

**INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CÂMPUS SÃO MIGUEL DO OESTE  
AGRONOMIA**

Cleiton Fochesatto  
Giovane Marcos Palu

**POTENCIAL DE USO DO SORGO BRS 716 (SORGO BIOMASSA) PARA  
PRODUÇÃO DE SILAGEM.**

São Miguel do Oeste – SC (2021)

Cleiton Fochesatto  
Giovane Marcos Palu

**POTENCIAL DE USO DO SORGO BRS 716 (SORGO BIOMASSA) PARA  
PRODUÇÃO DE SILAGEM.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Agronomia do Câmpus São Miguel do Oeste do Instituto Federal de Santa Catarina como requisito parcial à obtenção do título de **Engenheiro agrônomo.**

Orientador

Prof Dra Gabriela Cristina Guzatti

Coorientadora

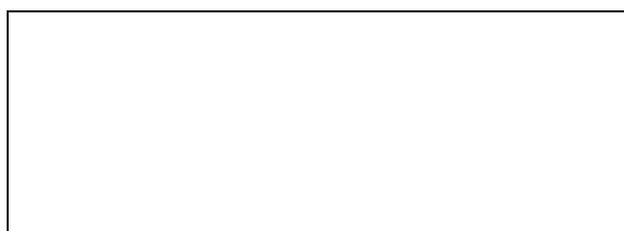
Prof Dra Priscila Flôres Aguirre

São Miguel do Oeste- SC 2021

Cleiton Fochesatto  
Giovane Marcos Palu

**POTENCIAL DE USO DO SORGO BRS 716 (SORGO BIOMASSA) PARA  
PRODUÇÃO DE SILAGEM.**

Este trabalho foi aprovado pela Banca examinadora composta por Gabriela Cristina Guzatti, Gilmar Luiz Schaefer e Steben Crestani na data de 26/08/2021, cujas notas e assinaturas constam em Ata de Defesa. Por fim, as considerações propostas pela Banca foram incorporadas no trabalho, estando esse apto para arquivamento.



Gabriela Cristina Guzatti

Instituto Federal Santa Catarina - Campus São Miguel Do Oeste

## RESUMO

A alimentação de um rebanho exclusivamente à base de pastagens durante o ano é difícil, isso porque, as mudanças climáticas ao longo do ano limitam o crescimento das forrageiras em determinadas épocas. Uma forma de suprir a demanda nutricional dos animais em períodos de sazonalidade das pastagens é pelo uso da silagem. O sorgo BRS 716 foi desenvolvido para produção de biomassa e pelas suas características pode se tornar uma boa alternativa para ensilagem. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial produtivo ( $MS\ ha^{-1}$ ) e a qualidade da silagem produzida a partir do sorgo biomassa, colhido em diferentes épocas de corte. O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado, os tratamentos consistiram de 3 períodos de corte para o sorgo biomassa e 1 para o sorgo silageiro (testemunha), com 4 repetições. O sorgo biomassa teve seu corte realizado aos 110, 130 e 160 dias após emergência (DAE), enquanto o sorgo silageiro teve seu corte realizado aos 100 DAE. No momento da colheita, os teores de matéria seca (MS) da planta e a produção por hectare foram determinados. O material colhido foi ensilado em micro silos de PVC abertos após 45 dias, neste momento, foram determinados os valores de pH, perda de MS durante a ensilagem e tamanho médio de partículas. Uma amostra foi coletada para determinação dos teores de MS, matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância no pacote SISVAR com um teste de Scott Knott para separação de médias ( $P < 0,05$ ). O teor de MS do sorgo biomassa passou de 24,6% no corte aos 110 dias para 32,1% no corte aos 160 dias. Os valores de pH reduziram com o avanço da época de corte do sorgo biomassa, variando de 4,5 a 3,7. Para o sorgo biomassa foram observados teores de FDN (62,1%) e FDA (47%) semelhantes entre os períodos de corte, com o sorgo silageiro obtendo o menor teor de FDN (37,1%) e FDA (23,4%). A produção de MS ( $ton\ ha^{-1}$ ) aumentou com o avanço na época de corte, chegando a uma produção de 57,1  $ton\ ha^{-1}$  para o corte realizado aos 160 DAE. Os teores de PB, MO, MM e a perda de MS não diferiram entre as diferentes épocas de corte. Assim, com base nos resultados encontrados pode-se sugerir que a ensilagem do sorgo biomassa mantém melhor qualidade fermentativa da silagem nos cortes realizados aos 130 e 160 DAE, observada por seus valores de pH. Entretanto, considerando o expressivo aumento na quantidade de MS produzida, sem redução na qualidade da silagem, é plausível imaginar que o corte realizado aos 160 DAE possa ser o mais indicado. Por fim, é importante considerar que os teores de FDN e FDA do sorgo biomassa são elevados, o que poderia levar a limitações de consumo e digestibilidade da dieta pelo animal, mas pode ser indicado como fonte de fibra a ruminantes, principalmente àqueles de menor exigência e potencial produtivo.

**Palavras-chave:** Período de corte, potencial silageiro, *Sorghum bicolor* (L.) Moench.

## LISTA DE TABELAS

<b>TABELA 1</b> - Teores de fibra em detergente ácido (FDA%), fibra em detergente neutro (FDN%), lignina (LIG%), celulose (CEL%), hemicelulose (HEMIC%), nutrientes digestíveis totais (NDT%) e conteúdo celular (CCEL%) do colmo e folhas da planta de sorgo biomassa (BRS 716). .....	15
<b>TABELA 2</b> - Composição química do solo na camada de 0-20cm .....	18
<b>TABELA 3</b> - Valores de matéria seca (%), pH, teores de massa verde, massa seca e perda de massa seca em toneladas por hectare para silagens do sorgo biomassa e silageiro (testemunha) de acordo com a época de corte. ....	21
<b>TABELA 4</b> - Valores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO) para os tratamentos do sorgo silageiro e biomassa de acordo com a época de corte. ....	24

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>6</b>
<b>2 OBJETIVOS</b>	<b>8</b>
<b>2.1 Objetivo geral</b>	<b>8</b>
<b>2.2 Objetivos específicos</b>	<b>8</b>
<b>3 HIPÓTESE</b>	<b>9</b>
<b>4 REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>10</b>
<b>4.1 Características da pecuária no oeste e a alimentação animal</b>	<b>10</b>
<b>4.2 Características desejáveis em materiais para ensilagem</b>	<b>11</b>
<b>4.3 Silagem e seu processo de produção</b>	<b>12</b>
<b>4.4 Sorgo biomassa</b>	<b>14</b>
<b>4.5 Sorgo silageiro</b>	<b>15</b>
<b>5 MATERIAIS E MÉTODOS</b>	<b>17</b>
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>21</b>
<b>6.1 Produção de biomassa, matéria seca e pH da silagem.</b>	<b>21</b>
<b>6.2 Parâmetros bromatológicos da silagem</b>	<b>24</b>
<b>7 CONCLUSÕES</b>	<b>26</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>27</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A alimentação de um rebanho exclusivamente à base de pastagens durante o ano é difícil, isso porque, as mudanças climáticas ao longo do ano, limitam o crescimento das forrageiras em determinadas épocas. De maneira geral, no Sul do país a quantidade de biomassa acumulada pelas forrageiras de clima tropical ocorre quase que exclusivamente no verão, enquanto as de clima temperado no inverno. Essa estacionalidade na produção de forragens acaba por tornar o sistema pecuário muitas vezes ineficiente, sendo necessária a busca por meios alternativos de alimentação/suplementação do rebanho. Uma forma de suprir a demanda nutricional dos animais em períodos de sazonalidade das pastagens é pelo uso das forragens conservadas. Nesse cenário, a principal forma de suplementação volumosa para bovinos em período de escassez de forragem é o uso de materiais ensilados.

