johnston, IA, Estados Unidos. 2014. Disponível em: <[https://intelseed.ca/uploads/Silage\\_Zone\\_Manual-2017.pdf](https://intelseed.ca/uploads/Silage_Zone_Manual-2017.pdf)> Acesso em: 31 out. 2019.

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. Climatologia: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, 2007. 206 p.

MORON I. R. et al. Cinética da digestão ruminal do amido dos grãos de milho e sorgo submetidos a diferentes formas de processamento. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v.24, n.1,



p 208-212, 2000. Disponível em: <<http://www.editora.ufla.br/index.php/component/phocadownload/category/36-volume-24-numero1nova?download=554:vol24numero1nova>> . Acesso em: 12 dez. 2019.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Subcommittee on Dairy Cattle Nutrition. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6ed. rev. Washington, D.C. National Academy Press, 1989. 157p. Disponível em: <<https://www.worldcat.org/title/nutrient-requirements-of-dairy-cattle/oclc/20243431>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

NEUMANN, M. et al. Efeito do tamanho de partícula e da altura de corte de plantas de milho na dinâmica do processo fermentativo da silagem e no período de desensilagem. Revista Brasileira de Zootecnia, Brasil, v. 36, n. 5, p.1603-1613, 11 abr. 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36n5s0/a20v3650.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2019.

OLIVEIRA, J. S. et al. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho destinados à silagem em bacias leiteiras do estado de Goiás. Pesquisa Agropecuária Tropical. v.37, n.1, p.45-50, 2007

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>>. Acesso em: 11 dez. 2019.

PAZIANI, S.F. et al. Características agronômicas e bromatológicas de híbridos de milho para produção de silagem. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa-MG, v.38, n.3, p.411-417, 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982009000300002&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982009000300002&script=sci_abstract&tlng=pt)>. Acesso em: 12 dez. 2019.

PEDROSO, A. F. Embrapa Produção e Manejo de Silagem. 1998. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPPE/12424/1/PedrosoAF8552.pdf>> . Acesso em: 12 dez. 2019.

PEREIRA, L. G. R. et al. Alimentos para gado de leite. Belo Horizonte: FEPMVZ, 2009. 568 p.

PEREIRA, M. N. et al. Ruminal degradability of hard or soft texture corn grain at three maturity stages., Scientia Agricola Piracicaba, v. 61, n. 4, p. 358-363, 2004. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162004000400002](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162004000400002)>. Acesso em: 08 maio 2020.

SALVATI, G. G. S. Strategies to improve kernel processing and dairy cow performance in whole-plant corn silage based on vitreous endosperm hybrid. 2019. 87 P. Tese. Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2019. Disponível em: <[http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP\\_5eeeb8196a6ed43cb82dec73b7537b79](http://bdtd.ibict.br/vufind/Record/USP_5eeeb8196a6ed43cb82dec73b7537b79)>. Acesso em: 05 maio 2020.

SANTOS L. F. O.; Koerich G. Composição Química e Processamento Físico Das Silagens De Milho Do 1º Torneio De Silagem De PALMAS – PR. 2019. Disponível em:

<<https://docplayer.com.br/168911745-Composicao-quimica-e-processamento-fisico-das-silagens-de-milho-do-1o-torneio-de-silagem-de-palmas-pr.html>> Acesso em: 17 maio 2020.

SANTOS, L. F. O. et al. Composição química e processamento físico das silagens de milho do 1º torneio de silagens de Palmas - PR. In: 1ª REUNIÃO TÉCNICA SUL BRASILEIRA DE PESQUISA DE MILHO E SORGO, 1., 2019, Chapecó. Anais [...] . Chapecó: Misosul, 2019. v. 1, p. 1-578.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIAS DO SOLO - SBCS. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre- RS, 2016.

SILVEIRA J. M. Maturidade e tamanho de corte da forragem como estratégias de ensilagem de híbridos de milho. Piracicaba, 2019. 67p. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-12072019-142501/fr.php>>. Acesso em: 04 maio 2020.

TICIANI E.; CAPELESSO A.; OLIVEIRA D.E. Milho para silagem: Como fazer escolha do cultivar. 2011. SB RURAL. Disponível em: <[https://www.udesc.br/arquivos/ceo/id\\_cpmenu/1043/caderno\\_udesc\\_059\\_1519742494\\_3896\\_1043.pdf](https://www.udesc.br/arquivos/ceo/id_cpmenu/1043/caderno_udesc_059_1519742494_3896_1043.pdf)>. Acesso em: 31 out. 2019.

ZINN, R. A.; OWENS, F.N.; WARE, R.A. Flaking corn: processing mechanics, quality standards, and impacts on energy availability and performance of feedlot cattle. Journal of Animal Science, v.80, p.1145-1156, 2002. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/11351461\\_Flaking\\_corn\\_Processing\\_mechanics\\_quality\\_standards\\_and\\_impacts\\_on\\_energy\\_availability\\_and\\_performance\\_of\\_feedlot\\_cattle](https://www.researchgate.net/publication/11351461_Flaking_corn_Processing_mechanics_quality_standards_and_impacts_on_energy_availability_and_performance_of_feedlot_cattle)>. Acesso em: 12 dez. 2019.

ZOPOLLATTO, M; DANIEL, J. L. P.; Mari, L. G. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. 2009. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1516-35982009001300018&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1516-35982009001300018&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 20 nov. 2019.