As culturas de milho (*Zea Mays*) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) são consideradas as mais adaptadas ao processo de ensilagem por apresentarem facilidade de cultivo, altos rendimentos e especialmente pela qualidade de silagem produzida, sem necessidade de aditivos para estimular a fermentação (RODRIGUES, 2002). Além disso, o sorgo tem sido uma excelente opção para produção de grãos e forragem em situações em que o déficit hídrico e as condições de baixa fertilidade dos solos oferecem maiores riscos para outras culturas, notadamente o milho. (EMBRAPA, 2015)

Existem diferentes tipos de sorgo, dentre eles estão: granífero, forrageiro, para corte e pastejo, sacarino, vassoura e biomassa. A cultivar BRS 716 também conhecida como sorgo biomassa vem sendo estudada principalmente pelo fato do material se mostrar econômico e por fornecer elevada quantidade de massa em um curto intervalo de tempo. Segundo a Embrapa, (2014) essa cultivar pode chegar a produzir 150 toneladas de matéria fresca por hectare. O teor de MS pode variar de 16 a 35% conforme a época de corte estabelecida e o espaçamento utilizado, (QUEIROZ, 2020), além de ser vigoroso, resistente ao acamamento e a pragas e doenças e permitir que todo o processo do plantio a colheita seja mecanizado.

Assim, considerando o potencial de produção de MS por hectare do sorgo biomassa, o elevado custo da terra, a necessidade de rotação de culturas (em Santa Catarina a safra e safrinha de milho para ensilagem não permitem esta rotação), além da necessidade constante de novas alternativas alimentares aos rebanhos, o uso deste material pode se tornar mais uma opção na alimentação animal. Nesse sentido, considerando que o mesmo foi desenvolvido com o propósito de produzir biomassa, pouco se sabe sobre o uso deste material para produção de

silagem de maneira que o objetivo deste trabalho é avaliar o potencial e a qualidade de uma silagem produzida a partir do sorgo biomassa colhido em diferentes épocas de corte.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar o potencial produtivo (kg MS ha<sup>-1</sup>) e a qualidade de uma silagem produzida a partir do sorgo biomassa BRS 716 colhido em diferentes épocas de corte.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Estimar a produção de matéria seca (MS) ha<sup>-1</sup>;
- Mensurar o teor de MS do material no momento da ensilagem;
- Avaliar o processo fermentativo e a capacidade de conservação da silagem;
- Determinar as características bromatológicas da silagem após 45 dias de ensilagem;
- Encontrar a melhor relação entre qualidade/produção para a silagem de sorgo biomassa.
- Comparar os parâmetros acima com a silagem de sorgo silageiro.

### **3 HIPÓTESE**

H0: Não é possível produzir silagem de qualidade a partir do sorgo biomassa BRS 716, sendo que o momento de corte não influencia a qualidade da silagem produzida.

H1: É possível produzir silagem de qualidade a partir do sorgo biomassa BRS 716, sendo que o momento de corte influencia a qualidade da silagem produzida.

## 4 REFERENCIAL TEÓRICO

### 4.1 Características da pecuária no oeste e a alimentação animal

A região Oeste de Santa Catarina se caracteriza por apresentar pequenas propriedades, sendo predominantemente localizadas em terrenos declivosos, onde a pecuária leiteira é uma das principais atividades. Os bovinos estão presentes em 72,43% dos 183 mil estabelecimentos agropecuários catarinenses, percentual acima da média nacional (EPAGRI, 2017). Uma das vantagens dessa região é apresentar mão de obra familiar, com produção a base de pasto, proporcionando um baixo custo com mão de obra e a pecuária leiteira e de corte se tornando uma atividade de destaque na região.

Conforme Flaresso; Gross; Almeida (2000)

[...]em razão da estacionalidade da produção forrageira das pastagens da região, torna-se necessário a prática da suplementação alimentar, principalmente nas estações de outono e inverno. Para amenizar esse problema, é cada vez mais comum a prática da confecção de silagem.

Segundo Antunes (2018) a sazonalidade produtiva das pastagens está ligada às condições climáticas e ao ciclo de desenvolvimento da forragem, sendo que na região sul a maioria das pastagens nativas possui elevado crescimento durante a estação quente do ano. Os meses de março a junho são considerados críticos para produção pecuária, pois é um período considerado de vazio outonal, onde as pastagens de verão começam a reduzir ou paralisar seu crescimento e as pastagens de inverno ainda estão em fase de implantação, não sendo consideradas prontas para uso. Nesse período é necessário o uso de uma alimentação suplementar, seja de silagem e/ou alimento concentrado, para suprir as necessidades dos animais. Assim, nestes períodos o custo da produção pode aumentar em até seis vezes, entretanto, pode-se considerar que o uso de uma suplementação volumosa, como as silagens, são de menor custo se comparado ao uso de alimentos concentrados (ALVES FILHO et al., 2001) e possuem teor de energia adequados, sendo assim, é importante conhecer os valores nutritivos e procurar o equilíbrio entre custo/benefício de cada alimento, buscando utilizar em maiores quantidades os que são mais econômicos.

## 4.2 Características desejáveis em materiais para ensilagem

Entre as várias plantas destinadas à produção de silagem, o milho e o sorgo têm ganhado destaque por apresentarem características como: alto rendimento, boa qualidade e relativa facilidade de fermentação no silo (FLARESSO; GROSS; ALMEIDA, 2000). Nesse sentido, Pereira (2013) descreve que a silagem de milho é o principal volumoso componente nas dietas de bovinos de leite e carne, alcançando uma área de 15% de todo milho plantado no país, e no estado de Santa Catarina chegando a 60% da área de milho é destinada a silagem.

O sorgo, pertencente à família Poaceae, é o quinto cereal mais plantado no mundo, vindo logo depois do trigo, do arroz, do milho e da cevada (PEREIRA FILHO; RODRIGUES, 2015). O uso da cultura de sorgo para silagem, no Brasil, surgiu a partir da introdução de variedades de porte alto, com alta produtividade de massa verde (SOUZA et al., 2003), como resultado de uma preocupação inicial maior com a quantidade produzida e com a redução de custos, do que com a qualidade do material a ser produzido. Ainda, um dos principais diferenciais do sorgo é a adaptação da cultura ao déficit hídrico, sendo uma boa alternativa em épocas de falta de chuva e em regiões onde é comum a ocorrência dos chamados veranicos.

Uma boa silagem de sorgo depende de três fatores: I) o híbrido que será utilizado, levando em consideração altura da planta, tolerância a seca, produtividade de grãos, resistência a doenças; II) estágio em que foi cortado, influenciando a qualidade do material conservado e sua composição; III) microorganismos presentes durante o processo de ensilagem (RODRIGUES et al, 2002).

Na silagem de sorgo, a maior porcentagem de panículas contribui para o aumento do valor nutritivo e maior porcentagem de matéria seca do material ensilado. É sabido que o amido se concentra nos grãos e o açúcar nos colmos, sendo que teores de açúcar de 6 a 8% são suficientes para uma boa fermentação bacteriana. No entanto, modificações no processo fermentativo do sorgo podem comprometer o valor nutritivo do material, já que a produção da "água de metabolismo" reduz o teor de MS, e a diminuição dos carboidratos solúveis e o aumento proporcional de FDN diminuem a digestibilidade da MS, o que limita o aproveitamento da silagem (RODRIGUES et al, 2002).

Segundo Moraes (2011) a estabilidade das silagens varia em função de fatores como a temperatura ambiente, a concentração de carboidratos solúveis, a população de fungos e a concentração de ácidos orgânicos em interação com o pH. Conforme Silva et al. (1999), a qualidade da silagem de sorgo está relacionada com a sua fermentação, sendo que, para avaliar

esse processo pode-se observar os valores de pH, ácidos orgânicos e a quantidade de nitrogênio não proteico presentes ao final do processo fermentativo. É também avaliada a fração fibrosa, para determinação da digestibilidade da forragem, estando esta ligada ao FDN, FDA e lignina presentes.

### **4.3 Silagem e seu processo de produção**

É chamado de silagem a forragem verde conservada por meio de um processo fermentativo anaeróbio. Essa silagem é armazenada em silos que normalmente são valas ou trincheiras horizontais ou de superfícies que devem preferencialmente estarem dispostos perto dos cochos dos animais para evitar gastos com transportes e facilitar o manejo. A ensilagem é o processo de produção da silagem em si, inicia com o corte da planta, com posterior compactação e vedação do material no silo para obtenção de uma fermentação adequada e conseqüentemente uma silagem de bom valor nutritivo (CARDOSO, SILVA, 1995).

No processo de ensilagem é importante estar atento a todas as atividades que constituem o mesmo. Para confecção de uma boa silagem, fatores como: ponto de corte, tamanho das partículas, compactação, vedação e proteção do silo devem ser observados (VALENTE, 1994).

De acordo com Lima, (2008) um dos segredos para produção de uma boa silagem de sorgo é a obtenção de partículas com tamanho variando entre 0,5 a 2,0 cm, isto, proporcionará boa compactação do silo, além de favorecer o processo digestivo e conseqüentemente o desempenho dos animais. A recomendação do tamanho médio de partículas é que de 2-4% das partículas tenham tamanho >19mm, 40-50% entre 8 a 19 mm e 40-50% com 19 mm conforme (BEEFPOINT, 2001). Partículas em tamanho adequado facilitam a mistura com outros alimentos, facilitam a mastigação e ruminação e assim, a digestão da silagem. Além disso, um adequado tamanho de partícula favorece a compactação da massa ensilada permitindo uma adequada expulsão do ar presente entre as partículas, de maneira a reduzir a atividade de bactérias aeróbicas no silo, as quais favorecem uma fermentação inadequada do material.

Nas cultivares de sorgo, no estágio de grão leitoso, a fração fibrosa é mais digestível do que no estágio de grão farináceo. Entretanto, no estágio de grão farináceo, a matéria seca acumulada de grãos compensa a redução de matéria seca digestível do colmo, mesmo com uma maior perda de grãos nas fezes (LOURENÇO JUNIOR et al., 2000).

O ponto recomendado para ensilagem do milho e sorgo depende do tipo de silo a ser utilizado. Para silos do tipo trincheira e de superfície, as culturas devem ser colhidas quando

apresentarem entre 32 e 33% de MS (OLIVEIRA, 1998). Segundo Hibrain (2007), o teor de matéria seca da planta de sorgo é de 30 a 35%, para que a silagem produzida apresente um bom processo fermentativo.

As forragens conservadas como feno ou silagem podem ter seu valor alimentício bastante alterado em razão dos procedimentos adotados para a sua produção e conservação, e dos fenômenos bioquímicos e microbiológicos que ocorrem no processo (JOBIM et al., 2007).

O aumento no teor de matéria seca da panícula é um dos maiores responsáveis pela elevação do teor de matéria seca total, sendo que, conforme Machado et al (2012) o estágio de maturidade da planta modifica o teor de MS da silagem produzida. Silagem colhida muito verde vai ter um alto teor de umidade, isso dificulta a obtenção de uma silagem de qualidade, pois vai favorecer a multiplicação de bactérias indesejáveis e uma alta produção de efluentes. Por outro lado, altos teores de matéria seca também não são desejáveis, pois dificultam a compactação e expulsão do oxigênio, aumentando a fase aeróbia do processo e diminuindo a qualidade da silagem. Machado et al (2012) observaram interação significativa entre os híbridos de sorgo e os estádios de maturação para os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e, digestibilidade *in vitro* da matéria seca da silagem obtida. Além disso, as alterações que ocorrem durante a secagem, recolhimento e armazenamento do feno e/ou silagem exercem influência marcante na composição química, ingestão e digestibilidade do material produzido (JOBIM et al., 2007).

Conforme Ítavo et al 2006, a conservação na forma de silagem depende da fermentação natural dos açúcares a ácidos, principalmente láctico e acético, por bactérias lácticas homo e heterofermentativas sob condições anaeróbicas, além disso algumas características são ideais da massa a ser ensilada para sua boa preservação em forma de silagem: elevado nível de substrato fermentescível na forma de carboidratos solúveis, capacidade tamponante relativamente baixa e adequado teor de matéria seca.

Durante o processo fermentativo da silagem se busca o desenvolvimento de bactérias desejáveis que são responsáveis por produzirem ácido láctico a partir de algum substrato, como por exemplo açúcares solúveis, compostos de nitrogênio e ácidos orgânicos. Esse processo gera uma diminuição do pH e conseqüentemente conservação da massa ensilada. No processo de ensilagem, a presença ou ausência de oxigênio no interior do silo vai determinar a presença ou não de três tipos de microrganismos: anaeróbios, aeróbios e anaeróbios facultativos. As bactérias ácido lácticas (BAL) que são as desejáveis são os principais microrganismos que vão

atuar no processo fermentativo para a conservação da massa ensilada. As principais bactérias são do gênero, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* e *Leuconostoc*. Por outro lado, bactérias do gênero *Clostridium* têm um efeito negativo sobre a qualidade da silagem justamente por produzirem ácidos fracos, toxinas, dióxido de carbono, água e calor (SANTOS et al, 2010).

#### 4.4 Sorgo biomassa

Conforme EMBRAPA (2014):

A partir das pesquisas realizadas, foi gerado o primeiro híbrido de sorgo biomassa desenvolvido pela Embrapa: o BRS 716. O material já está registrado no Ministério da Agricultura para comercialização. "Desenvolvido para cogeração de energia por meio da queima de biomassa, o híbrido apresenta alta produtividade, em média, de 120 a 150 toneladas de matéria fresca por hectare. Tem ciclo curto, de seis meses, e porte entre cinco e seis metros de altura", o material possui boa sanidade, resistência ao acamamento e adaptação ampla a diferentes regiões do Brasil.

O sorgo BRS 716 possui característica de fibra nas folhas e colmos semelhante a cultivares de sorgo destinados à forragem, possibilitando assim, seu uso na alimentação de bovinos (LANZA, 2017). Entretanto, a finalidade do Sorgo BRS 716 é voltado à produção de biomassa, de maneira que, buscar estudar o potencial desse material na produção de silagem é essencial para viabilizar seu uso para produção de forragem conservada, buscando tirar o máximo de potencial da grande produção de matéria verde deste material. Na Tabela 1 de LANZA (2017), é possível visualizar valores de fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina, celulose, hemicelulose, e nutrientes digestíveis totais (NDT) do colmo e das folhas da planta de sorgo biomassa (BRS 716) em função das épocas de corte.

**TABELA 1** - Teores de fibra em detergente ácido (FDA%), fibra em detergente neutro (FDN%), lignina (LIG%), celulose (CEL%), hemicelulose (HEMIC%), nutrientes digestíveis totais (NDT%) e conteúdo celular (CCEL%) do colmo e folhas da planta de sorgo biomassa (BRS 716).

ÉPOCA	FDA %	FDN %	LIG %	CEL%	HEMIC%	NDT%	CCEL%
<i>Colmo</i>							
89	36,53	63,51	5,43	30,84	26,97	61,26	36,48
101	34,27	61,41	5,57	30,66	27,14	63,85	38,58
111	38,87	68,81	5,93	32,93	29,94	60,63	31,19
123	41,95	71,82	5,64	36,31	29,87	58,47	28,17
137	40,76	70,41	6,23	34,53	29,64	59,3	29,59
151	41,95	70,65	5,73	35,62	29,3	58,89	29,34
<i>Folha</i>							
89	37,37	59,85	5,25	34,13	22,49	61,68	40,14
101	35,05	57,88	5,32	34,23	22,83	63,3	42,11
111	39,75	64,85	4,95	34,8	25,09	60,01	35,15
123	38,89	63,8	4,94	33,95	24,9	60,61	36,2
137	36,18	60,36	4,26	31,93	24,18	62,51	39,63
151	37,79	62,72	4,62	33,16	24,92	61,38	37,28

Fonte: (LANZA, 2017)

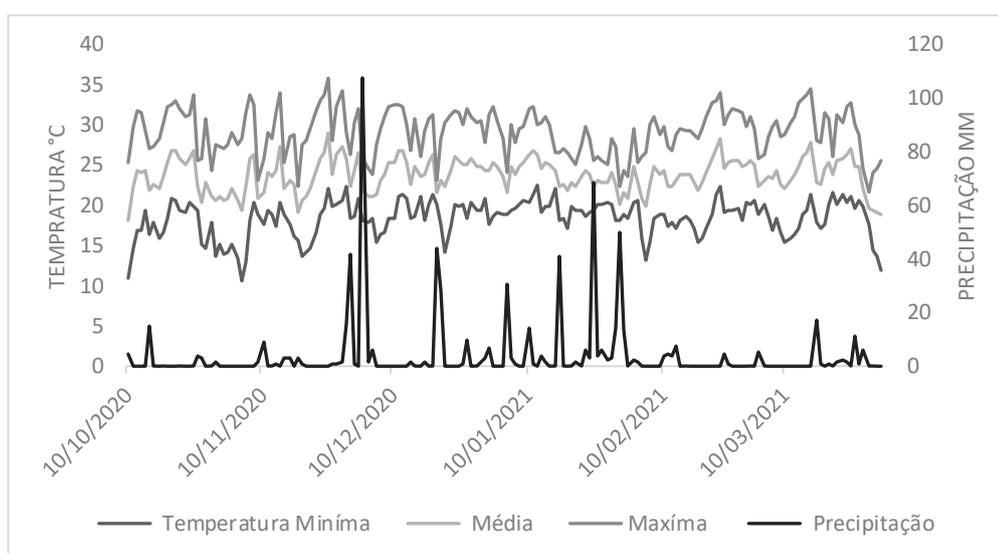
#### 4.5 Sorgo silageiro

O sorgo ADV 2499 é um sorgo de duplo propósito, possuindo teor de lignina baixo e uma maior qualidade de fibra para ensilagem, contendo alto teor de tanino condensado. A época de plantio recomendada é final de setembro e início de outubro, e para safrinha meados de dezembro a final de fevereiro. Seu ciclo de desenvolvimento é longo, o ponto de corte se dá em torno de 95 a 105 DAE. Possui uma alta produção de grão e de biomassa chegando a 60 toneladas de massa verde por hectare com teor de 28 a 32% de MS, com altura de planta média de 1,8 metros. A silagem do sorgo possui teor médio de proteína bruta de 8 a 11% e teor médio de NDT entre 68 a 72 %. Outra característica do sorgo silageiro 2499 é a presença de fibra denominado BMR (brown midrib) ou “nervura marrom”, cujo efeito é a redução do conteúdo em lignina de 30 a 60% menor que nos materiais convencionais. As plantas BMR são caracterizadas pela presença de pigmentos amarronzados na nervura central das folhas e no

colmo. Estes pigmentos estão fortemente associados à lignina, pois persistem na parede celular após a remoção de celulose e hemiceluloses permitindo assim uma melhor digestibilidade (ADVANTA, 2020).

## 5 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em uma propriedade localizada no interior do município de Guaraciaba-SC (coordenadas geográficas 26° 36' 3" de latitude sul e 53° 30' 58" longitude oeste, com altitude de 520 metros). Conforme Köppen o clima é classificado como Cfa, com verões quentes, sem estações secas definidas e com média de precipitação anual de 1900 mm (EPAGRI, 2002). A figura 1 demonstra os dados de precipitação pluviométrica (mm) e temperaturas máxima, média e mínima (C°) dos meses de Outubro a Março (2020/2021), período em que o sorgo esteve no campo.



**FIGURA 1** - Precipitação pluviométrica (mm) e temperaturas máxima, média e mínima (C°), nos meses de Outubro a Março. Fonte: (Epagri/Ciram)

O solo da área experimental é do tipo CAMBISSOLO HÁPLICO (EMBRAPA, 2013). O histórico da área é de pastagens anuais nos últimos 5 anos, com capim sudão no verão e aveia e azevém no inverno, plantados no sistema plantio direto sem revolvimento do solo. Antes da implantação do experimento foi realizada uma coleta de solo na camada de 0-20cm de profundidade e posteriormente com base nos dados obtidos (Tabela 2) e na recomendação do Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina foram realizadas as adubações necessárias para alcançar uma expectativa de produção de 15 toneladas de MS por hectare. Para isso utilizou-se 269 kg ha<sup>-1</sup> de fosfato monoamônico (MAP) na linha de plantio, a lanço foram aplicados cloreto de potássio na dose de 466 kg ha<sup>-1</sup> no momento de plantio e 368 kg ha<sup>-1</sup> de ureia em estágio vegetativo V4.

**TABELA 2** - Composição química do solo na camada de 0-20cm

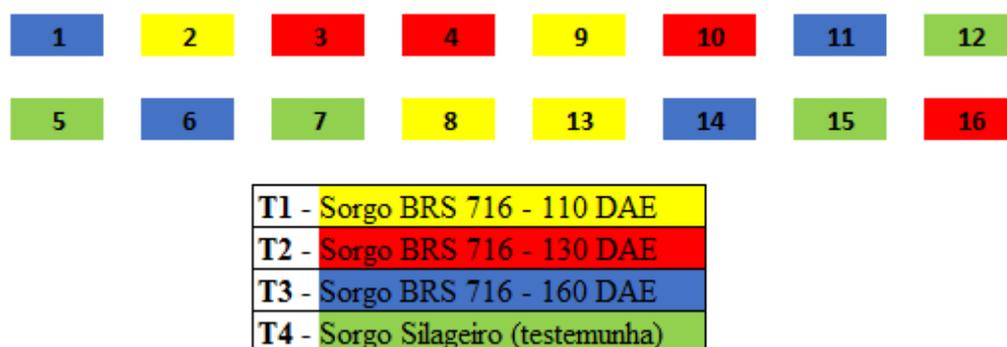
pH	Ca	Mg	Al	H+Al	Saturação %		SMP
Água	cmol/dm <sup>3</sup>				Al	Bases %	
6,8	10,4	3,7	0	1,46	0	91,15	7

MO	Argila	Classe Text.	P-Melich	K	CTC pH7
				mg/dm <sup>3</sup>	16,56
2,2	30%	3	20,1	372	

No primeiro semestre de 2020 realizou-se cobertura de inverno, por meio do consórcio de plantas para adubação verde e cobertura do solo. Na safra 2020/2021, no período de outubro a janeiro foi realizado o plantio e o cultivo dos sorgos BRS 716 e sorgo ADV 2499 para produção da silagem. A semeadura foi efetuada no dia 10 de outubro, em um sistema de plantio direto utilizando semeadora semeato SHM 11/13, com espaçamento de 65 cm entrelinhas.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 4 repetições, totalizando 16 parcelas experimentais. As parcelas dispuseram dimensão de 5 metros de comprimento e 4,5 m de largura (22,5 m<sup>2</sup>) espaçadas entre si por corredores de 50 cm de largura, totalizando uma área experimental de 575 m<sup>2</sup>. Os tratamentos experimentais se apresentam caracterizados pelas diferentes épocas de corte do sorgo BRS 716 (T1:110, T2:135 T3:160 dias após emergência- DAE) e um tratamento com sorgo silageiro ADV 2499 (testemunha), cortado de acordo com a recomendação (100 DAE). Abaixo o croqui da área experimental (Figura 2).



**FIGURA 2** - Croqui da área experimental. Fonte(Autores/2020)

As épocas de corte foram definidas buscando contemplar um período do florescimento

até a maturidade da planta. Aos 30 dias após a emergência realizou-se um desbaste com o objetivo de manter 10 a 12 plantas por m<sup>2</sup> para o sorgo biomassa, com um stand em torno de 270 plantas por parcela conforme recomendação (EMBRAPA 2017) e para o sorgo silageiro o desbaste objetivou manter 12 a 14 plantas por hectare para atender a recomendação de 180 a 200 mil plantas por hectare proposto por (ADVANTA 2020). Após a emergência das plântulas, o controle de plantas daninhas aconteceu através de capina manual. No dia 14 de dezembro de 2020 foi realizado um tratamento cultural curativo com uma máquina costal manual para controle de pulgão amarelo (*Aphis gossypii*), sendo utilizado o produto comercial Engeo Pleno na dose de 200 ml por hectare e a segunda aplicação realizada sequencialmente após 7 dias, com uma dose de 150 ml por hectare em volume de calda de 200 litros por hectare.

A colheita foi realizada de forma manual, cortando as plantas em uma altura de 30 cm em relação ao nível do solo. Neste momento, estimou-se a quantidade de forragem produzida em ton ha<sup>-1</sup> através da pesagem da forragem verde colhida em uma área representativa, medida por um gabarito de 2 m<sup>2</sup>. No momento da colheita foi respeitado 1 metro de bordadura das parcelas. O sorgo foi picado na ensiladeira Pecu 9004 Nogueira, geração III com uma regulagem de 10 mm nas engrenagens e 5 mm na contra faca, para obter um tamanho de partículas de 0,5 a 2 cm. Posteriormente, determinou-se o teor de matéria seca do material ensilado em uma amostra representativa e homogênea desse material. Essa amostra foi seca em estufa com ventilação forçada de ar a 65°C até atingir peso constante. A produção de forragem em ton de MS ha<sup>-1</sup> foi estimada pela multiplicação da quantidade de matéria verde produzida e seu teor de matéria seca.

Foram confeccionados 16 micro silos, utilizando canos de PVC de 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento (volume de 3,9 litros), compactados para uma densidade de 600 quilogramas por metro cúbico. Para compactação se utilizou um cilindro de madeira e para garantir a densidade de 600 kg m<sup>3</sup> o material foi pesado e colocado em etapas no micro silo garantindo uma adequada compactação e expulsão do ar. Os silos foram tampados, vedados com fita isolante, pesados e alocados em ambiente seco, com sombra, ventilado e sem umidade. Os micro silos foram abertos 45 dias após a ensilagem. No momento da abertura do silo, determinou-se as perdas de MS por diferença de peso; o pH da silagem (CHERNEY & CHERNEY, 2003) e o tamanho médio de partículas. Uma amostra representativa foi coletada e congelada (-18°C) até a realização das análises.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Bromatologia do Instituto Federal de Santa Catarina Campus São Miguel do Oeste. Primeiramente as amostras foram secas em estufa de circulação forçada de ar, a 65°C até peso constante. Posteriormente,

foram moídas em moinho tipo “*willey*” peneira de 1mm para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), cinzas, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Os teores de MS foram determinados por secagem em estufa a 105°C, por no mínimo 12 horas e os teores de cinzas por meio de incineração em estufa tipo mufla em uma temperatura de 550°C durante 4 horas. O nitrogênio total foi determinado pelo método de Kjeldahl e os teores de PB estimados multiplicando-se os teores de N por 6,25 (HELDRICH., 1990). Para determinação dos teores de FDN e FDA utilizou-se a técnica sequencial proposta por Van Soest et al. (1991).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância no sistema SISVAR e, quando significativa, suas médias foram comparadas pelo teste de Scott Knot. O nível de significância utilizado foi de 5%, segundo o modelo:  $Y_i = \mu + T_i + \epsilon_i$ , onde,  $Y_i$  representa as variáveis respostas;  $\mu$  é uma média inerente a todas as observações;  $T_i$  é o efeito do  $i$ -ésimo tratamento; e  $\epsilon_i$  corresponde ao erro aleatório, suposto independente e normalmente distribuído (PINHEIRO, 2017).

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Produção de biomassa, matéria seca e pH da silagem.

A quantidade de matéria verde e matéria seca produzida em toneladas  $ha^{-1}$  diferiu entre os tratamentos testados (Tabela 3). O tratamento 160 DAE apresentou os maiores valores de produção seguido dos tratamentos 130, 110 DAE e por fim o sorgo silageiro que produziu 45 toneladas de MS  $ha^{-1}$  a menos que o tratamento 160 DAE ( $P < 0,05$ ). Os valores de MS no momento da ensilagem diferiram entre si, com os tratamentos 130 e 160 DAE apresentando os maiores valores (30,5%) e o tratamento 110 DAE e a testemunha os menores valores com média 25,9% de MS no momento da ensilagem ( $P < 0,05$ ). Para os valores de pH do material ensilado, o tratamento 110 DAE apresentou teores mais elevados, os tratamentos 130 e 160 DAE os teores menos elevados, enquanto a testemunha não difere de ambos. Os valores de perda de MS não diferiram entre os tratamentos..

**TABELA 3** - Valores de matéria seca (%), pH, teores de massa verde, massa seca e perda de massa seca em toneladas por hectare para silagens do sorgo biomassa e silageiro (testemunha) de acordo com a época de corte.

Tratamentos	MS	pH	Ton mv $ha^{-1}$	Ton de ms $ha^{-1}$	Perda MS ton $ha^{-1}$
Sorgo Silageiro (Testemunha)	27,2 bc	4,0 ab	44,7 c	12,1d	0,3 <sub>ns</sub>
Sorgo Biomassa 110 DAE	24,6 c	4,5 a	122,5 b	29,1c	2,9 <sub>ns</sub>
Sorgo Biomassa 130 DAE	28,9 ab	3,7 b	130,8 b	38,1 b	1,2 <sub>ns</sub>
Sorgo Biomassa 160 DAE	32,1 a	3,7 b	177,2a	57,1a	1,5 <sub>ns</sub>
Coeficiente Variação (%)	5,9	6	11,9	12,3	85

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott knot ( $P < 0,05$ ). <sub>ns</sub> indica não ter efeito do tratamento.

A produtividade de matéria seca de sorgo forrageiro está geralmente correlacionada com a altura da planta, sendo que aumentos em altura resultam, geralmente, em maior produção (RODRIGUES, 2013). Segundo Parrella et al. (2011) o programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo desenvolveu híbridos de sorgo biomassa, sensíveis ao fotoperíodo, com potencial produtivo superior a 50 ton  $ha^{-1}$  de matéria seca por ciclo (6 meses). O sorgo biomassa em condições favoráveis tem seu florescimento em torno dos 120 a 130 dias, podendo

ocorrer em até 147 dias (LANZA, 2017; PARRELLA et al., 2011). Nesse sentido, o fato de o sorgo biomassa não ter atingido condições adequadas ou o fotoperíodo crítico até o corte realizado aos 160 DAE pode ter contribuído com o acúmulo de biomassa, uma vez que até esse período o material não havia emitido a gema floral. O elevado acúmulo de MS no tratamento 160 DAE foi provavelmente consequência da época de plantio e fotoperíodo da região. Segundo Parrella et al. (2011) cultivares biomassa plantados entre setembro e outubro em regiões com fotoperíodo maior que 12 horas e 20 minutos só terão desenvolvimento de gema floral a partir de 21 de março, assim, o último corte realizado aos 160 dias não foi capaz de contemplar o período reprodutivo e gerou elevado acúmulo de biomassa e com isso visando contemplar o período vegetativo e reprodutivo em 160 dias, a semeadura do sorgo biomassa sugerida é a partir da segunda quinzena de novembro em condições semelhantes à encontrada no presente trabalho.

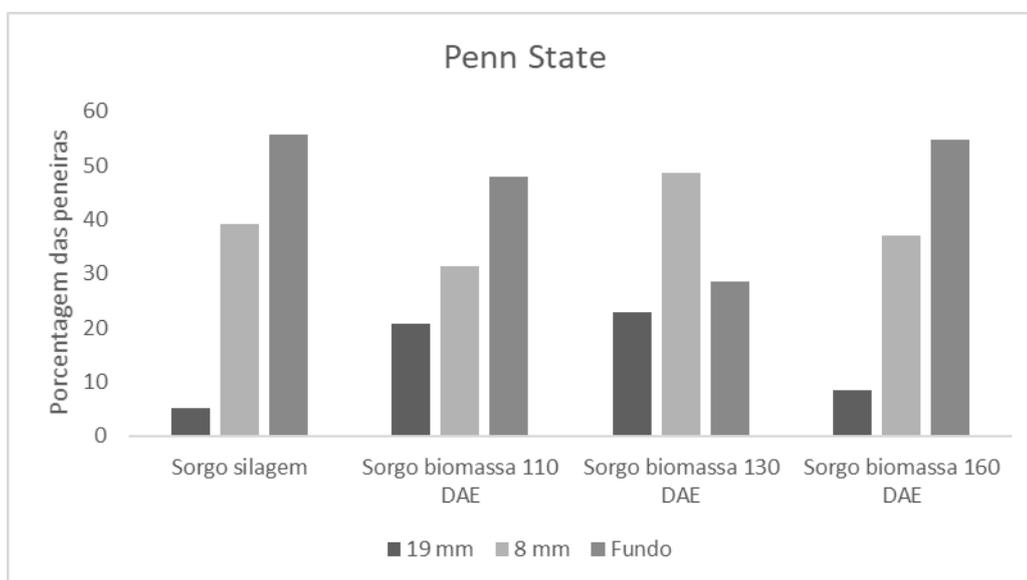
As produções de matéria verde (MV) e MS elevadas mostram o potencial de uso do material biomassa como fonte de fibra em dietas para animais ruminantes, apesar da baixa qualidade da fibra deste material que será abordado na sequência. As forragens conservadas como feno ou silagem podem ter seu valor alimentício bastante alterado em razão dos procedimentos adotados para a sua produção e conservação, e dos fenômenos bioquímicos e microbiológicos que ocorrem no processo (JOBIM et al., 2007). Machado et al. (2012) considera que uma silagem colhida muito verde vai ter um alto teor de umidade, isso dificulta a obtenção de uma silagem de qualidade, pois vai favorecer a multiplicação de bactérias indesejáveis e uma alta produção de efluentes. No presente projeto, apesar de não existir diferença significativa, pode-se perceber a elevada perda de MS do tratamento 110 DAE, provavelmente como resultado do seu baixo teor de MS no momento da ensilagem.

Matéria seca é todo material que resta após a remoção da água. A MS não é um nutriente, mas nela está contida a matéria orgânica e inorgânica, que onde estão os grupos de nutrientes mais importantes para o desenvolvimento dos animais. Para Van Soest (1994), os valores de MS das silagens devem estar em torno de 30%, isso garante maior consumo pelos animais, e melhorias no processo fermentativo das silagens. No presente projeto, pode-se observar que teores de MS acima de 27% foram associados a uma redução mais intensa de pH. Este parâmetro pode ser associado a uma boa fermentação do material ensilado. Macedo et al. (2014) classificaram uma silagem de boa qualidade, quando a massa ensilada apresentava valores de pH entre 3,8 e 4,2. Já para Oliveira e Morenz (2019) nas silagens de milho ou sorgo o valor esperado é de pH entre 3,8 e 4,0. Esse nível de acidez inibe o aparecimento e controla o

desenvolvimento de vários microrganismos prejudiciais. Em silagem com pH alto, pode ocorrer perda de nutrientes, principalmente proteínas.

Para o sorgo biomassa cortado aos 110 DAE o teor de MS reduzido pode ter contribuído com uma fermentação de menor qualidade quando comparado aos 130 e 160 DAE. A redução de pH para o material cortado aos 130 e 160 DAE pode estar associada às características adequadas do material ensilado, como uma maior porcentagem de MS, permitindo uma fermentação satisfatória, devido à maior população de bactérias lácticas e aumento da produção de ácido lático com natural acidificação do meio. Contudo, vale destacar que o valor final de pH é também dependente do teor de MS do material no momento da ensilagem, de maneira que materiais ensilados mais secos ( $MS > 40\%$ ) apresentam uma fermentação menos intensa e, conseqüentemente, o pH final é mais elevado ( $pH > 4,5$ ) (ROSA et al., 2004).

O objetivo inicial do trabalho era obter partículas com tamanho de 0,5 a 2 cm. Conforme Cardoso e Estanislau (2013), ao se usar a peneira PENN STATE as porcentagens retidas em cada peneira devem ficar em torno de  $> 19\text{mm}$  3-8%, 8 mm 45-65% e fundo 30-40%. Conforme os dados obtidos o sorgo silageiro apresentou 5,2% na peneira  $> 19\text{ mm}$ , 39,1% na peneira 8 mm e fundo 55,7%. O sorgo biomassa obteve uma média de 17,3 % na peneira  $> 19\text{ mm}$ , 39% na peneira 8mm e fundo de 43,6% (Figura 3).



**FIGURA 3** – Tamanho de partícula retida nas peneiras de 19mm, 8mm e fundo.

## 6.2 Parâmetros bromatológicos da silagem

Não houve efeito de tratamento ( $P < 0,05$ ) para os teores de MO e MM (Tabela 4). O teor de PB do sorgo silageiro foi 3% superior aos valores médios encontrados para o sorgo biomassa independentemente da época de corte. Os valores de FDN e FDA não diferiram entre os tratamentos 110, 130 e 160 DAE com média de 62,1 e 47% respectivamente. O sorgo silageiro apresentou os menores valores de FDN e FDA se comparado ao sorgo Biomassa independentemente da época de corte ( $P < 0,05$ ).

**TABELA 4** - Valores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e matéria orgânica (MO) para os tratamentos do sorgo silageiro e biomassa de acordo com a época de corte.

Tratamentos	FDN	FDA	PB%	MM%	MO%
Sorgo Silageiro (Testemunha)	37,1b	23,4b	9,9 <sup>a</sup>	9,3 <sub>ns</sub>	90,6 <sub>ns</sub>
Sorgo Biomassa 110 DAE	63,3a	47,5a	7,4b	8,8 <sub>ns</sub>	91,2 <sub>ns</sub>
Sorgo Biomassa 130 DAE	62,1a	46,8a	6,2b	8,9 <sub>ns</sub>	91,0 <sub>ns</sub>
Sorgo Biomassa 160 DAE	60,9a	46,7a	5,8b	7,2 <sub>ns</sub>	92,7 <sub>ns</sub>
Coefficiente de Variação (%)	2,9	4,5	18,4	14,6	1,3

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott Knot ( $P < 0,05$ ). <sub>ns</sub> indica não ter efeito do tratamento.

De acordo com Oliveira e Morrenz (2019), a proteína bruta engloba as proteínas verdadeiras, aminoácidos, aminas, amidas e o nitrogênio não protéico como os presentes na ureia, na amônia ou complexados com os carboidratos e indisponíveis para os animais. Mesmo não diferindo entre as diferentes épocas de corte do sorgo biomassa, os valores de PB geralmente se reduzem com o avanço da idade de corte em decorrência de uma redução na proporção folha/colmo. Machado et al. (2012), avaliando três híbridos de sorgo em estágios de maturação diferentes encontraram valores de proteína entre 5,71 e 6,81%, já Advanta (2020) encontrou para o sorgo silageiro teor médio de 8 a 11%, valores dentro do encontrado no presente projeto.

Dados de MM fornecem apenas uma indicação da riqueza da amostra de silagem em elementos minerais, correspondem a fração não orgânica e níveis muito elevados de MM na silagem (acima de 4%) estão relacionados com menores níveis de energia. No presente trabalho os níveis de MM encontrados ficaram um pouco acima dos valores ideais.

As frações fibrosas têm importância na caracterização de forragens quando se refere ao valor nutritivo. Dentro dessas frações se encontra o FDN, que está diretamente relacionado ao consumo voluntário dos animais e a taxa de passagem de alimento no rúmen do animal e a FDA que está diretamente relacionada à digestibilidade do material ingerido. Conforme OLIVEIRA, (1998) uma silagem de sorgo com padrões de FDN e FDA adequados deve apresentar teores de 52,5 e 38,1% respectivamente. De acordo com Rodrigues Filho et al., (2006), o conteúdo FDN é usado para o estudo de híbridos de sorgo para corte e/ou pastejo por relacionar-se, principalmente, à limitação de consumo. Lanza (2017) encontrou valores de FDN maiores ao deste trabalho para o sorgo biomassa com uma média de 66,32%, isso pode resultar em limitação da capacidade de ingestão da silagem pelo animal.

A FDA está relacionada com a digestibilidade do volumoso sendo essa a informação mais usada para calcular o valor energético das forrageiras (OLIVEIRA; MORENZ 2019). Quanto maior a porcentagem de FDA da silagem, menor será a digestibilidade e o valor energético. Conforme Oliveira et al. (2010) a alta porcentagem de FDA é uma característica indesejável, pois indica a presença de substâncias pouco aproveitáveis pelo animal, como lignocelulose, que apresenta correlação negativa com a digestibilidade da matéria seca. Na escolha de cultivares para produção de silagem, deve-se dar prioridade àqueles híbridos com menor porcentagem de FDA, com o que se proporciona maior digestibilidade (VON PINHO et al., 2007). Os valores de FDN e FDA encontrados para o sorgo biomassa são considerados elevados ao comparar com outros sorgos silageiros, isso pode gerar uma limitação de consumo e uma menor digestibilidade para os animais.

Apesar dos dados de FDN e FDA não terem diferidos entre os tratamentos do sorgo biomassa a pequena diminuição de FDN e FDA pode estar relacionada a um possível aumento dos carboidratos solúveis que estão presentes na planta, aumentando a digestibilidade e favorecendo a fermentação da silagem.

## 7 CONCLUSÕES

Pensando em animais de alta produção deve-se priorizar uma alimentação com teores de fibras adequados e que essa fibra seja de qualidade. Os valores de FDN e FDA do sorgo biomassa são considerados elevados, entretanto, em épocas de seca e com uma oferta de alimentos limitada, a utilização do sorgo biomassa como fonte fibrosa pode vir a se tornar uma alternativa viável, pois apresenta elevada produção de MS e padrões fermentativos da silagem adequados.

Com base nos resultados obtidos podemos sugerir que o sorgo biomassa pode ser ensilado, mantendo uma boa qualidade fermentativa da silagem, nos cortes realizados aos 130 e 160 DAE, observados pelos ótimos valores de pH. Ainda, considerando o aumento na quantidade de MS produzida com o passar do tempo é plausível imaginar que o corte realizado aos 160 DAE possa ser o mais indicado.

Afim de contemplar o período vegetativo e reprodutivo em 160 DAE o sorgo biomassa pode ser plantado a partir da segunda quinzena de novembro, uma vez que esse material é sensível ao fotoperíodo.

## REFERÊNCIAS

- ADVANTA. **ADV 2499**. Advanta SAAIC Seeds, 2020. Disponível em: <<https://www.advantasemillas.com.ar/es/productos/sorgo/adv-2499>>. Acesso em: 29 de setembro de 2020.
- ALVES FILHO, Dari Celestino, et al. **Desempenho de vacas de descarte mantidas em campo nativo suplementadas com silagem de milho ou casca do grão da soja**. Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 38, 2001, Piracicaba. Anais.Piracicaba: SBZ, 2001.
- ANTUNES, Joseani M. **Vazio forrageiro: estratégias para driblar a escassez de pasto no outono**. Embrapa, [S. l.], p. 1, 20 fev. 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31989924/vazio-forrageiro-estrategias-para-driblar-a-escassez-de-pasto-no-outono>>. Acesso em: 22 jun. 2020.
- BEEFPOINT, Equipe. **A importância do tamanho das partículas na produção de silagens de alta qualidade**. Beefpoint. 2001. Disponível em: <https://www.beefpoint.com.br/a-importancia-do-tamanho-das-particulas-na-producao-de-silagens-de-alta-qualidade-6492/>. Acesso em: 30 de setembro de 2020.
- BIOMATRIX, Equipe. **Análise bromatológica: O que é e como fazer sua interpretação**. Sementes Biomatrix. 2020. Disponível em: <<https://sementesbiomatrix.com.br/blog/silagem/analise-bromatologica/>> Acesso em: 04 agosto 2021.
- CARDOSO, Dimas A Del Bosco; ESTANISLAU, Wagner Thompson. **Manual de Silagem**. KWS sementes. 2013. Disponível em: <[https://www.kws.com.br/media/download-informativo/kws\\_br\\_manualdesilagekws.pdf](https://www.kws.com.br/media/download-informativo/kws_br_manualdesilagekws.pdf)> Acesso em: 10 agosto 2021.
- CARDOSO, Esther Guimarães. SILVA, José Marques da. **Silo, silagem e ensilagem**. Embrapa Gado de Corte. 1995. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/139015/1/cnpgc-divulga-02.pdf> > Acesso em: 05. agosto 2020.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS-RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11ª ed. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul. 376 p. 2016.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.
- EMBRAPA. **Cultivo do Sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo. 2015. Disponível em: <[https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p\\_p\\_id=conteudoportlet\\_WAR\\_sistemasdeproducaolf6\\_1galceportlet&p\\_p\\_lifecycle=0&p\\_p\\_state=normal&p\\_p\\_mode=view&p\\_p\\_col\\_id=column-2&p\\_p\\_col\\_count=1&p\\_r\\_p\\_-76293187\\_sistemaProducaoId=8301&p\\_r\\_p\\_-996514994\\_topicoId=9201](https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemasdeproducaolf6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-2&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=8301&p_r_p_-996514994_topicoId=9201) > Acesso em: 06 agosto 2020.

EMBRAPA. **Sorgo biomassa BRS 716**. Embrapa milho e sorgo. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnicas/-/produto-servico/4654/sorgo-biomassa-brs-716>> Acesso em: 26 maio 2020.

EMBRAPA. **Sorgo biomassa é ótima opção para geração de energia**. Embrapa milho e sorgo. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2246665/sorgo-biomassa-e-otima-opcao-para-geracao-de-energia>. Acesso em: 28 maio 2020.

EPAGRI. **Atlas climatológico do estado de santa catarina**. 2002. Disponível em: [http://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram\\_arquivos/arquivos/atlasClimatologico/atlasClimatologico.pdf](http://ciram.epagri.sc.gov.br/ciram_arquivos/arquivos/atlasClimatologico/atlasClimatologico.pdf)> Acesso em: 29 de setembro de 2020.

EPAGRI/CIRAM. **Tempo e Clima**. Centro de informações de recursos ambientais e de hidrometeorologia de Santa Catarina. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/>. Acesso em: 01 maio 2021.

FLARESSO, Jefferson Araujo, GROSS, Celomar Daison, ALMEIDA, Edison Xavier de. **Cultivares de Milho (*Zea mays* L.) e Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) para Ensilagem no Alto Vale do Itajaí, Santa Catarina**. Revista Brasileira de Zootecnia. 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbz/v29n6/5686.pdf>>. Acesso em: 26 abr. 2020.

HIBRAIM; Gustavo Henrique Figueiredo. **Perfil fermentativo das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. (Moench.)** Escola de Veterinária da UFMG. 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/32006/1/Gustavo%20Henrique%20Figueiredo%20Ibrahim.pdf>> Acesso em: 18 agosto 2020.

HELRICH, Kenneth. **Official Methods of Analysis**. Association of Official Analytical Chemists, 1990. Disponível em: <<https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>> Acesso em: 14 julho 2020.

Ítavo, Camila Celeste Brandão Ferreira et al. **Padrão de fermentação e composição química de silagens de grãos úmidos de milho e sorgo submetidas ou não a inoculação microbiana**. Revista Brasileira de Zootecnia [online]. 2006, v. 35, n. 3 [Acessado 12 Setembro 2021], pp. 655-664. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000300005>>. Epub 25 Jul 2006. ISSN 1806-9290. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982006000300005>.

JOBIM, Clóves Cabreira. et al. **Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada**. Revista Brasileira de Zootecnia. 2007. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982007001000013&script=sci\\_arttext&tlng=pt](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982007001000013&script=sci_arttext&tlng=pt)>. Acesso em: 18 abr. 2020.

LANZA, Ana Lúcia Lara. **Avaliação forrageira do sorgo biomassa (brs 716) em diferentes épocas de corte e estratégias de adubação em cobertura**. Universidade Federal de São João Del Rei. 2017. Disponível em: [https://ufsj.edu.br/porta2repositorio/File/ppgca/Disseratacao%20Ana%20Lucia\\_15\\_09\\_2017.pdf](https://ufsj.edu.br/porta2repositorio/File/ppgca/Disseratacao%20Ana%20Lucia_15_09_2017.pdf). Acesso em: 29 maio 2020.

LIMA, J.A. **Silagem de sorgo com bom valor nutritivo**. Universidade estadual de Goiás. 2016. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2008\\_4/SilagemSorgo/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2008_4/SilagemSorgo/index.htm)>. Acesso em: 27/maio/2020.

LOURENÇO JÚNIOR, José de Brito et al. **Potencial nutritivo da silagem de sorgo**. Embrapa Milho e Sorgo. 2000. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/185803/1/Potencial-nutritivo-da-silagem.pdf>. Acesso em: 28 maio 2020.

Macedo, Carlos Henrique Oliveira et al. **Perfil fermentativo e composição bromatológica de silagens de sorgo em função da adubação nitrogenada**. Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal. 2012, v. 13, n. 2, pp. 371-382. Disponível em: <>. Epub 29 Set 2014. ISSN 1519-9940. Acesso em :08 agosto 2021

MACHADO; F et al. **Qualidade da silagem de híbridos de sorgo em diferentes estádios de maturação**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. 2012. Disponível em:<[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352012000300024 & script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-09352012000300024 & script=sci_arttext)> Acesso em: 07 agosto 2020.

MORAES, Sheilla Davoglio de. **Produção de massa de forragem e valor nutricional de híbridos de sorgo para produção de silagem**. 2011. 56f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- UEM, Maringá, 2011.

OLIVEIRA, J.S, e. **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Juiz de Fora, MG; EMBRAPA-CNPGL, 1998, 34p. (EMBRAPA-CNPGL. Circular Técnica, 47). Acesso em: 10 agosto 2021.

OLIVEIRA, Jackson Silva e. **Produção e utilização de silagem de milho e de sorgo**. Embrapa Gado de Leite. 1998. 34p. (Embrapa Gado de Leite. Circular Técnica, 47).

OLIVEIRA, Jackson Silva; DE FROTA MORENZ, Mirton José. **Silagem de milho e sorgo para gado de leite**. Embrapa Gado de Leite(online). 2019, (Acessado em 02 Agosto 2021), pp 12-18. Disponível em: <[http://ead.cnpgl.embrapa.br/pluginfile.php/2503/mod\\_page/content/13/milho\\_sorgo\\_mod4\\_08\\_2020.pdf](http://ead.cnpgl.embrapa.br/pluginfile.php/2503/mod_page/content/13/milho_sorgo_mod4_08_2020.pdf)>.

OLIVEIRA, Leandro Barbosa de et al. **Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol**. Revista Brasileira de Zootecnia [online]. 2010, v. 39, n. 1 [Acessado 29 Julho 2021] , pp. 61-67. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000100008>>. Epub 03 Mar 2010. ISSN 1806-9290. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000100008>.

PARRELA, Rafael Augusto do Santos; et al. **Desempenho agrônômico de híbridos de sorgo biomassa**. Embrapa milho e sorgo. 2011. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/921130>> Acesso em: 02 agosto 2021.

PEREIRA FILHO, Israel Alexandre, RODRIGUES, José Avelino Santos. **O produtor pergunta a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. Disponível em: <<http://livimagens.sct.embrapa.br/amostras/00054960.pdf>> Acesso em: 26 julho 2020.

PEREIRA, João Ricardo Alves. **O mercado de silagem de milho no Brasil**. Milk Point. 2013. Disponível em: <[https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/o-mercado-de-silagem-de-milho-brasil05217n.aspx#:~:text=Dados%20apresentados%20pelo%20MAPA%20\(Minist%C3%A9rio,cu%20livada%20de%20milho%20no%20pa%C3%ADs..](https://www.milkpoint.com.br/artigos/producao/o-mercado-de-silagem-de-milho-brasil05217n.aspx#:~:text=Dados%20apresentados%20pelo%20MAPA%20(Minist%C3%A9rio,cu%20livada%20de%20milho%20no%20pa%C3%ADs..)> Acesso em: 28 maio 2020.

PINHEIRO, Nelson Oliveira. **Aplicação do Método Scott-Knott em Estudo de Brusone no Trigo**. Departamento de Estatística- Universidade de Brasília, 2017. Disponível em: <[https://bdm.unb.br/bitstream/10483/20526/1/2017\\_NelsonOliveiraPinheiro\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/20526/1/2017_NelsonOliveiraPinheiro_tcc.pdf)> Acesso em: 06 julho 2020.

QUEIROZ, Fausto Expedito. **Potencial forrageiro da substituição da silagem de sorgo forrageiro por silagem de sorgo biomassa**. 2020. 54p. Unimontes. Janaúba. 2020.

RODRIGUES et al. **Efeitos da adição de inoculantes microbianos sobre a composição bromatológica e perfil fermentativo da silagem de sorgo produzida em silos experimentais**. Revista Brasileira de Zootecnia. 2002. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982002000900028&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982002000900028&script=sci_arttext)> Acesso em: 06 jul 2020.

RODRIGUES FILHO, Osvaldo; FRANÇA, Aldi Fernandes de Souza; OLIVEIRA, Regis de Paula; OLIVEIRA, Euclides Reuter de; ROSA, Beneval; SOARES, Tatiana Vieira; MELLO, Susana Queiroz Santos. **Produção e composição bromatológica de quatro híbridos de sorgo forrageiro [sorghum bicolor (L.) moench] submetidos a três doses de nitrogênio**. Ciência Animal Brasileira, Goiânia, v. 7, n.1, p. 37-48, jan./mar. 2006. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/vet/article/view/389/364>>. Acesso em: 03 agosto 2021.

RODRIGUES, José Avelino Santos. **Produção e utilização de silagem de sorgo**. Embrapa milho e sorgo. 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95409/1/Producao-utilizacao.pdf>> Acesso em: 02 agosto 2021.

ROSA, J. R. P.; SILVA, J. H. S.; RESTLE, J.; PASCOAL, L. L.; BRONDANI, I. L.; FILHO, D. C. A.; FREITAS, A. K. **Avaliação do comportamento agrônomo da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de milho (Zea mays, L)**. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.33, n.2, p.302-312, 2004.

SANTOS, et al. **Fatores que afetam o valor nutritivo da silagem de forrageiras tropicais**. 2010. Universidade Federal de Pernambuco. Disponível em: <<file:///C:/Users/Dani/Downloads/4905-11667-1-PB.pdf>> Acesso em 05 agosto 2020.

SILVA, Fabiano Ferreira da et al. **Qualidade de Silagens de Híbridos de Sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) de Portes Baixo, Médio e Alto com Diferentes Proporções de Colmo+folhas/panícula. 2. Avaliação do Valor Nutritivo**. Revista Brasileira de Zootecnia. 1999. Disponível em:

<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/489172/1/Qualidadesilagens6.pdf>. Acesso em: 29 maio 2020.

SISVAR. **Pacote Sisvar**. 2015. Disponível em: <<https://des.ufla.br/~danielff/programas/sisvar.html>>. Acesso em: 15 junho 2021.

SOUZA, Viviane Gláucia de. et al. **Valor nutritivo de silagens de sorgo**. Revista Brasileira de Zootecnia. 2003. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982003000300028&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-35982003000300028&script=sci_arttext)>. Acesso em: 05 mai. 2020.

VALENTE, José de Oliveira. **Manejo cultural do sorgo para silagem**. Embrapa Milho e Sorgo. 1994. 64p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular Técnica, 17).

VAN SOEST, P.J. ROBERTSON, J.B. LEWIS, B.A. **Métodos para fibra dietética, fibra detergente neutra e polissacarídeos sem amido em relação à nutrição animal**. Journal of Dairy Science, 1991. Disponível em: <<https://s100.copyright.com/AppDispatchServlet?publisher Name=ELS contentID=S0022030291785512&orderBean Reset=true>> Acesso em: 14 julho 2020.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

Von Pinho, Renzo Garcia et al. **Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura**. Bragantia [online]. 2007, v. 66, n. 2 [Acessado 30 Julho 2021], pp. 235-245. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0006-87052007000200007>>. Epub 25 Jul 2007. ISSN 1678-4499. <https://doi.org/10.1590/S0006-8705200700020000>